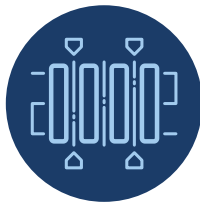


26

О напоре
в насосных
установках



28

Блочные
тепловые
пункты



34

Технологии
виртуальной
реальности

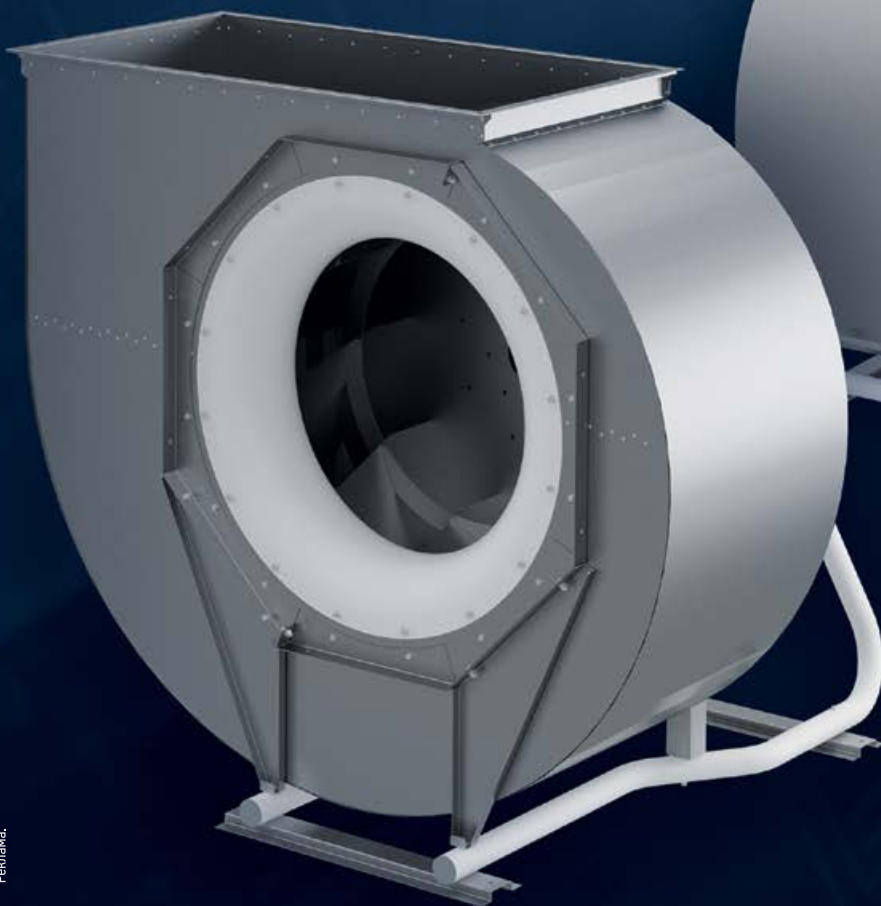


40

Строительство
во благо
человека

ТЕХНОГРУПП- БЕЛГОРОД: ПЕРВЫЕ ИТОГИ

 **техногрупп**
Белгород



стр. **39**

**НОВАЯ ЛИНЕЙКА
РАДИАЛЬНЫХ
ВЕНТИЛЯТОРОВ**
в спиральном корпусе
производства
Техногрупп Белгород

0+

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



Новая выставка AIRVent* – это:

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

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

aqua
THERM
MOSCOW

14-17.02.2023

Москва, Крокус Экспо
airventmoscow.ru

Узнать условия
участия



* Основано на данных выставки Aquatherm Moscow 2022
На правах рекламы.

Генеральный
партнер



Генеральный информационный
партнер



ОРГАНИЗАТОР
ORGANISER

МИР КЛИМАТА

EXPO 2023

EXPO
КОНГРЕСС
HVAC/R
ИНДУСТРИЯ

28 февраля –
3 марта 2023
Москва
ЦВК «Экспоцентр»

Климат,
который
делают
ЛЮДИ

РЕКЛАМА ООО «ЕВРОЭКСПО»

18+ climatexpo.ru

Организаторы:



Генеральный
интернет-
партнер:



При поддержке:



Российский союз предприятий
холодовой промышленности
РОССОЮЗХОЛОДПРОМ





[Скорость окисления двухвалентного железа](#)

В статье «О закономерностях окисления двухвалентного железа до трёхвалентного при работе станций обезжелезивания воды» (журнал СОК № 5/2022, С. 24–27) автором были выявлены закономерности, некоторые из которых требовали определённых пояснений. Так появилась новая статья, которую мы представляем вниманию читателей.

23



[Потери напора в противопожарных модульных насосных установках](#)

Автор ставит задачу показать, что потери напора в таких установках могут достигать значительных величин; существующий подход к расчёту местных потерь и отсутствие по ним реальных данных могут привести к серьёзному снижению фактического напора и расхода относительно проектных значений.

26



[Блочные индивидуальные тепловые пункты](#)

Дан обзор требований СП по проектированию тепловых пунктов, определён и структурирован необходимый набор и конфигурация функциональных блоков для проектирования блочного теплового пункта. Приведены ожидания проектировщиков от использования данного оборудования и сделан краткий обзор продукции основных производителей.

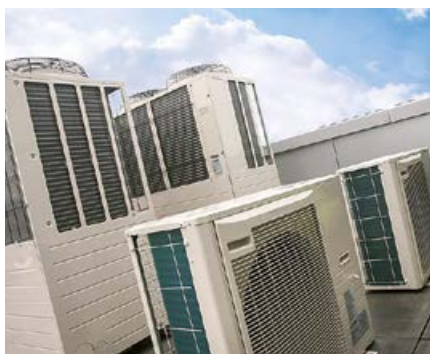
28



[Виртуальная реальность \(VR\) в программах дополнительного профобразования](#)

Совершенствование профессиональных навыков можно реализовать с помощью визуализации элементов основного и вспомогательного оборудования, с использованием захватывающих симуляторов, 3D-туров, виртуальных инструкций, которые могут быть элементами различных программ основного и дополнительного профессионального образования.

34



[Стандартные и нестандартные неисправности систем кондиционирования](#)

Сегодня мы продолжим тему поиска неисправностей систем кондиционирования воздуха (начало в журнале СОК № 2/2017, С. 74–79) и остановимся на наиболее часто встречающихся неисправностях, которые можно обнаружить с помощью измерения давления и температуры хладагента в различных точках холодильного контура.

46



[Энергия биогаза из отходов животноводства для местного теплоснабжения: Республика Крым](#)

Приведены результаты расчётов выхода биогаза из отходов животноводства в районах Крыма, показано территориальное распределение потенциала производства биогаза и определены районы с максимальными значениями. Дана оценка энергетического потенциала замещения источников тепловой энергии альтернативными.

52

Учредитель и издатель

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

Директор

Константин Михасев

Главный редактор

Александр Николаевич Гудко

Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

Ответственный секретарь

Ольга Юферева

Дизайн и верстка

Роман Головкин

Редакционная коллегия

Председатель:

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

Сопредседатели:

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

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

Заместитель председателя:

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ РАН

Секция «Сантехника»

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

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

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

Секция «Отопление и ГВС»

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

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

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

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

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

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

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

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

Секция «Энергосбережение»

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

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

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

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

Секция «ВИЭ»

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

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

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

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

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

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

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

Секция «Биоэнергетика»

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

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

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

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

* Руководитель секции.

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

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Подписной индекс: П1895.

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

Адрес в Интернете

www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru

Отпечатано в типографии

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

Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 250 (10/2022). Дата выхода: 20.11.2022.

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

ISSN 1682-3524

Новости

4

События

[XXI конгресс «Энергоэффективность. XXI век»: итоги](#)

8

[Итоги выставки Machinery | Electro & Heat 2022](#)

10

[Московская область — лидер цифровизации сферы](#)

[жилищно-коммунального хозяйства](#)

12

Интервью

[Информационная модель должна стать привычным инструментом](#)

[на всех этапах жизни объектов](#)

14

ВМ-проектирование

[Революция в стандартах ЕСИМ](#)

20

Сантехника и водоснабжение

[Скорость окисления двухвалентного железа](#)

23

[Потери напора в модульных насосных установках](#)

[для противопожарного водоснабжения](#)

26

Отопление и ГВС

[Блочные индивидуальные тепловые пункты](#)

28

[Технологии виртуальной реальности в программах](#)

[дополнительного профессионального образования](#)

[персонала энергопредприятий](#)

34

Кондиционирование и вентиляция

[Завод «ТЕХНОГРУПП-Белгород»: первые итоги](#)

39

[О конструктивном диалоге, взвешенных решениях](#)

[и подлинной заботе о потребителе](#)

40

[Примеры стандартных и нестандартных неисправностей](#)

[систем кондиционирования](#)

46

Энергосбережение и ВИЭ

[Энергия биогаза из отходов животноводства для местного](#)

[теплоснабжения: Республика Крым](#)

52

[Сетевые электростанции как инструмент экономии. Универсальное](#)

[решение для любого типа объектов](#)

58

[Ресурсы урана как ключевого элемента](#)

[для мировой электроэнергетики](#)

60

References

64

Одной строкой

Иркутский трубный завод (входит в Группу «Полипластик»), расположенный в городе Ангарске, запустил новую линию по производству многослойных труб из полиэтилена мощностью около 7000 тонн в год. Инвестиции в данный проект составили 100 млн руб.

Компания «Даичи» запустила образовательный раздел на сайте daichi.business. Теперь получать новые знания и навыки от ведущих специалистов «Даичи» станет удобнее и комфортней.

ООО «ВИЛО РУС» продолжает сотрудничество с Казанским государственным энергетическим университетом (КГЭУ). Преподаватели КГЭУ проявляют инициативу по использованию оборудования Wilo для учебных и научных целей.



Солнечная электростанция запущена в городе Агидель (Башкирия) в рамках церемонии открытия Российского энергетического форума в Уфе. Это седьмая подобная электростанция на территории республики, сообщил в своём Telegram-канале глава Башкирии Радий Хабиров.

«М.Видео-Эльдорадо» запустила первые в России розничные продажи компактных станций для электрокаров, позволяющих заряжать автомобили как в домашних условиях, так и на территории паркингов, сообщает РИА Новости.



Власти Казахстана планируют создать центр по производству и распределению «зелёного» водорода в Мангистауской области республики с привлечением инвесторов. Об этом сообщила пресс-служба президента Республики Казахстан.

Группа компаний Dantex Group в октябре 2022 года закрыла сделку по покупке активов ООО «Трейн Текнолоджиз Рус» («Trane РФ»). В рамках структуры Группы новое направление будет выделено в отдельное юридическое лицо.

«Нанософт разработка»

Впервые: «Нанософт разработка» собрала лучших САПР-разработчиков



8 ноября компания «Нанософт разработка» провела первую в истории компании конференцию разработчиков nanoCAD. Опытные и начинающие программисты из ведущих отраслей российской промышленности и технических вузов страны делились опытом решения прикладных задач, участвовали в мастер-классах и обменивались мнениями по траектории развития САПР. Применить полученные знания и продемонстрировать свои умения участники смогли на технологическом квесте. Конференция, проходившая в формате офлайн и онлайн, собрала более ста штатных и фриланс-разработчиков всех уровней (от Junior до Senior), а также студентов и программистов, только начинающих разрабатывать САПР-приложения.



Среди участников — сотрудники различных структур холдингов и госкорпораций, включая «Газпром», «Роснефть», «Росатом», «Сургутнефтегаз», «Уралхим», СУЭК, Объединённую судостроительную корпорацию, РЖД, Capital Group, «ПИК», Институт Генплана Москвы. Конференция разработчиков nanoCAD предоставила программистам из российских компаний, фрилансерам и начинающим специалистам уникальную возможность повысить свои профессиональные компетенции и обменяться опытом в кругу единомышленников. Атмосфера нетворкинга и общие интересы способствовали зарождению новых творческих идей, часть которых была сразу же внесена в планы реализации грядущих версий платформы nanoCAD.

SHUFT

Контроллеры с искусственным интеллектом SHUFT Prime Pro для систем вентиляции



Основная задача контроллера — увеличение общей эффективности оборудования. Как следствие, сокращается время внеплановых простоев, улучшаются процессы пусконаладочных работ и диагностики системы, повышается энергоэффективность. Обучаемый интеллект сам постоянно подстраивает все параметры системы, чтобы она работала максимально стабильно на заданной температуре, давлении или влажности.

Контроллер имеет поддержку модулей Wi-Fi, выносных пультов, диспетчеризацию по протоколу Modbus. На контроллеры действует пятилетняя гарантия.

Первые контроллеры с искусственным интеллектом SHUFT Prime Pro, произведённые в РФ, поступят в продажу в ноябре 2022 года. Универсальные контроллеры управляют вентиляцией любой сложности.

Встроенный в контроллер SHUFT Prime Pro искусственный интеллект позволит запускать вентиляционную установку без пусконаладочных работ — контроллер сам проведёт тест и оптимизирует все настройки системы для эффективной работы системы вентиляции.



Источник: «Мир Климата/Холода».



«БДР Термия Рус»

«BAXI Expo и Партнёры»: результаты 2022 года

В этом году выставка «BAXI Expo и Партнёры» прошла в девяти городах: Санкт-Петербург, Пятигорск, Уфа, Новосибирск, Липецк, Калуга, Челябинск, Ярославль и Брянск. Более тысячи профессионалов индустрии по всей России посетили BAXI Expo.

Участники Альянса «BAXI Expo и Партнёры» — это лидеры среди европейских и российских производителей оборудования отопительной и смежных отраслей. В общей сложности в этом году на площадке было представлено более 20 брендов, таких как BAXI, De Dietrich,

Royal Thermo, Craft, Ebara, Elsen, FAR, Gekon, Giacomini, Gidruss, Jaga, K-flex, Kermi, LD, Red Heat, Uni-Fitt, Wattson и «ЭТМ».

Гости мероприятий не только познакомились с ассортиментом продукции участников Альянса, но и получили технические консультации специалистов, а также были активно вовлечены в интерактивные конференции и живой диалог с представителями компаний-производителей. В ряде мероприятий были приглашены эксперты отрасли, аналитики рынка и представители СМИ.

Одной строкой

:: Европейский союз заключил соглашение о законе, который фактически запретит продажу в пределах ЕС новых бензиновых и дизельных автомобилей с 2035 года, чтобы ускорить переход на электромобили и бороться с изменением климата.



:: Федеральный совет Швейцарии одобрил предложения, в соответствии с которыми в целях повышения энергетической автономии федеральной недвижимости все подходящие крыши и фасады зданий, принадлежащих федеральному правительству, будут оснащены солнечными фотоэлектрическими системами к 2034 году.

:: Концерн «Москвич» начал работу над созданием собственного электромобиля, сообщает канал «Москва 24» со ссылкой на гендиректора автоконцерна Дмитрия Пронина. Выпустить отечественный электромобиль планируется в 2025 году.

:: Группа учёных из нескольких институтов Нидерландов создала перовскит-кремниевые фотоэлектрические элементы, которые позволили преодолеть 30%-й барьер практической эффективности (фактически КПД) солнечных батарей. Ожидается, что это достижение поможет ускорить распространение технологий солнечной энергетики по всему миру и снизить уровень зависимости от ископаемого топлива.



:: В рамках инициативы Германии в Астане планируется открыть офис (бюро) «водородной дипломатии». Работа над ним идёт в рамках инициативы Global Gateway. Об этом стало известно в ходе визита министра иностранных дел Федеративной Республики Германия Анналены Бербок в Казахстан. Стороны обсудили торговые связи двух стран и планируемые совместные проекты в области энергетики.

Источник: «БДР Термия Рус».

LUNDA

Сервис Obermaster – просто, удобно и всё под контролем!

Вот лишь некоторые функции «Обермастера»: удобное ведение клиентской базы, паспорта каждого объекта; быстрое составление документов (сметы, договоры, счета, акты выполненных работ) и обмен ими с клиентами; учёт расходов по видам работ; лёгкое управление расписанием работ с помощью диспетчерской доски; загрузка и обмен фото- и видео-файлами с сотрудниками и клиентами; отслеживание выездов специалистов посредством GPS; настраиваемые уведомления для клиентов (система сама будет их отправлять); сбор статистики для анализа работ и доходов, формирование отчётов. Функций в действительности гораздо больше (со всеми можно ознакомиться на obermaster.ru).

Специалисты компании «Лунда» советуют профессионалам попробовать самим, тем более что на сайте «Лунды» за покупку годовой подписи вас ждёт 25 000 бонусных рублей в подарок. А перед покупкой можно пользоваться «Обермастером» три месяца бесплатно. В сервис постоянно добавляются новые возможности. Чтобы быть в курсе всех последних обновлений — подписывайтесь на сообщество Obermaster в Telegram или в социальной сети «ВКонтакте».

Компания «Лунда», один из крупнейших поставщиков оборудования для отопления, водоснабжения, кондиционирования и вентиляции в Центральном регионе России, представила Obermaster — сервис для автоматизации бизнеса, который разработан при поддержке LUNDA. Он позволит вам оперативно контролировать все этапы работ по каждому объекту, упростит документооборот и взаимодействие с заказчиками и сотрудниками. Как следствие, вы избавитесь от рутины, сможете тратить меньше времени на задачи и больше зарабатывать.

Источник: ООО «Лунда».

Одной строкой

Председатель Правительства Российской Федерации Михаил Мишустин подписал распоряжение об утверждении инновационного проекта «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ». Национальная система мониторинга призвана обеспечить получение независимых климатических прогнозов и информации о причинах изменения климата.



По данным статистики, с августа 2021 года по июль 2022 года включительно в Китайской Народной Республике было произведено 150 248 000 бытовых кондиционеров воздуха, что на 2,4% меньше по сравнению с предыдущим аналогичным периодом. Продажи при этом составили 149 766 000 единиц оборудования, что на 1,5% меньше, чем годом ранее.

Порядка 85% энергии в Грузии произведено из возобновляемых источников. Об этом заявил премьер-министр республики Ираклий Гарибашвили, выступая на 27-й Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата (COP27) в городе Шарм-эш-Шейхе (Египет), сообщает ТАСС.



Российский экологический оператор (РЭО) запустил пилотный проект мониторинга, который позволит отслеживать состав воздуха. Благодаря проекту станет возможно контролировать объём загрязняющих веществ и пыли в 103 населённых пунктах 15 российских регионов. Доступ к мониторингу получают все россияне.

Журнал СОК

Почему меняется климат, виноват ли CO₂ и при чём здесь политика?



Представляем интервью ИА «Аврора» с автором журнала СОК, экспертом Евгением Гашо. **Евгений Гашо**, научный руководитель Экспертного совета Фонда поддержки социального развития (ФПСР) «Аврора», рассказывает о природе мифов о глобальном потеплении и сложностях российского климата на примере Москвы и Московской области. Почему так важно больше отапливать наши города в период межсезонья? Как это спасает граждан от болезней и смертей, а городские здания — от преждевременного разрушения? Всемирное потепление и сопутствующие ему конспирологические теории. Эти и многие другие вопросы — в эфире (см. QR-код).

О спикере:

В 1982 году окончил с отличием Воронежский политехнический институт, в 1987-м — аспирантуру и в 2004-м — докторантуру Московского энергетического института по специальности «Энергосбережение в регионах Российской Федерации». В 1986 году в составе студенческого отряда «Дозиметрист-86» принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Автор свыше 400 работ (в том числе 15 книг и монографий) по энергосбережению и энергоэффективности. Заведующий Научно-исследовательской лабораторией методологических проблем энергосбережения, доцент НИУ «МЭИ».

НИУ «МГСУ»

Конференция «Современные проблемы и решения в системах отопления, вентиляции и теплоснабжения»

17–18 ноября 2022 года при информационной поддержке отраслевого журнала «Сантехника. Отопление. Кондиционирование. Энергосбережение» (СОК) в Московском государственном строительном университете (НИУ «МГСУ») прошла Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы и решения в системах отопления, вентиляции и теплоснабжения», посвящённая 130-летию со дня рождения профессора П. Н. Каменева.



Организатор Всероссийской научно-практической конференции: кафедра теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) НИУ «МГСУ». Тематика Всероссийской научно-практической конференции: строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий; инженерное оборудование и системы поддержания микроклимата зданий и сооружений; системы газоснабжения и газораспределения; теплоснабжение и котельные установки; энерго- и ресурсосбережение в системах отопления, вентиляции и теплогазоснабжения. Также в дни работы конференции было организовано обучение по программе повышения квалификации «Проектирование, строительство и эксплуатация систем отопления, вентиляции и теплоснабжения». Слушатели, успешно освоившие программу, получили удостоверение о повышении квалификации. По итогам конференции в ближайших номерах журнала СОК будут публиковаться ставшие версии докладов специалистов.

Daikin

«Идеальная внутренняя среда» с помощью новой HVAC-системы Daikin Emura



Производитель кондиционеров Daikin недавно представил новую систему контроля климата внутреннего пространства под названием Emura, которая предназначена для очистки воздуха, а также обогрева и охлаждения внутренних помещений.

По словам производителя, в системе используется эффект Коанда — явление, при котором струя воздуха «прилипает» к близлежащей поверхности и повторяет её кривизну.

Такая технология обеспечивает улучшение циркуляции воздушного потока системы, как в режиме обогрева, так и в режиме охлаждения, тем самым способствуя более равномерному распределению температуры в конкретном помещении.

Встроенный интеллектуальный термодатчик и специально разработанные жалюзи Emura помогают регулировать схему воздушного потока, как по вертикали, так и по горизонтали, и направлять тёплый и холодный воздух именно туда, где он необходим.

Также в системе Emura традиционно установлена технология Daikin Flash Streamer, которая вырабатывает поток электронов, разрушающих в воздухе аллергены и другие вредные вещества. Серебряный воздушный фильтр задерживает пыльцу и пылевых клещей, а титано-апатитовый фильтр нейтрализует запахи, в том числе запахи домашних животных и сигаретного дыма.

Одной строкой

По сообщению ТАСС, выбросы углекислого газа достигнут в 2022 году рекордного уровня из-за роста потребления угля, нефти и газа, а также вследствие восстановления мировой экономики после пандемии. Об этом сообщается в докладе организации Global Carbon Project. По данным исследования, объём выбросов CO₂ вырастет на 1% и составит 37,5 млрд тонн. Наибольшее их увеличение зафиксировано в США и Индии.



Почти все страны ЕС опережают свои национальные планы по переходу на возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Переход на ВИЭ — одна из мер Евросоюза, чтобы достигнуть нулевого уровня выбросов парниковых газов к 2050 года.

Минприроды России планирует начать обновление своего автопарка и закупить электромобили российского производителя Evolute. Об этом говорится в сообщении компании в её Telegram-канале.



Бразильская Omega Energia планирует построить солнечную электростанцию Куага мощностью 4,6 ГВт. Об этом сообщила пресс-служба Ассоциации «Глобальная энергия». Станция будет состоять из 8 млн фотоэлектрических модулей.

Комитетом по энергетике Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации рекомендован к принятию законопроект «О внесении изменений в Федеральный закон “Об электроэнергетике” в связи с введением в гражданский оборот атрибутов генерации и сертификатов происхождения электрической энергии». В отечественных средствах массовой информации этот законопроект уже получил неофициальное название «закон о “зелёных” сертификатах».

Источник: Vzavtra.net.

ВИЭ

Госкорпорация «Росатом» может делать 60% деталей электромобилей



ГК «Росатом» имеет возможность изготавливать 60% деталей электромобилей, локализация производства которых проще, чем классических машин с двигателями внутреннего сгорания. Об этом сообщила президент АО «ТВЭЛ» (входит в ГК «Росатом») Наталья Никипелова на сессии XII Международного форума «Атомэкспо» «Электродвижение как новая парадигма развития отрасли», модератором которой выступила Ирина Сокол из информационного агентства ТАСС.

Никипелова отметила, что в электромобилях существенно меньше деталей, чем в автомобилях с ДВС. «Если в электромобиле примерно три тысячи деталей, то в “обычном” — в полтора раза больше. Локализовать всё это внутри России — так себе история...

Зачем локализовывать вчерашний день, если мы можем сразу прыгнуть в завтра», — рассказала она о преимуществах локализации в России производства электромобилей. Производство накопителей электроэнергии разворачивается «Росатомом» в городе Калининграде. Электродвигатели делаются внутри отрасли, и специалисты готовы создавать небольшие двигатели для автомобилей.

«В электродвигателе 20 процентов стоимости составляют магниты. Мы на одном из своих предприятий закладываем завод по производству магнитов, потому что это нужно нам в своей отрасли... Мы занимаемся, так или иначе, микроэлектронной базой, есть производство полимерных композитных материалов», — описала президент АО «ТВЭЛ» потенциал «Росатома» в этой сфере. При этом она отметила, что госкорпорация не планирует становиться автопроизводителем или монополистом в каком-либо секторе производства электромобилей.

Наталья Никипелова напомнила, что 40% стоимости электромобиля — это накопитель. «Росатом» планирует не продавать их ни автопроизводителю, ни автолюбителю. В госкорпорации считают перспективным создание автомобилей со съёмными накопителями, которые можно было бы менять на сервисных станциях, а не подзаряжать.



XXI конгресс «Энергоэффектив- ность. XXI век»: ИТОГИ

Международный конгресс «[Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология. Саморегулирование](#)» прошёл 16 ноября 2022 года в городе Санкт-Петербурге в отеле «Park Inn Прибалтийская». В рамках форума около 600 участников обсудили вопросы цифровизации проектно-строительной отрасли, экологии, внедрения новейших технологий в инженерные системы зданий и сооружений. [Журнал СОК](#) выступил стратегическим медиа-партнёром форума.



Официальный сайт мероприятия: ee21.ru

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

Открылась деловая программа конгресса пленарной сессией, дискуссию на которой модерировал вице-президент НОЭ, вице-президент, координатор НОПРИЗ по СЗФО, ответственный секретарь оргкомитета форума Александр Гримитлин.

Цифровизация проектирования, как важнейший инструмент повышения энергоэффективности, государственная политика в области энергосбережения, повышения энергетической эффективности и экологии, перспективные направления развития «Каталога импортзамещающих строительных материалов и оборудования», цифровые решения как важная составляющая ESG-ответственного строительства, цифровизация в целом как важнейший инструмент продвижения страны на пути энергосбережения и повышения эффективности в сфере строительства и ЖКХ, а также выбор между энергосбережением и альтернативной энергетикой — это лишь часть тем, затронутых в ходе пленарной сессии конгресса.

В их обсуждении приняли участие: президент НОЭ Леонид Питерский; вице-президент НОСТРОЙ, вице-президент Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты Антон Мороз; заместитель руководителя Центра компетенций Департамента строительства города Москвы Елена Звонарёва; президент Национальной ассоциации водоснабжения и водоотведения (НАВВ), член президиума рабочей группы Совета по энергоэффективности СФ РФ, член НЭС Росприроднадзора, секретарь подкомитета 15 ТК 465 «Проектирование и строительство» Светлана Гафарова; президент АС «АВОК Северо-Запад», вице-президент НОПРИЗ, НОЭ Александр Гримитлин, генеральный ди-

ректор АО «НПФ «Логика» Павел Никитин и директор по маркетингу ООО «БДР Термия Рус» Елена Михасева.

Дискуссия стартовала с актуальнейшей темы — импортозамещения в строительной и энергетической отраслях. О деятельности Министерства строительства и ЖКХ, национальных объединений и общественных организаций в этом направлении рассказал Антон Мороз.

— *НОСТРОЙ и ряд профессиональных общественных организаций под эгидой Минстроя России начали работу по формированию цифрового «Каталога импортзамещающих строительных материалов и оборудования», — заявил в начале своего выступления вице-президент НОСТРОЙ. — На данный момент количество позиций в «Каталоге» стремительно приближается к двум тысячам, что говорит о большом интересе к проекту, как у производителей стройматериалов и оборудования, так и у потребителей — застройщиков. Это не удивительно, так как ключевыми преимуществами использования ресурса и участия в нём являются практическое применение продукции, минимизация рисков, востребованность у потребителей, популяризация отечественных производителей и сокращение сроков строительства.*





❖ Президиум XXI Международного конгресса «Энергоэффективность. XXI век»

Далее Антон Мороз от Национального объединения строителей внёс предложение для установления правового статуса «Каталога» выступить с инициативой от профсообщества и внести изменения в действующее законодательство в части использования аналогов из «Каталога» и в части возможности замены материалов на аналоги без проведения экспертизы.

В свою очередь, выступая на конгрессе, Леонид Питерский затронул тему подготовки кадров и разработки, утверждения и внедрения профессиональных стандартов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

— Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергоэффективности на данный момент разрабатывает целый ряд профессиональных стандартов, с введением которых работа специалистов в данной области будет значительно систематизирована, — подчеркнул президент НОЭ. — Это направление деятельности НОЭ — очередная ступень в огромной работе нацобъединения по реализации закона «Об энергосбережении», нескольких государственных стратегий развития и, безусловно, требований, обозначенных в Послании Президента России Владимира Путина.

Далее Леонид Питерский отметил, что первой ступенью работы НОЭ была организация профессионального сообщества, в том числе и непосредственно на площадках конгресса «Энергоэффективность. XXI век», а также выработка предложений и векторов развития страны на пути снижения энерго- и ресурсопотребления и повышения энергоэффективности.

— То, к чему мы сегодня пришли, — результат огромных усилий профессионального сообщества, участников нашего форума, — заявил Леонид Питерский. — Мы смогли донести до высших эшелонов властных структур факт важности и необходимости внедрения энергосберегающих технологий в практику приме-

нения в нашей стране. Это наша с вами общая большая победа!

Позитивный настрой пленарной сессии был поддержан докладом заместителя руководителя Центра компетенций Департамента строительства города Москвы Елены Звонарёвой, которая на примере реализованного проекта строительства Терапевтического комплекса в Москве рассказала об успешном применении системного подхода к энергетической эффективности объектов строительства.

— Цифровые технологии в строительстве — это уже не далёкая мечта, а сегодняшняя реальность, — заявила Елена Звонарёва. — Применение «цифры» на строительстве Терапевтического комплекса в Сколково показало очень оптимистичные результаты. На данный момент объект введён в эксплуатацию, и его обслуживание продолжается также с применением «умных» систем.

Далее спикер привела статистические данные применения цифровых технологий на практике — при эксплуатации объекта. В среднем показатели снижены по различным параметрам от 15 до 40 %.

Тему информационных технологий продолжила на пленарной сессии конгресса президент Национальной ассоциации водоснабжения и водоотведения (НАВВ) Светлана Гафарова.

— По статистическим данным, основными потребителями электроэнергии в Санкт-Петербурге является ГУП «Водоканал СПб», а в Москве — метрополитен и снова «Водоканал», — начала свой доклад президент НАВВ. — Именно энергопотребление занимает в тарифе на воду 40 процентов общей стоимости. Поэтому на данный момент водоснабжающие организации, а также непосредственно потребители заинтересованы в разработке и внедрении так называемого «Стандарта водного следа», учитывающего сэкономленную воду и воду, которая работает в системе замкнутого цикла.

Докладчик отметила, что без цифровых технологий применение на практике данного стандарта невозможно, и в ближайшее время необходимо подготовить как сам «Стандарт», так и соответствующую законодательную базу.

О накопленном опыте внедрения энергоэффективного котельного оборудования на конгрессе рассказала директор по маркетингу ООО «БДР Термия Рус» Елена Михасева, а о противостоянии энергосбережения и альтернативной энергетики — генеральный директор АО «НПФ «Логика» Павел Никитин.

В завершение пленарной сессии конгресса вице-президент Национального объединения изыскателей и проектировщиков Александр Гримитлин рассказал о цифровой платформе НОПРИЗ.

— Цифровизация строительства является эффективным инструментом не только для сокращения его сроков и повышения качества в целом, но и для решения задач энергоэффективности, — заявил Александр Гримитлин, выступая перед участниками конгресса. — В связи с этим НОПРИЗ подготовил в помощь специалистам электронные справочники, библиотеки и каталоги, ставшие основой цифровой платформы нацобъединения. Пользуясь размещёнными в свободном доступе на сайте Национального объединения изыскателей и проектировщиков материалами, проектировщики значительно сокращают сроки работы над созданием проекта, а также минимизируют возможные ошибки.

Далее работу конгресса продолжили выставка «Энергоэффективность. XXI век», 46-я Ежегодная научно-практическая конференция «Коммерческий учёт энергоносителей» и тематические секции.

В этом году их было семь: «Электро-транспорт и сопутствующая инфраструктура 2023–2024», «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха как инструмент снижения энергопотребления и негативного влияния на окружающую среду», «Системы теплоснабжения в современных условиях. Вопросы проектирования, монтажа, эксплуатации и экологической безопасности», «Строительная теплофизика, декарбонизация и энергоэффективность», «Энергоэффективность при проектировании систем теплоснабжения и водоотведения, цифровизация ВКХ», «Умное освещение: новые технологии, проблемные вопросы и тенденции развития» и «Эффективное проектирование систем электро-снабжения в условиях изменений в законодательстве и цифровой трансформации энергетики и строительства». ●



Итоги выставки Machinery | Electro&Heat 2022

Главное событие теплоэнергетической отрасли — выставка [Machinery | Electro & Heat](#) — прошла с 24 по 26 октября 2022 года, в ЦВК «Экспоцентр» в городе Москве при генеральной информационной поддержке [журнала СОК](#).

В этом году на выставке было представлено оборудование для теплоэнергоснабжения гражданских объектов и промышленных предприятий различных отраслей. В выставке приняли участие 120 компаний — производителей оборудования для котельных, тепловых пунктов, автономных энергоцентров и ТЭЦ.

Выставка [Machinery | Electro & Heat 2022](#) прошла при поддержке отраслевых государственных структур и профильных ассоциаций: Совета Федерации ФС РФ; Комитета по энергетике Государственной Думы ФС РФ; Комитета по международному сотрудничеству РСПП; Российско-Китайской промышленной палаты; Ассоциации малой энергетики; Ассоциации «ЭнергоИнновация»; Ассоциации предприятий энергетики Московской области «Мособлтеплоэнерго»; Национальной Ассоциации водоснабжения и водоотведения; клуба теплоэнергетиков «Флогистон» / МПНУ «Энерготехмонтаж»; Ассоциации компрессорных заводов.

Генеральный партнёр выставки — ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж».

Генеральный информационный партнёр — [журнал СОК](#).

Свою продукцию представили 120 участников выставки — ведущие производители оборудования из РФ, Республики

Беларусь, Кыргызстана, Китая, Ирана, включая девять крупных котельных заводов: Ebico, HQTs, Simecs, котельный завод Tansu, «Белэнергомаш» — БЗЭМ, «Дорогобужкотломаш», «Псковский котельный завод», «Энергостройдеталь» — «Бийский котельный завод», котельный завод Тепло, ПК «Бойлер», «Теплообмен», ГК «АМАКС», МПНУ «Энерготехмонтаж», «Термобрест», LD / «Челябинскспецгражданстрой», «Теплоконтроль», «Энерготехномаш», «Экон», «Генмастер», ГК «ТЕХ» / Motortech и другие.

В выставке [Machinery | Electro & Heat 2022](#) приняли участие 120 компаний — производителей оборудования для котельных, тепловых пунктов, автономных энергоцентров и ТЭЦ

Отдельное внимание организатора было уделено таргетированной рекламной кампании выставки. За три дня работы экспозиции [Machinery | Electro & Heat](#) посетили 4864 специалиста.



Профиль посетителя выставки (конечного потребителя): специалисты генерирующих и теплоснабжающих компаний; проектных, инжиниринговых, строительно-монтажных компаний; специалистов-энергетиков промышленных предприятий различных отраслей (нефтегазовая, нефтехимическая, химическая, строительство, сельское хозяйство, пищевая, горнодобывающая и пр.); дистрибьютеры и дилеры промышленного оборудования.





Деловая программа выставки — это три дня мероприятий и десять отраслевых конференций, среди которых особое место заняло Пленарное заседание «Импортозамещение, инновации и локализация производства в энергетике как метод стабилизации экономики», прошедшее при участии М. В. Мироновой, помощника первого заместителя председателя Комитета по энергетике Госдумы ФС РФ, Б. А. Спектора, председателя правления Ассоциации компрессорных заводов, С. А. Гафаровой, президента Национальной ассоциации водоснабжения и водоотведения (НАВВ), и многих других.

В ходе деловой программы журнал СОК провёл две конференции.



Международная конференция по цифровизации проектирования и эксплуатации энергогенерирующих объектов «BIM & VEM 2022 | Промышленность»

Проведение конференции «BIM & VEM 2022 | Промышленность» (VII конференция «BIM & VEM») [см. QR-код №1] было продиктовано глубокими изменениями в российской экономике и усложнением реализации намеченных ранее планов в области цифрового строительства энергогенерирующих объектов.

На мероприятии специалисты поделились опытом практического решения задач по BIM-проектированию и эксплуатации энергогенерирующих объектов для промышленных предприятий различных отраслей в контексте непростой текущей ситуации на рынке цифрового строительства. В конференции в качестве спикеров приняли участие ведущие эксперты по BIM- и VEM-технологиям, представители профильных регулирующих структур и отраслевых объединений, представители компаний-поставщиков программного обеспечения, консалтинговых компаний.

В числе посетителей: проектировщики, руководители проектных организаций и отделов, главные инженеры / энергетики

промышленных предприятий, генерирующих и теплоснабжающих компаний, BIM-координаторы и менеджеры, а также другие специалисты.

«Импортозамещение: задачи, возможности, лучшие проекты»

На мероприятии [см. QR-код №2] специалисты рассказали об оптимальных подходах к модернизации энергогенерирующих объектов для промышленных предприятий различных отраслей, поделились опытом внедрения современного отечественного оборудования и высказали суждения о нюансах проведения подобной работы в условиях непростой текущей ситуации на рынке. Слушателям были представлены примеры реализованных проектов. В конференции приняли участие ведущие эксперты в области энергоснабжения в целом и его автоматизации в частности, представители компаний-производителей и поставщиков энергогенерирующего оборудования, проектных, инженеринговых, строительно-монтажных компаний, профильных регулирующих структур и отраслевых объединений, представители консалтинговых компаний.

Также свои конференции провели такие организации и объединения, как Национальная ассоциация водоснабжения и водоотведения, Ассоциация малой энергетики, Группа компаний «МКС», Ассоциация «ЭнергоИнновация», Ассоциация компрессорных заводов, «Мособлтеплоэнерго», клуб теплоэнергетиков «Флогистон» и Российско-Китайская палата по содействию торговле машинно-технической и инновационной продукцией. ●



●● QR-коды №1 (слева) и №2 (справа)

Московская область – лидер цифровизации сферы ЖКХ

В Подмосковье при информационной поддержке [журнала СОК](#) прошла ежегодная конференция Министерства энергетики Московской области «[Энергетическая и коммунальная инфраструктура Подмосковья: достижения, задачи и перспективы](#)». Мероприятие состоялось в рамках регионального Дня Минстроя России по развитию цифровой трансформации.



Конференция началась с пленарного заседания «Цифровая трансформация энергетического и коммунального хозяйства». Модератором заседания выступил **Анатолий Курманов**, заместитель руководителя рабочей группы Минстроя России по реализации проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город».

В дискуссии приняли участие: **Денис Кравченко**, ответственный секретарь Бюро Высшего совета, первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы Федерального Собрания РФ по экономической политике; **Александр Самарин**, министр энергетики Московской области (МО); **Антон Велиховский**, министр жилищно-коммунального хозяйства Московской области; **Сергей Черепанов**, первый заместитель министра жилищно-коммунального хозяйства Московской области; **Игорь Коханый**, координатор федерального партийного проекта «Городская среда» в МО, председатель Комитета по строительной политике и ЖКХ; **Роман Чуприков**, заместитель председателя Мособлкомцен; **Дмитрий Шкапов**, первый заместитель генерального директора ЗАО «Омский завод инновационных технологий» (Lavart).

Во время пленарного заседания министр энергетики МО **Александр Самарин** рассказал о цифровизации сферы энергетики и ЖКХ в Подмосковье:

«Московская область занимает лидирующие позиции по внедрению цифровизации, это касается и технологического присоединения, обработки обращений граждан, социальной газификации. Практически вся энергетическая и коммунальная инфраструктура региона переведены в «цифру»».

Цифровизация управления энергетической и коммунальной инфраструктурой состоит из трёх частей: цифровые отраслевые услуги для бизнеса или других субъектов деятельности, цифровизация инженерных систем и цифровизация управления.

Были перечислены основные достижения по переводу всех услуг в электронный вид, в частности, такие сервисы, как «Карта свободных мощностей» для бизнеса, Единая дежурно-диспетчерская служба (ЕДДС), «Карта коммунальных услуг многоквартирного дома (МКД)» для жителей Московской области, президентский проект «Социальная газификация», в рамках которого можно в том числе





подать онлайн-заявку на подключение дома к газу: на портале единого оператора газификации (ПАО «Газпром»), на «Госуслугах» и на сайте регионального оператора газификации (АО «Мособлгаз»).

Высказался на тему цифровизации **Антон Велиховский**, министр ЖКХ Московской области:

«Московская область сегодня — лидер по цифровизации сферы ЖКХ. Мы рады на этой площадке поделиться с колле-

гами нашими передовыми наработками. В Подмоскowie мы успешно решаем задачи по переводу сферы ЖКХ в «цифру», что позволяет в разы повысить эффективность его функционирования, на порядок снизить трудозатраты и время на принятие управленческих решений, а также существенно повысить скорость реакции и обработки обращений жителей, постоянно в режиме онлайн совершенствуя и развивая весь комплекс ЖКХ».

Министр привёл реальные примеры: «Единая информационно-аналитическая система ЖКХ — это наша разработка, интегрированная в ГИС, это уже федеральная информационная система. Эти системы позволяют нам в режиме онлайн видеть всё, что происходит в области жилищно-коммунального хозяйства в Московской области. На сегодняшний день цифровизация у нас завязана ещё и с переработкой отходов, в том числе твёрдых коммунальных отходов.

Наша система «Электронный талон» даёт нам возможность опять же в режиме онлайн ежедневно контролировать все потоки ТКО. И упомянутая система ЕИАС ЖКХ, как мы уже сказали, позволяет нам в режиме реального времени отслеживать все потоки и информацию об объектах. Кроме этого, у нас существует огромное количество чат-ботов по работе и с населением, и с ресурсниками».

В ходе первого дня конференции также прошли панельные заседания: «Государственная поддержка и источники финансирования», «Цифровые технологии. Умный город», «Электронные услуги и сервисы», «Обратная связь» и «Импортозамещение». ●



Информационная модель должна стать привычным инструментом на всех этапах жизни объектов

На темы цифровизации и ТИМ в последнее время много говорят на мероприятиях разного уровня. Насколько удалось импортозаместить ушедшее западное ПО, как развиваются и доступны ли отечественные разработки? Каким образом перестраиваются на новые рельсы отечественные разработчики? На эти вопросы ответил исполнительный директор компании «СиСофт Разработка», глава Комитета по стандартизации в области промышленного и гражданского строительства [АРПП «Отечественный софт»](#) Михаил БОЧАРОВ.

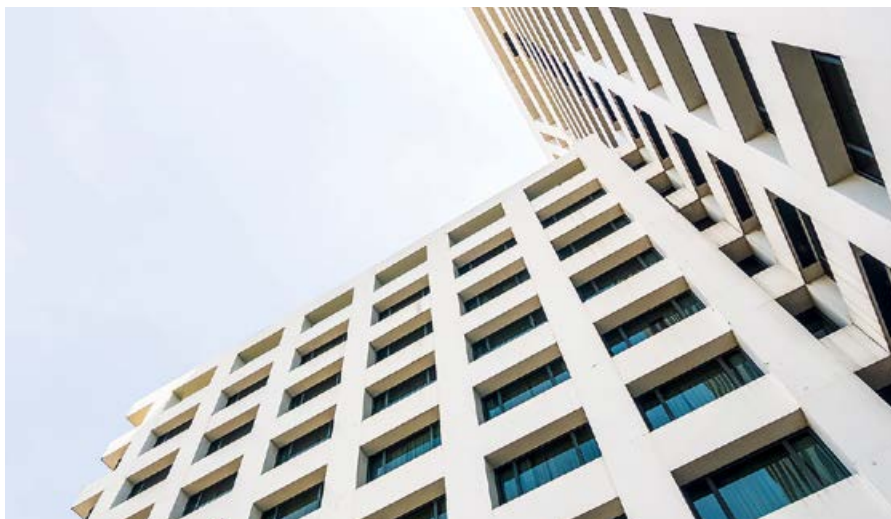
❖ **Михаил Евгеньевич, первое, с чего хочется начать общение с вами, это обсуждение назначения вас главой Комитета по стандартизации в области промышленного и гражданского строительства в Ассоциации разработчиков программных продуктов «Отечественный софт». Зачем вообще был создан этот комитет?**

— Целью создания комитета по промышленному ПО и стандартизации является объединение усилий для дальнейшего развития теоретических основ и подготовки практических рекомендаций в сфере управления качеством в условиях массовой цифровизации. Создание новых программных продуктов в области информационного моделирования и внедрение их в производство, в том числе в строительной отрасли, влечёт за собой необходимость разработки новых стандартов и требует оперативного отклика экспертного сообщества. Стандартизация является необходимым элементом системы нормативно-технического регулирования, управления нормативной и технической документацией в условиях перехода к цифровой экономике. Активная цифровизация проектно-строительной отрасли требует внесения существенных изменений в законодательство и в нормативно-техническое регулирование.

Профессиональное сообщество, понимая трудоёмкость задачи, терпеливо выжидает в нормативные нововведения, влияющие на внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ). Специалисты отрасли, законодатели, представители федеральных и региональных органов власти, инвесторы и учёные всё активнее включаются в обсуждение актуальных проблем ТИМ, обмениваются опытом. Целью системы информационного моделирования является объединение возможностей многих классов про-

граммного обеспечения, как технологий формирования и ведения информационной модели (ИМ). ИМ как общий архив данных должна и будет получать данные от систем, имеющих названия CAD, CAM, CAE, PLM, MES, BPM и т.д. Радует, что государственная политика ускоренной цифровизации нацелена на комплексные решения, которые помогут реализовать все преимущества управления данными на всём протяжении жизненных циклов как объекта информационного моделирования, так и его виртуальной копии — ИМ. Впоследствии в результате преобразования информационные модели должны стать цифровым двойником, что поможет преобразовать их в систему по типу «умный город». Конечно, для этого необходимо решить множество задач, часть из которых не решена и на мировом уровне. Так что импортозамещение нуждается больше в «импортоулучшении».

С целью решения наиболее актуальных вопросов в цифровизации строительной области и был создан профильный комитет при [Ассоциации разработчиков программных продуктов \(АРПП\) «Отечественный софт»](#). [Группа компаний «СиСофт» \(CSoft\)](#), ведущий разработчик инженерного и технологического ПО для ключевых отраслей промышленности, принимает активное участие в процессе цифровизации экономики, происходящей сегодня в нашей стране. Как представитель этой компании в АРПП, я понимаю, насколько ответственно то, чем мне предстоит заниматься на посту руководителя Комитета по стандартизации в области промышленного и гражданского строительства. Ключевая задача, которая стоит перед Комитетом, — обобщить законодательный опыт и ускорить цифровизацию, в том числе и в интересах отечественных производителей программных продуктов.





✪ Михаил Бочаров, исполнительный директор компании «СиСофт Разработка» (ГК «СиСофт», CSoft), глава Комитета по стандартизации в области промышленного и гражданского строительства Ассоциации разработчиков программных продуктов (АРПП) «Отечественный софт»

✪ **Каким образом уход из России крупнейших вендоров повлиял на российский рынок программных продуктов в целом и на ГК «СиСофт» в частности?**

— На CSoft это не повлияло практически никак. У нас есть программные продукты на все виды и типы технологий информационного моделирования, поэтому мы очень хорошо чувствуем себя на рынке ПО, вне зависимости от присутствия на нём зарубежных конкурентов. Если же говорить о российском рынке вообще, то очистилось место для новых разработок, полностью отвечающих российскому техническому регулированию. Например, отечественные разработчики могут обеспечить себя общим форматом для управления и хранения данных, что снизит риски их потери и обеспечит быстрое развитие ТИМ за счёт использования возможностей начинающих разработчиков.

✪ **Получается, что рынок очистился? Или он просто опустел и взять с него нечего?**

— Он очистился для новых возможностей, чем должны воспользоваться отечественные разработчики. Теперь мы можем развивать собственные разработки в интересах отечественного потребителя. Конечно, с учётом положительного и отрицательного мирового опыта развития BIM. Западные решения были очень привлекательны в силу маркетинговой активности их разработчиков. Но зарубежные решения основывались на западном техническом регулировании, которое не очень хорошо подходило для России. Более того, иностранные разработчики предлагали «переделать» под своё ПО наших строителей, изыскателей, проектировщиков и нашу нормативную базу. А должно быть наоборот. Так что — ушли и ушли.

✪ **Насколько это критично, исходя из того, что почти 80 процентов российского рынка ПО занимали иностранные компании?**

— Во-первых, сами продукты остались, лицензии пока работают, и этими продуктами пользуются. Наше ПО, по мнению отдельных пользователей, в чём-то хуже, в чём-то лучше. Для многих пользователей это критично, но не смертельно. В общем итоге эти программные продукты выполняют одну и ту же функцию. При этом иностранное ПО для этапа проектирования мы давно заменили. Например, у ГК «СиСофт» наработана лучшая линейка ПО из возможных в России. Причём стадия проектирования в этой линейке полностью импортозамещена, и проблема перехода с импортного ПО иногда связана только с вопросом привычки использовать конкретный софт. Но развиваться нужно, не воспроизводя привычную картинку интерфейса, а дополняя и улучшая функционал. В этом нужно ориентироваться уже и на импорт, и на других отечественных разработчиков: нужно быть в тонусе и постоянно развиваться.

Также хочу отметить, что информационное моделирование, как обособленная отрасль IT-ландшафта, пока только формируется — не только в России, но и в мире, вбирая в себя различные классы программных продуктов по управлению данными в виде отдельных технологий для формирования и ведения информационных моделей. BIM, будучи частью информационного моделирования, пока хорошо работает только на этапе проектирования. Конечно, это замечательно, когда проектировщик с помощью мышки и клавиатуры начинает рисовать здание, подтягивать данные, собирать конструктив,

формировать описание и документацию. Ну, а дальше что? Ведь на стадии строительства и эксплуатации BIM пока применяется по минимуму. Нужно понимать простую вещь: зарубежные продукты делались с ориентацией не на российское техническое законодательство. Продавая их на территории России, нужно было одновременно внедрять и чужие бизнес-процессы, выдавая их за самые передовые. Всё это напоминает наивные рассуждения начала 1990-х годов, когда на волне отрицания всего советского думали: «А давайте скопируем американскую конституцию и будем жить как в Америке».

Несмотря на маркетинговые усилия по продвижению BIM и формата IFC, имеется ряд фундаментальных ограничений. Принцип информационного моделирования намного амбициозней и проще, хотя также не лишён недостатков, которые необходимо отработать на практике применения. Поэтому мы очень осторожно относимся к необдуманному и поспешному изменению в законодательстве, определяющему основные «правила игры».

Например, грядущая отмена с 1 марта 2023 года ПП РФ № 1431 без альтернативы — не очень положительный шаг. Такие колебания только вредят становлению информационного моделирования. Но я убеждён, что, несмотря на трудности внедрения, у информационного моделирования хорошая перспектива. При этом, имея в виду строительство с использованием информационного моделирования, нужно понимать, что все строители (каменщики, бетонщики, штукатуры) по своей сути являются потенциальными участниками работы в информационной модели. Только нужны простые и дешёвые технологии «общения» с этой самой информационной моделью. К примеру, каменщик сложил какую-то стенку за смену, сфотографировал её на свой смартфон и передал эти данные по определённому адресу — по сути, в модель. То же самое можно сделать проще, например, с помощью облёта или обхода беспилотным аппаратом. Затем мастер, бригадир или прораб со своим приложением проверяют качество строительства и тоже передают эти данные в модель. После этого уже в модели подтягиваются и сопоставляются расценки, объёмы, сетевые графики. Так формируется и ведётся модель на этапе строительства. Но для того, чтобы всё это работало, мы должны каждому строителю дать самый минимальный уровень знаний для работы с информационной моделью на своём участке. Этот минимум должен определяться так называемым «*порогом входа в цифровизацию*».

Если пользователь сфотографировал объект на телефон и отправил снимок коллеге, то это низкий порог, и он устроит всех. Наша задача — разделить компетенции при работе с информационной моделью, причём для подавляющего большинства строительных профессий — по низкому порогу входа. Вроде всё просто, да и много стартапов и крупных вендоров такое делают, но как-то всё пока «не сложилось» — ни на Западе, ни в России.

Кроме того, у нас опять началась путаница в терминах. Давайте, наконец, разберёмся, что такое сама информационная модель и что есть процессы её формирования и ведения (по сути, это и является технологиями информационного моделирования). Так мы снимем множество проблем, созданных при хаотической и, к сожалению, недостаточной, а где-то избыточной регламентации и стандартизации информационного моделирования. Вместо чётких и простых понятий у нас полная анархия в нормативных требованиях. А ведь всё очень просто: модель формируется, когда создаётся в основном её графическая составляющая, на которой лежит обязанность структурирования данных. И модель ведётся, когда на основе графической структуры к ней привязываются данные. Причём эти процессы могут существовать и совместно.

Для этого Градостроительным кодексом Российской Федерации предусмотрен простой инструмент — классификатор строительной информации (КСИ). Задачей классификатора является распределение информации об объектах капитального строительства и об ассоциированной с ними информации в соответствии с её классификацией (классами, группами, видами и другими признаками). Действующий вариант КСИ эту задачу выполняет плохо. Основная причина — не очень удачная классификация (идентификация) внутри самого объекта. Мы опять наступаем на те же грабли — тянем смыслы BIM и IFC в российскую стройку. Ведь BIM — больше о самом объекте, а задачи ТИМ значительно шире, например, добавляется внешняя интеграция с государственными информационными системами. Но чем больше мы цепляемся за неработающие решения, тем больше непродуктивных затрат понесут участники процессов внедрения информационного моделирования (они укрупнённо перечислены в ПП РФ от 5 марта 2021 года № 331). Нужно понимать, что эта самая информационная модель будет разной на всех этапах её жизненного цикла. Не новая модель, а продолжение старой, с предыдущего этапа жизненного цикла.

И как эта информационная модель будет выглядеть, какую будет иметь детализацию, мерность, в каком она будет формате или виде, — мы пока точно не знаем, это определит практика. Но связывать данные каждого этапа внутри информационной модели и вовне её будет та самая графическая часть, к которой нужен нормальный КСИ. Мы к этому обязательно придём. И дело даже не только в технологическом суверенитете, но и в самом обыкновенном здравом смысле.

Ещё одно заблуждение — это априорная эффективность от внедрения информационного моделирования. Никакой инструмент не может быть «автоматически эффективным». Молоток эффективен или нет? Это инструмент, а его эффективность зависит от того, кто и как его применяет. Технологии информационного моделирования позволяют планировать время, деньги и процессы. Эти технологии — инструмент, который даёт возможность принимать управленческие решения, но только при условии, что полученных от информационных технологий данных хватит конкретному управленцу для эффективного их применения. Что касается самих ТИМ, то необходимо, чтобы уровень и объём внедрения информационного моделирования были не меньше требуемых по закону и отвечали желаниям заказчика.

❖ То есть вы утверждаете, что, вопреки сложившемуся мнению, информационная модель может быть неэффективной, в зависимости от того, что в неё внесено и как ею пользуются?

— Давайте разберёмся с фразой «сложившееся мнение». Чьё мнение вы имеете в виду? Тех, кто ловит коммерческую волну государственного интереса к информационным продуктам и более активен медийно? Априори говорить о том, что BIM, как мифический царь Мидас, превращает в золото всё то, с чем «соприкасается», совершенно неверно. Повторю: для проектирования информационное моделирование или BIM (в данном случае это одно и то же) точно эффективно. И все необходимые программные продукты для проектировщика есть в виде отечественных решений. При этом для развития BIM, для этапов строительства и тем более эксплуатации предстоит ещё много работы, но направление на цифровизацию и последующую цифровую трансформацию действующих процессов — правильное. Для российского технического регулирования правильно всё-таки говорить «информационное моделирование», так как предполагаемое развитие информацион-

ной экосистемы России точно превосходит все уровни зрелости BIM от Бью и Ричардса или «Индустрии 4.0», которые нам стараются навязать в качестве ориентиров. Это самое простое — управлять процессом, навязав свой принцип оценки результата. Так мы всегда будем догонять и импортозамещать, а нам нужно опережать и «импортоулучшать». Наша «планка высоты» гораздо выше, и, взяв поставленную высоту, мы с лёгкостью пройдем все западные уровни, а также используем и разовьём всё лучшее, что уже наработано отечественными вендорами и отечественной строительной отраслью.

Здесь должно быть разумное ограничение, которое можно выразить фразой: не нужно учить строителя строить, можно только предложить лучший вариант (инструмент) управления данными строительства. Мы должны расположить к информационному моделированию рядового пользователя — для внедрения это будет гораздо эффективней, чем «обязаловка» от начальства.

❖ Очевидно, что информационная модель должна работать на всех этапах существования объекта. И если проектировщик её сделал, а строителю, тем более в эксплуатации, она вообще не нужна, то смысла в этой информационной модели нет. Да и с ПО, как я понимаю, на этой стадии тоже есть проблемы...

— Проблема с программным обеспечением на этапе строительства и эксплуатации состоит в том, что полноценной линейки уровня этапа проектирования нет ни за рубежом, ни в России. Даже, уточню, проблема с программно-аппаратным обеспечением, так как для этапов строительства и эксплуатации необходима обратная связь от объекта информационного моделирования. И тут много работы для отечественных вендоров и производителей электронного оборудования на основе целей и задач по цифровизации стройки по принципам российского технического регулирования.

САПР расшифровывается как система автоматизированного проектирования, и наша задача — создать систему автоматизированной поддержки строительства (САПС). Необходимо создать полноценную линейку программных продуктов для стройки, как уже было сделано для проектирования. Потом уже перейдём к эксплуатации. Создать модель «как построено» вручную, на основе факта построенного объекта, или автоматизировать только получение смет или графиков строительства — этого мало, но всё равно это первые шаги к САПС. И как было сказано

выше, автоматизация технологий информационного моделирования стройки, а от неё и экономическая эффективность, как в проектировании, будет получена, когда мы обеспечим автоматическую обратную связь со стройплощадки и сделаем принцип информационного моделирования выгодным для пользователя.

Автоматизация процессов формирования и ведения информационной модели как часть цифровой трансформации резко снизит опасность рисков, связанных с человеческим фактором. При этом сами процессы получают необходимую прозрачность, что также положительно скажется на экономике, в том числе снизит риски коррупции.

❗ Возникают большие сомнения по поводу внедрения ТИМ в строительстве...

— И напрасно! Здесь главное — найти бенефициара, который реально будет заинтересован в информационной модели. Заинтересован в ней застройщик, который по факту платит за жульничество и неэффективность подрядчиков. Заинтересован государственный заказчик, который хочет сохранить деньги и получить построенный объект. Заинтересовано и государство — как всеобщий контролёр.

Потребители, желающие самостоятельно и вынужденные по закону (перечислены в ПП РФ № 331) формировать и вести информационную модель, должны понимать, что одной из проблем будет получение объективных данных со стройплощадки или с объекта эксплуатации. Субъективно (вручную) информационную модель можно наполнить любой информацией, в том числе фальшивой.

Но автоматизация сбора данных со стройплощадки в информационную модель — лишь часть необходимого для процессов формирования и ведения информационной модели. Нужно то, что называется «программно-аппаратной средой информационного моделирования», что в проектировании носит имя «среда общих данных» (СОД). Но уже для стройки это понятие должно быть функционально расширено. Речь идёт о нескольких средах общих данных, среди которых среда проекта — основная. Для исключения сопоставления с СОД, у которой нет такой функциональности, эти среды лучше называть «информационными пространствами». Среди них информационное пространство проекта является основным, а информационные пространства сторонних организаций — второстепенные и входят в общее «информационное поле проекта» по принципу договорённости по обмену данными и по политике



прав доступа между участниками процессов формирования и ведения информационной модели.

Тогда это почти полноценный цифровой двойник строительства, в котором, как уже говорили, каменщик по окончании смены делает фото выполненных работ. Затем эти данные, лучше автоматически, обрабатываются и вводятся в информационную модель. В конце рабочего дня видны выполненные работы, которые можно легко контролировать. А если ещё видеокамеры установлены на стройплощадке, дрон её облетает, то, может быть, и каменщику фотографировать ничего не нужно. Это и есть автоматизация и работа технологий информационного моделирования. Нужно концептуальное понимание цифрового двойника, который объединит информационные потоки данных процессно-ориентированных технологий информационного моделирования, структурированных на основе объектно-ориентированной информационной модели. И формировать такое понимание должны все участники строительного процесса: и Главгосэкспертиза, и вендоры, и заказчики, и застройщики.

❗ То есть нужно переходить к цифровому двойнику?

— На самом деле у нас уже есть два комплекта ГОСТов по цифровым двойникам. Один комплект — это порядка восьми ГОСТов, которые наработал Технический комитет по стандартизации ТК 194. По сути, это перевод западных стандартов. И очень интересно было бы посмотреть статистику использования этих ГОСТов. Второй комплект — это пакет ГОСТов от ТК 700. Им разработан ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и модели-

рование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». Стандарт распространяется только на изделия машиностроения. Но на самом деле это опасный прецедент, так как опять разные ТК (194, 700 и профильный ТК 505) одного Росстандарта плодят терминологические и инженеринговые определения (сущности), которые будут конфликтовать с технологическими кейсами, проверенными практикой, а бремя ответственности и ненужных затрат ляжет на исполнителя из перечня ПП РФ № 331.

Для начала люди должны понимать терминологию. Это значительно упростит работу и уберёт с рынка программного обеспечения и инженеринговых услуг коммерсантов, продающих свои разработки под лозунгами: «Вы тут ничего не понимаете, это лучшее в мире». Где-то мы уже это слышали. Ах да, по словам Остапа Бендера, «в Европе и в лучших домах Филадельфии принято разливать чай через ситечко». Согласно ГрК РФ и ПП РФ от 15 сентября 2020 года № 1431, информационная модель — это результат расчётных и прочих технологий информационного моделирования, призванных формировать и вести информационную модель. В ПП РФ № 1431 говорится, что информационная модель формализуется в виде конечного файла по результату каждого из этапов: изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации. Или по желанию — подробно по подэтапам каждого из этапов. Логическим продолжением является то, что цифровой двойник — это совокупность тех самых технологий формирования и ведения вместе с текущей информационной моделью, где под текущей информационной моделью понимается уровень формирования и ведения модели в конкретный момент времени. Всё просто и понятно. Дискретность актуализации данных при ведении, уровень насыщенности информацией и её хранения или уровни детализации при формировании информационной модели, как и было указано выше, — минимум (по требованию нормативов) и максимум — по желанию заказчика.

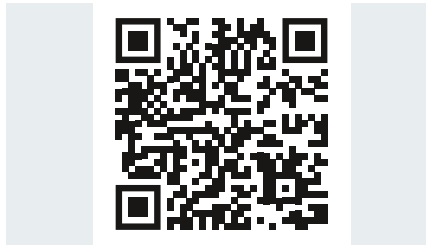
В «Стратегии развития строительной отрасли на период до 2030 года» (РП РФ от 31 октября 2022 года № 3268-р) дано более приемлемое определение «цифрового двойника» объекта капитального строительства (ОКС) как «синхронизированная цифровая копия ОКС, представляющая собой виртуальную модель, воспроизводящую форму оригинального объекта и все характерные для такого оригинала процессы, что позволяет однозначно идентифицировать все исторические изменения».

∴ Таким образом, ТИМ-проектирование обеспечено и российским, и иностранным ПО? А вот на этапе строительства, когда начинается работа с информационной моделью и цифровым двойником, ПО и нормативной документации очень мало, равно как и понимания того, как со всем этим работать?

— Да, здесь очень много ручного труда, человеческий фактор и так далее, но ПО есть. А вот цифровой двойник нуждается в автоматизации — частичной или полной. Здесь должны быть и автоматизация контроля, и постоянные сверки реального состояния объекта. Всё это помогает цифровому двойнику здания жить. И с этим проблемы не только у нас, но и во всём мире. И это, я считаю, главное направление работы на ближайшие годы. Конечно, есть различное иностранное оборудование для лазерного сканирования, для фотограмметрии, есть дроны для фото- и видеосъёмки. Но всё это — лишь фрагменты тех процессов автоматизации, которые должны быть. А вот в этом, кстати, мы серьёзно отстаём от западных технологий: рынок забит иностранным оборудованием с предустановленным ПО, а российского практически нет. Так что российским разработчикам лазерных сканеров и оборудования для фотограмметрии есть над чем работать.

Очевидно, что каждая технология реального строительства должна постепенно (ключевое слово) трансформироваться и пройти свой цифровой этап для того, чтобы стать автоматизированной. В этом нет ничего особо сложного, и потихонечку мы сделаем всё, что необходимо отрасли для её цифровизации. Может быть, у нас скоро каждый кирпич будет с радиометкой (гиперболизированное предположение), которая позволит автоматически подсчитать объём выполненных работ и трудозатраты на укладку этого кирпича, а также вычислить день, когда нужно заказать новую партию кирпичей. Пока такой технологии нет, мы будем наталкиваться на саботаж и нежелание строителей использовать цифровые технологии.

Но самое главное, на мой взгляд, — нам нужно на старте «большой цифровизации» отрасли договориться о терминах и базовых понятиях, на которых всё должно строиться. Сейчас такой базы нет, каждый применяет термины и понятия в силу своего понимания ситуации, а также руководствуясь зачастую противоречивыми нормативами разного уровня. Проект ГОСТа на терминологию системы ЕСИМ очень сырой, с ним ещё нужно много работать. Но без этого невозможно двигаться дальше. Нужно определить, что



∴ Проекты стандартов ЕСИМ ГК «СиСофт»

такое цифровизация, что такое оцифровка, что такое цифровая трансформация. Сейчас все эти термины каждый употребляет в силу своего понимания.

В ГОСТах, которые разработала [Группа компаний «СиСофт»](#) (CSoft) [см. QR-код — *Прим. ред.*], эти термины очень чётко изложены. Наша совместная работа с «ОЦКС» («Росатом») позволит это сделать. Надеемся, что это будет учтено профессиональным сообществом, особенно теми лицами, которым придётся реально заниматься технологиями информационного моделирования (список ПП РФ № 331).

∴ На мой взгляд, самое главное, на что наталкиваются все «продвигатели» цифровизации и BIM, это стойкое непонимание того, зачем всё это нужно заказчиком, подрядчиком, эксплуатантам...

— Точно подмечено! Ответ простой: интересы не всегда совпадают. Одним нужно продать некий «цифровой продукт», а другим придётся работать, тратить немалые средства на хаотическую цифровизацию и нести ответственность за ненужную покупку. Но активны пока только первые, а вторые только начинают осознавать надвигающиеся проблемы и зачастую пребывают в некотором шоке, не понимая, зачем всё это. Ответ придёт сам собой, когда заказчики и подрядчики будут получать экономическую выгоду от использования ИМ. На этом пути возможны перегибы в части отрицания комплексных программно-аппаратных решений, особенно от начинающих разработчиков.

Исправить ситуацию можно двумя способами: должна быть соответствующая политика государства с определением координирующих развитие цифровизации технических критериев и должно быть сотрудничество «стартаперов» с ведущими отечественными вендорами, например, в области интероперабельности потоков данных при информационном моделировании. Повторюсь, наряду с IFC нужен общий национальный формат данных с надёжной схемой и архитектурой управления информационными потоками, отвечающими принципам российского технического регулирования и возможностям по длительному хранению данных.

Наша задача — сделать информационную модель удобной и выгодной. Ориен-

тироваться необходимо в том числе на конечного бенефициара — эксплуатирующую организацию. И главное — мы должны модель продать, а не навязывать её как «чемодан без ручки». Эксплуатирующая организация купит информационную модель тогда, когда поймёт свою выгоду, не раньше. Сейчас организацию заставляют брать эту модель, ставить на баланс как нематериальный актив, выполняя требования и постановления. И эксплуатирующая организация, не понимая назначения модели, начинает от неё отмахиваться или требует дополнительного финансирования, обучения кадров и так далее. Если же эксплуатирующая организация поймёт, что информационная модель — это очень удобный рабочий инструмент, она сама будет настаивать на определённом уровне и качестве этой модели.

∴ Но тогда давайте определимся, что такое эксплуатирующая организация? Кто у нас эксплуатирует ту же школу в районном центре? РОНО, где сидят три инспектора в возрасте 60+? Это они будут работать с информационной моделью?

— Давайте разберёмся, что называется, «на старте». Есть два вида эксплуатации зданий и сооружений по поддержанию его технически исправного состояния и эксплуатации как объекта, предназначенного для обеспечения производственного процесса в коммерческом предприятии или общественной функции общегражданского объекта. Завод необходим, чтобы производить продукцию, школа — чтобы учить детей, театр — чтобы ставить спектакли, и так далее. Это уже совершенно другой принцип организации информационных потоков и другие подходы к формированию и ведению самой информационной модели.

В первой ситуации за эксплуатацию объекта, например, школы, могут отвечать разные лица. За разбитое окно и отвалившуюся штукатурку в школе отвечает директор, и точная информация о таких «процессах» вряд ли понадобится кому-то ещё. Эта информация для РОНО будет обобщена в строках затрат бюджета школы. Но за организацию учебного процесса отвечают уже и школа, и РОНО, за организацию питания и вывоз мусора — ещё и представители других предприятий. Все указанные процессы в виде информационных потоков данных возможно привязать к информационной модели школы или всех школ района. Есть такие примеры? Нет. А именно такие информационные модели и нужны, и именно к такому уровню цифровизации идёт Россия.

Другая сторона — квалификация персонала. По моему мнению, информационная модель для «хозяйственной» эксплуатации должна быть такой, чтобы люди, которые с ней будут работать, даже не знали, что они с ней работают. Например, уборщица в школе после того, как уберёт туалет или класс, приложит палец к планшету — и информация об уборке автоматически пойдёт в информационную модель, а далее это действие уже будет учитываться в её зарплате, а у завхоза автоматически будет формироваться расход моющего средства для полов и стен для будущего заказа. И все эти люди по факту будут работать с информационной моделью, даже не имея соответствующей квалификации. И желательно, чтобы такие технологии были на каждом шагу эксплуатации здания.

Когда мы создадим информационную модель, которая обеспечит наилучшее управление данными, тогда не будет вопроса «кому это нужно?» И у того же директора школы часть работы, которую раньше медленно и с ошибками делали секретарь, завхоз и бухгалтер, сделает машина — быстро и без ошибок. А потом машина сама проведёт тендер на закупку швабр, лампочек и моющих средств. Почему бы и нет? Тут сразу же убирается коррупционная составляющая, а школа получает швабры и лампочки в срок и по хорошей цене. И далее — этим вовсе не обязательно заниматься директору конкретной школы (особенно, например, в райцентре) или РОНО. Для этого муниципалитет может поручить трасовое ведение информационных моделей всех школ, например, одному из муниципальных учреждений. Такая мера особенно необходима на первом этапе внедрения информационного моделирования, которому свойственны и дефицит квалифицированных кадров, и огромный разброс по оплате труда между специалистами по информационному моделированию и, например, сотрудниками школы. Тогда можно организовать управление (администрирование) ИМ всех школ в руках одного «профи» и не осложнять жизнь специалистам 60+.

∴ Заказ на состав информационной модели должен идти от эксплуатирующей организации. А там есть понимание, что это такое — информационное моделирование?

— Должен пройти какой-то период, чтобы эксплуатирующие организации узнали, что такое информационная модель, и были заинтересованы в её получении. Мы надеемся, что ущерб от набивавшей «пену» цифровизаторов этого периода

будет незначительным для потребителя, а сам период осознания пользы информационного моделирования — коротким. В этом процессе должно участвовать государство, оптимизируя процессы цифровизации на основе национального технологического суверенитета, например, поддержав инициативу национально-ориентированных вендоров по созданию национального формата данных. От этого выиграют все, и прежде всего государство. Редактируемый национальный формат для длительного, надёжного хранения данных — прямой путь к типовому проектированию, снижению затрат и упрощению интероперабельности цифровых сервисов.



Нужно вести просветительскую работу на самом низовом уровне, тем более что самый большой госзаказ на строительство социальных объектов у нас в регионах и в муниципалитетах. Да и все объекты, которые строятся даже на федеральные деньги, всё равно эксплуатируются на местах. Тут нужен в хорошем смысле государственный протекционизм, причём направленный не на какую-то отдельную компанию или продукт, а на создание и финансирование определённой технологической среды, где наши информационные модели будут естественным образом встречаться с заказчиками и с эксплуатирующими организациями. Повторюсь: в первые годы внедрения информационного моделирования в регионах желательны специальные уполномоченные муниципальные или региональные учреждения, которые в режиме трасового ведения и даже формирования информационных моделей обеспечат выполнение требований ПП РФ № 1431 для организаций, перечисленных в ПП РФ № 331.

Это обязательно и с минимальными затратами поможет выстраиваться и гармонизироваться процессам цифровизации. Интересные перспективы?

∴ Да, вполне! То есть информационная модель в перспективе должна стать привычным и понятным инструментом при строительстве и эксплуатации зданий. А уже сейчас в сфере цифровизации каким глобальным достижением можно поделиться как со специалистами, так и с рядовыми обывателями?

— Дочерняя компания «Росатома» — «ОЦКС» — и ведущие вендоры, включая [«СиСофт Девелопмент»](#), договорились о сотрудничестве в области развития информационного моделирования. Сотрудничество «ОЦКС» и компании [«СиСофт Девелопмент»](#), имеющей собственные варианты ГОСТ ЕСИМ, окажет синергетический эффект на всю российскую экономику. Отечественные разработчики решили объединить усилия и гармонизировать создаваемые стандарты с накопленным на протяжении нескольких десятилетий опытом. В первую очередь следует регламентировать процессы обеспечения «бесшовной» передачи информационной модели с этапа на этап без риска потери данных с указанием роли и ответственности всех участников процесса. При этом надо понимать, что на разных этапах жизненного цикла информационного моделирования все процессы могут быть организованы по-разному, иметь различное наполнение и различные форматы данных. Кроме того, синергия обеспечит актуальность, а также простоту и удобство исполнения, отвечающие высоким требованиям и мировым тенденциям. Это несомненно скажется на основной цели цифровизации — повышении эффективности технологических и производственных процессов инвестиционного проекта.

В рамках соглашения, рассчитанного на пять лет, стороны обозначили основные направления взаимодействия, в числе которых: дальнейшее развитие национальной системы стандартов ЕСИМ; разработка стандартов ЕСИМ; построение модели данных, обеспечивающей стандартизированный обмен информацией между участниками градостроительной деятельности при применении технологий информационного моделирования; содействие в формировании программной открытой библиотеки libIM, реализующей модель данных для градостроительной деятельности. Такое сотрудничество позволит разработать эффективные стандарты на принципах законности и объективности. ●



Революция в стандартах ЕСИМ

Разработка и внедрение отечественного программного обеспечения на ближайшие годы станет одной из основных задач российской экономики. Если она не будет выполнена, можно смело утверждать, что экономическое развитие страны замедлится. Конечно, поставленная задача — непростая, предстоит решить многие научные, технологические и организационные вопросы. Но надежда на успех реальна, так как в России есть разработчики программного обеспечения, которые уже сейчас способны предложить конкурентоспособные решения.

Автор: Елена ВЛАДИМИРОВА

Изумляться придётся чаще

Одной из российских компаний, которая активно занимается цифровизацией своих технологических процессов, является Госкорпорация по атомной энергии «Росатом». Последние годы она значительно активизировала свою работу в этом направлении. В частности, занялась технологиями информационного моделирования (ТИМ). Речь идёт о платформенном решении, которое используется при проектировании и управлении жизненным циклом сложных инженерных объектов.



Атомная энергетика изначально предусматривает повышенную надёжность объектов. Проектирование АЭС сопровождается сложными расчётами, цель которых — обеспечить самый высокий уровень безопасности. Задача осложняется тем, что необходимо учитывать сложную IT-архитектуру станций, когда комплексы разных систем должны быть интегрированы между собой и встроены в общую экосистему.

Согласно Указу Президента РФ от 30 марта 2022 года №166, к 2025 году всё программное обеспечение на объектах критической инфраструктуры, к которым относятся и АЭС, должно быть российского происхождения [1]. Но пока доля отечественных решений здесь очень мала.

Во многом это обусловлено тем, что промышленная отрасль России занимает лишь третье место по уровню затрат на внедрение и использование цифровых технологий после IT и финансового сектора. И, как отмечает премьер-министр РФ Михаил Мишустин, лишь 23% используемых в промышленности IT-решений являются отечественными.

Сегодня в промышленности, включая энергетический сектор, основные проблемы связаны с инженерным ПО. Долгие годы здесь использовались преиму-

щественно зарубежные IT-разработки. А для российских пакетов не было серьёзного рынка. В этих условиях наивно рассчитывать на создание отечественных аналогов по всему спектру решений. Тем не менее, некоторым российским компаниям удалось создать качественное ПО. И это крайне важно.

Согласно Указу Президента РФ от 30 марта 2022 года №166, к 2025 году всё программное обеспечение на объектах критической инфраструктуры, к которым относятся и атомные электростанции, должно быть российского происхождения

«В нынешних чрезвычайных условиях особое значение приобретает наличие качественного программного обеспечения. То, что оно сегодня во многом зарубежное, резко увеличивает наши риски, — отмечает президент НОТИМ (Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования) Михаил Викторов. — Есть достаточно своих разработок, но их необходимо интегрировать в рынок. Проблема в том, что у нас от разработки до внедрения продукта — очень длинная цепочка. В нынешней ситуации надо существенно сокращать это время со средних полутора лет до полугода. И здесь важно участие государства. Выделяемые им гранты должны гораздо быстрее доходить до получателей. Не менее важный вопрос — пропаганда отечественных достижений в строительной отрасли в этой области. Многие потенциальные пользователи плохо информированы о наличии отечественного программного обеспечения и его возможностях».

Историческое соглашение

Со словами президента НОТИМ трудно не согласиться. К счастью, положение начинает меняться к лучшему. По крайней мере, отечественные крупные корпорации всё активнее сотрудничают с лидерами IT-отрасли России. Одним из важных событий в этой сфере стало подписание 1 сентября 2022 года соглашения о взаимодействии по вопросам сотрудничества в области развития технологий информационного моделирования между частным учреждением Госкорпорации «Росатом» «Отраслевой центр капитального строительства» («ОЦКС»), [АО «СиСофт Групп»](#), [АО «СиСофт Девелопмент»](#), [АО «СиСофт Разработка»](#), [ООО «Нанософт разработка»](#). Основным направлением взаимодействия



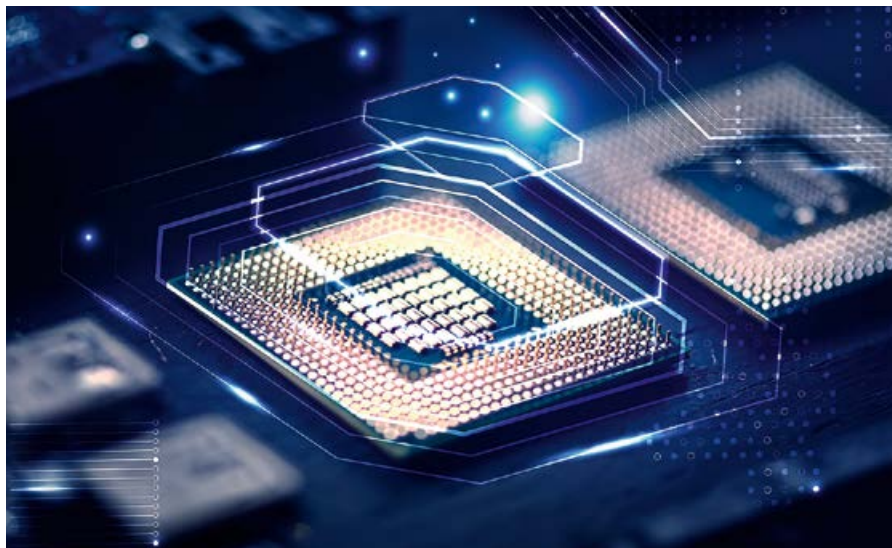
является совместное участие ГК «Росатом», «ОЦКС» и ведущих отечественных разработчиков в развитии национальной системы стандартов — Единой системы информационного моделирования (ЕСИМ). Цель ЕСИМ — формирование нормативно-технической базы документов для повышения эффективности инвестиционно-строительной деятельности и управления объектами моделирования в РФ.

Создание национальных стандартов ЕСИМ будет проводиться в рамках технического комитета по стандартизации ТК 505 «Информационное моделирование». Сейчас в процессе разработки находятся основополагающие стандарты ЕСИМ, но в планах — дальнейшая работа, в том числе по гармонизации действующих стандартов с ЕСИМ. Проект стандарта ГОСТ ЕСИМ «Основные положения» прошёл стадию публичного обсуждения и после решения ТК 505 получит статус окончательной редакции, которая представляется на экспертизу и утверждение Росстандартом.

Период бурного роста

А теперь подробнее о том, что такое ЕСИМ. С точки зрения цифровизации строительства создаваемая система стандартов ЕСИМ — не просто новый пакет нормативной документации, а новаторское решение, в задачи которого входят развитие ТИМ и обеспечение норм действующего законодательства. Обе эти составляющие переживают период бурного роста, чреватый риском появления несогласованностей, ошибок и противоречий, что необходимо учитывать при разработке стандартов, от которых в немалой степени зависит технологический суверенитет Российской Федерации.

Сотрудничество с частным учреждением ГК «Росатом» «ОЦКС», [ООО «Нанософт»](#), [АО «СиСофт Групп»](#), [АО «СиСофт Разработка»](#) и [АО «СиСофт Девелопмент»](#) (три последние компании входят в [ГК «СиСофт»](#) и имеют собственный вариант ГОСТ ЕСИМ), окажет синергетический эффект на всю российскую экономику. Отечественные разработчики решили объединить усилия и гармонизировать создаваемые стандарты с накопленным на протяжении нескольких десятилетий опытом. В первую очередь следует регламентировать процессы обеспечения «бесшовной» передачи информационной модели (ИМ) с этапа на этап без риска потери данных с указанием роли и ответственности всех участников процесса. При этом надо понимать, что на разных стадиях жизненного цикла информационного моделирования все процессы могут быть организованы по-разному, иметь различное наполнение и разные форматы данных. Кроме того, синергия обеспечит актуальность, а также простоту и удобство исполнения интерфейса отечественного ПО, которые будут отвечать самым высоким требованиям и мировым тенденциям.





Всё это, в свою очередь, скажется на основной цели цифровизации — повышении эффективности технологических и производственных процессов инвестиционного проекта.

Необходимо учесть ещё один важный фактор для каждой организации, которая использует информационное моделирование, — полную информационную безопасность данных и их безусловную сохранность при длительном жизненном цикле. Следует разработать систему, которая позволит оценить риски и не допустить утечки информации.

Конкуренция поможет

В любой сфере здоровая конкуренция способствует развитию отрасли, и информационное моделирование здесь не исключение. Чем больше качественных разработок, тем быстрее произойдёт импортозамещение, на которое сегодня нацелена государственная политика России. Но здесь надо понимать, что действовать следует в рамках определённых правил, установленных правительством. Поэтому всем вендорам и госструктурам, участвующим в разработках информационной модели, нужно чётко соблюдать общие требования, чтобы обеспечить совместимость данных с государственными информационными системами.

Стандарты ЕСИМ нуждаются в решениях, позволяющих ускорить и одновременно оптимизировать процессы строительства для всех участников: от государственных до частных, от крупных до мелких игроков рынка. Опыт [ГК «СиСофт»](#), ведущего разработчика в области САПР (свыше 30 лет на рынке и более 60 собственных успешных, тиражируемых разработок), может быть весьма полезен для

становления информационного моделирования в Российской Федерации.

В рамках соглашения, рассчитанного на пять лет, стороны обозначили основные направления взаимодействия: дальнейшее развитие национальной системы стандартов ЕСИМ; разработка стандартов ЕСИМ; построение модели данных, обеспечивающей стандартизованный обмен информацией между участниками градостроительной деятельности при применении технологий информационного моделирования; содействие в формировании открытой программной библиотеки, реализующей модель данных для градостроительной деятельности.

Стороны договорились о создании рабочих групп и проведении совместных совещаний для обсуждения единой концепции информационного моделирования в строительной отрасли. Такое сотрудничество позволит разработать эффективные стандарты на принципах законности и объективности.

Выбор пути

Вот как оценивает перспективы развития сотрудничества ведущих отечественных разработчиков исполнительный и технический директор [«СиСофт Девелопмент»](#) Игорь Орельяна Урсуа: *«Мы выступаем за эволюционный переход к информационному моделированию и нацелены на создание удобной и комфортной системы информационного моделирования в России, которая будет понятна всем. Она поможет избежать ошибок и лишних затрат, а также позволит неукоснительно соблюдать все требования современного законодательства, как в градостроительной отрасли, так и в сфере разработки новейших информационных технологий».*

Опыт – плод ошибок трудных

Почему партнёрство [«Росатома»](#) и [Группы компаний «СиСофт»](#) так выгодно? Строительный комплекс «Росатома» специализируется на сложнейших объектах, которые объединяют в единое целое передовые технологии строительства АЭС и воплощают сложнейшие технические решения, серьёзные ограничения и регламенты, а также большое количество административных, общественных, жилых зданий. По сути, каждая станция — это город со всеми видами сооружений, являющаяся идеальным постановщиком задач для информационного моделирования.

В свою очередь, [ГК «СиСофт»](#) более 30 лет успешно занимается разработкой, поставкой и внедрением инженерного программного обеспечения, в том числе собственных проектно-конструкторских и технологических решений. Накоплен уникальный опыт создания стандартов в области САПР, BIM, PLM. Всё это позволяет находить оптимальные решения при выполнении проектов, отвечать актуальным требованиям законодательства РФ, а главное — запросам проектировщиков и застройщиков.

Проекты основополагающих стандартов ЕСИМ, разрабатываемые совместно [«ОЦКС»](#) и [ГК «СиСофт»](#), имеют ряд преимуществ: нацеленные на будущее, они учитывают ограничения действующего законодательства. Разработчикам удалось упростить систему обозначений объектов, виртуальным воплощением которых является информационная модель.

Ещё одно преимущество — универсальность подхода к организации информационных пространств в границах каждой отдельно взятой информационной модели для обмена данными.

В представленных проектах введены принципы информационной безопасности, исключающие двусмысленности в трактовке и позволяющие классифицировать по уровню безопасности такие объекты, как *«программно-аппаратные среды информационных пространств»*, *«форматы данных»*, *«серверное оборудование хранения и управления»*, *«сети связи»* и др.

Специалисты [CSoft](#) не собираются на этом останавливаться. В ближайшее время они намерены представить на обсуждение новые стандарты. Предложенные стандарты продолжают формировать концепцию информационного моделирования в России.

Всё только начинается... ●

1. О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: Указ Президента РФ от 30.03.2022 №166.



Скорость окисления двухвалентного железа

В предыдущей статье [1] было рассмотрено понятие глубины окисления двухвалентного железа Fe^{3+}/Fe^{2+} , показывающее максимально возможное отношение концентрации трёхвалентного железа к двухвалентному при данных условиях: pH , окислительно-восстановительном потенциале E_h , содержании кислорода, минерализации, температуре. Показано, что глубина окисления прямо пропорциональна значениям pH , окислительно-восстановительного потенциала E_h , минерализации M , температуры воды и обратно пропорциональна содержанию растворённого кислорода $[O_2]$. Эти закономерности требуют сделать несколько пояснений.

Автор: А.Ю. РУШНИКОВ, к.т.н., инженер-проектировщик, компания [ООО «Отечественные Водные Технологии»](#)

Во-первых, глубина окисления Fe^{3+}/Fe^{2+} является расчётной величиной, показывающей предельное теоретическое соотношение трёх- и двухвалентного железа при конкретных условиях. Назовём её $Fe^{3+}/Fe^{2+}_{пред}$. По расчётным данным (на основе имевшихся у автора результатов анализов воды), отношение $Fe^{3+}/Fe^{2+}_{пред}$ после фильтров обезжелезивания должно находиться в диапазоне от 0,4 до 3000. Однако натурные наблюдения показывают, что после стадии фильтрации Fe^{3+}/Fe^{2+} редко составляет более 10, а чаще находится в пределах 1,5–2,0.

Во-вторых, следует разъяснить роль кислорода в протекании процесса, учитывая, что с ростом его концентрации глубина окисления снижается.

По мнению автора, оба замечания связаны со временем протекания процесса окисления в сооружениях водоподготовки, о чём дальше и пойдёт речь.

Скорость химической реакции (измеряемая обычно в [моль-л/с]) определяется законом действующих масс (законом Гульдберга — Вааге), согласно которому скорость прямо пропорциональна концентрациям действующих веществ, возведённым в стехиометрические коэффициенты. Учитывая, что в системе протекают как прямая, так и обратная реакции,

то скорости прямой v_1 и обратной v_2 реакций для химического уравнения

$$A^a + B^b = C^c + D^d \quad (1)$$

будут равны

$$v_1 = k_1 A^a B^b \text{ и } v_2 = k_2 C^c D^d, \quad (2)$$

где k_1 и k_2 — константы скоростей прямой и обратной реакций.

При равенстве скоростей v_1 и v_2 наступает динамическое равновесие, и тогда

$$k_1 A^a B^b = k_2 C^c D^d. \quad (3)$$

Выражение (3) можно представить в виде

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C^c D^d}{A^a B^b}, \quad (4)$$

где K — константа химического равновесия данной реакции.

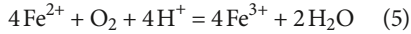
Скорость химической реакции (измеряемая в [моль-л/с]) определяется законом действующих масс (законом Гульдберга — Вааге), согласно которому скорость прямо пропорциональна концентрациям действующих веществ, возведённым в стехиометрические коэффициенты



∴ Простое вещество железо — ковкий металл серебристо-белого цвета с высокой химической реакционной способностью. Химически чистое железо получают электролизом его солей

Из уравнения (2) нетрудно заметить, что по ходу реакции количество исходных веществ уменьшается, следовательно, снижается и скорость прямой реакции, а обратной, наоборот, возрастает.

Для реакции окисления двухвалентного железа до трёхвалентного



константа химического равновесия составляет $K = 1,05 \times 10^{31}$, что свидетельствует о смещении химического равновесия вправо настолько, что обратной реакцией можно пренебречь, то есть обратного процесса восстановления двухвалентного железа из трёхвалентного практически не происходит.

Скорость прямой реакции при этом будет выражена как

$$v_1 = k_1[\text{Fe}^{2+}]^4[\text{O}_2][\text{H}^+]^4. \quad (6)$$

Следует заметить, что в реакции (5) один моль кислорода взаимодействует с четырьмя молями двухвалентного железа, то есть на окисление 1 мг двухвалентного железа расходуется 0,29 мг кислорода. Поскольку, по данным наблюдений, содержание кислорода даже в неаэрированной исходной подземной воде составляло не менее 1,2 мг/л, то можно считать, что кислорода практически всегда достаточно для полного прохождения реакции, особенно после аэрирования воды. Хотя, если говорить строго, малое содержание кислорода соответствует малой скорости протекания реакции, что и следует из уравнения (6). Также отмечено, что pH воды при протекании реакции существенно не меняется. Следовательно, прием, что скорость прямой реакции v_1 зависит исключительно от содержания двухвалентного железа Fe^{2+} .

Реакцию (5), по мнению автора, можно рассматривать как гомогенную (полагая, что реагируют растворённые вещества) или гетерогенную (полагая, что реагируют растворённые вещества в ионной форме с газом). Порядок химической реакции должен определяться опытным путём.

Продифференцируем выражение (6) по времени:

$$\frac{dv_1}{d[\text{Fe}^{2+}]} = k_1[\text{Fe}^{2+}]^4[\text{O}_2][\text{H}^+]^4.$$

Решением данного уравнения будет

$$k_1[\text{O}_2][\text{H}^+]^4[\text{Fe}^{2+}]^5. \quad (7)$$

В свою очередь, скорость окисления v_1 является частным от деления $d[\text{Fe}^{2+}]/d\tau$, где τ — время. Тогда

$$\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{d\tau} = 0,2k_1[\text{O}_2][\text{H}^+]^4[\text{Fe}^{2+}]^5.$$

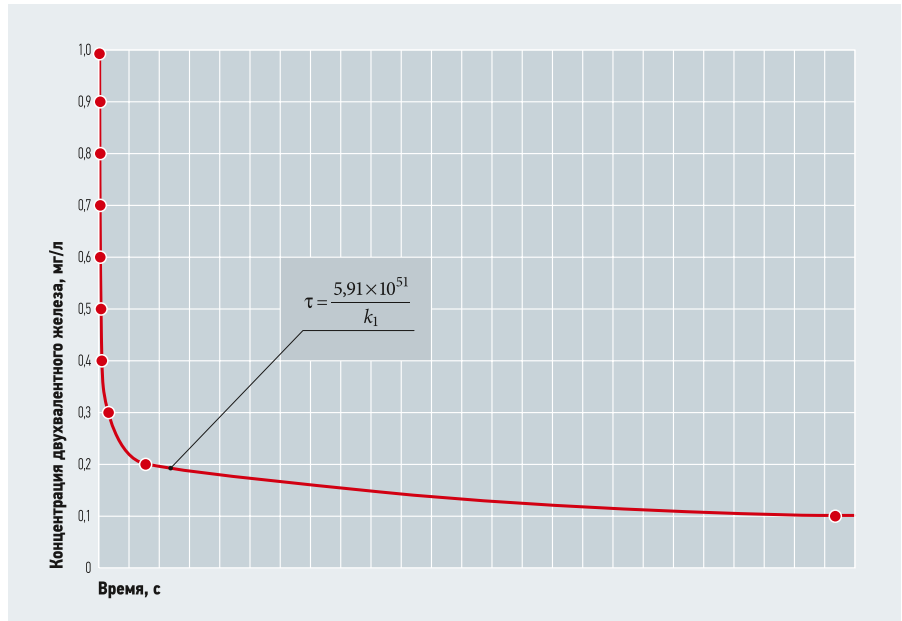


Рис. 1. Изменение концентрации двухвалентного железа во времени (без учёта значения k_1)

Отсюда

$$\tau = -\frac{0,25}{k_1[\text{O}_2][\text{H}^+]^4[\text{Fe}^{2+}]^4}. \quad (8)$$

Выражение (8) показывает, что окисление двухвалентного железа наступает быстрее при более низких значениях pH и при росте содержания кислорода, хотя при этом глубина окисления снижается, как было показано ранее.

Следует заметить, что содержание кислорода $[\text{O}_2]$ при принудительной аэрации с помощью эжектора или компрессора в точке подачи воздуха может быть выше, чем показывают анализы очищенной (обезжелезненной) воды, поскольку, согласно уравнению Генри — Дальтона, растворимость газов (в нашем случае кислорода) прямо пропорциональна давлению подаваемого газа.

Знак «минус» в формуле (8) смущать не должен, так как содержание двухвалентного железа $[\text{Fe}]$ изменяется от $[\text{Fe}]_{\text{исх}}$ до $[\text{Fe}]_{\text{пред}}$, определяемого соотношением $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

Подставив $[\text{Fe}]_{\text{исх}}$ и $[\text{Fe}]_i$ в (7), получим следующее выражение

$$\tau = \frac{0,25}{k_1[\text{O}_2][\text{H}^+]^4([\text{Fe}^{2+}]_i^4 - [\text{Fe}^{2+}]_{\text{исх}}^4)}. \quad (9)$$

В выражении (9) известны (определяются анализами воды) значения всех параметров, кроме константы скорости прямой реакции k_1 .

В рассмотренном в [1] примере заданы следующие показатели качества воды (после устройств аэрации): $[\text{O}_2] = 2,5$ мг/л, $pH = 7,1$, исходное содержание $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{исх}}$ прием равным содержанию общего железа на входе в сооружения — 1,0 мг/л.

Концентрации тех же веществ, выраженные в [моль/л], будут следующими: $[\text{O}_2] = 7,81 \times 10^{-5}$ моль/л, $[\text{H}^+] = 10^{-7,1}$ моль/л, $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{исх}} = 3,58 \times 10^{-5}$ моль/л. Тогда

$$\tau = \frac{8,04 \times 10^{31}}{k_1} \left(\frac{1}{[\text{Fe}^{2+}]_i^4} - \frac{1}{[\text{Fe}^{2+}]_{\text{исх}}^4} \right) = \frac{8,04 \times 10^{31}}{k_1} \left(\frac{1}{[\text{Fe}^{2+}]_i^4} - 6,09 \times 10^{17} \right).$$

Конечное значение $[\text{Fe}^{2+}]_i$ можно принять равным 0,3 мг/л ($1,08 \times 10^{-5}$ моль/л), как предельно допустимое содержание железа согласно СанПиН 2.1.3684–21, предполагая при этом, что трёхвалентное железо будет почти полностью гидролизировано и выделится в виде малорастворимого осадка. И тогда

$$\tau = \frac{5,91 \times 10^{51}}{k_1} \text{ с.}$$

В данном выражении неизвестным является значение константы скорости химической (в данном случае прямой) реакции k_1 . Изменение концентрации двухвалентного железа во времени (без учёта значения k_1) показано на рис. 1. Из рис. 1 видно, что сначала концентрация двухвалентного железа быстро снижается, а затем, примерно с 0,3–0,4 мг/л, это снижение резко замедляется. Для достижения $[\text{Fe}^{2+}] = 0,1$ мг/л требуется уже весьма значительное время. Видимо, это одна из причин того, что уменьшить содержание одного из исходных веществ реакции ниже определённого предела бывает крайне затруднительно.

Оценить непосредственно время окисления до некоего $[\text{Fe}^{2+}]_i$ не представляется возможным вследствие отсутствия достоверных значений k_1 .

Как известно, константа скорости реакции не зависит от концентрации веществ, а зависит от температуры. Эта зависимость выражается уравнением Аррениуса, которое имеет следующий вид:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}, \quad (10)$$

где A — предэкспоненциальный множитель, который характеризует частоту столкновений реагирующих молекул (ионов); E_a — энергия активации — минимальная энергия частиц (молекул, атомов, ионов), достаточная для того, чтобы они вступили в реакцию, преодолев



потенциальный энергетический барьер; R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура.

Собственно, уравнение Аррениуса для наших изысканий ничего не даёт, так как величины A и E_a определяются опытным путём, что невозможно, имея только данные наблюдений за работой сооружений водоподготовки. С другой стороны, уравнение Аррениуса позволяет понять некоторые закономерности процесса на качественном уровне.

При насыщении обрабатываемой воды кислородом воздуха увеличиваются глубина окисления двухвалентного железа (за счёт роста E_h) и скорость процесса. Если процесс происходит в свободном объёме вне какой-либо фильтрующей загрузки, то скорость прямой реакции определяется константой k_1 , зависящей от температуры. Однако окисление двухвалентного железа до трёхвалентного в большей степени происходит не в устройствах аэрации, а в слое фильтрующей загрузки, которая может обладать каталитическими свойствами, либо, что ещё важнее, приобретает каталитические свойства за

счёт образования плёнки из ранее выпавшего осадка, то есть процесс становится «автокаталитическим».

Одним из свойств катализатора является способность изменять механизм реакции на энергетически более выгодный, то есть снижать энергию активации E_a . При этом, в соответствии с уравнением Аррениуса, повышается константа скорости прямой реакции k_1 . С другой стороны, растёт и константа обратной реакции, но для случая обезжелезивания воды это не имеет существенного значения, так как реакция (4) сильно смещена

При насыщении обрабатываемой воды кислородом воздуха увеличиваются глубина окисления двухвалентного железа (за счёт роста E_h) и скорость процесса. Если процесс происходит в свободном объёме вне какой-либо фильтрующей загрузки, то скорость прямой реакции определяется константой k_1 , зависящей от температуры

влево, а трёхвалентное железо, по-видимому, легко подвергается гидролизу уже при pH более 4,7 и щёлочности 1 ммоль/л и более (см. [2]) с образованием малорастворимого осадка. Поскольку состояние фильтрующей загрузки при обезжелезивании постоянно меняется, то следует предположить и постоянное изменение значения k_1 , что объясняет, по-видимому, нестабильную эффективность обезжелезивания во время фильтроцикла: сначала рост эффективности, затем стабилизация качества воды, а далее падение эффективности вплоть до «проскока» повышенных концентраций железа. Изменение значения k_1 в ходе процесса фильтрации и, соответственно, скорости окисления двухвалентного железа предполагает куда более сложный характер изменения концентрации двухвалентного (не окислённого) железа по времени, чем показывает рис. 1.

Здесь не рассматривается другая важнейшая составляющая процесса — работа самой загрузки в процессе фильтрации по задержанию и накоплению взвеси. Следует отметить, что изучение процесса фильтрования в течение многих десятилетий не дало существенных результатов для описания процесса с точки зрения практических расчётов (в частности, диссертация автора была посвящена теме фильтрации воды через зернистые загрузки).

Таким образом, изучение и расчёт значений k_1 для различных технологических режимов работы сооружений обезжелезивания может быть отдельной интересной и полезной задачей для специалистов по химии воды и водоподготовке. ●

1. Рушников А.Ю. О закономерностях окисления двухвалентного железа до трёхвалентного при работе станций обезжелезивания воды // Журнал СОК, 2022. №5. С. 24–27.
2. Рушников А.Ю. Уравнение гидролиза трёхвалентного железа // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*, 2020. №11. С. 46–50.

* Журнал «Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» в настоящее время не издаётся, его материалы недоступны в сети Интернет; указанную статью можно посмотреть на личной странице А.Ю. Рушникова в соцсети «ВКонтакте».

Потери напора в модульных насосных установках для противопожарного водоснабжения

В этой статье автор ставит задачу показать, что потери напора в модульных насосных установках могут достигать значительных величин; существующий подход к расчёту местных потерь, а также отсутствие по ним реальных данных от производителей установок могут привести к серьёзному снижению фактического напора и расхода на объекте относительно проектных значений.

Автор: Михаил ЧИСТЯКОВ, инженер по продвижению продукта [WILLO](#)

Проектирование автоматической установки пожаротушения (АУП) — важная и ответственная задача, так как необходимо обеспечить тушение пожара в любой части здания или сооружения. Для этого при проектировании АУП рассчитывают расход и потребный напор воды для системы противопожарного водоснабжения. Расчёт опирается на своды правил [1, 2], а также на данные из справочников [3, 4].

Рассмотрим расчёт требуемого давления пожарных насосов [1]:

$$p_H = p_{\Gamma} + p_{\text{в}} + \sum p_M + p_{\text{уу}} + p_{\text{д}} + Z - p_{\text{вх}} = p_{\text{тр}} - p_{\text{вх}}, \quad (\text{Б.30})$$

Не будем расписывать все слагаемые в формуле. В рамках данной статьи нас интересуют только местные потери напора $\sum p_M$. Это потери на фитингах, фасонных частях и запорной арматуре, которые принимают равными 20% от линейного сопротивления трубопроводов, согласно Б.1.3.13 из [1]*.

После расчёта p_H , необходимого для обеспечения требуемого расхода, подбирают оборудование по рабочим характеристикам насосов, приведённым в каталогах или на сайтах производителей одним из двух способов: отдельно насосы с их последующей обвязкой на объекте; насосы в составе модульных насосных установок заводской сборки.

Первый способ более трудозатратный и зачастую обходится дороже. В рамках данной статьи он рассматриваться не будет. Предлагаем обратить внимание на второй вариант.

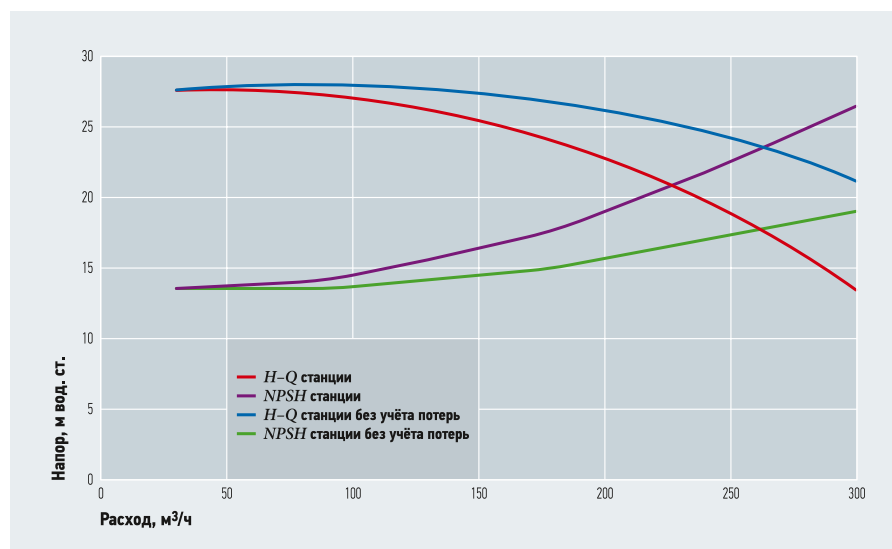
Подбор модульной насосной установки (МНУ) по графикам совместной работы насосов — это нормальный подход для установок на базе многоступенчатых



❖❖ Рис. 1. Модульная насосная установка

насосов, которые характеризуются относительно низкими расходами (до 90 м³/ч) и небольшими потерями в обвязке в пределах 1–2 м. Однако для модульной насосной установки на базе блочных насосов с низким напором и высокой подачей потери в правой зоне могут достигать 20 м! Тогда как при проектировании потери в обвязке МНУ, как правило, принимают без расчёта около 2–3 м.

Рассмотрим в качестве примера установку (рис. 1) и её характеристики (рис. 2). Согласно гидравлическим характеристикам, потери напора при подаче 300 м³/ч достигают 8 м. При этом конструкторы применяют все возможные способы снижения потерь в обвязке без ущерба для компактности установки: выдерживание оптимальных скоростей во всасывающих и напорных линиях; как следствие, применение трубопроводов и арматуры большего типоразмера относительно фланцев насосов; использование плавных конфузоров и диффузоров; сварка трубопроводов с отгибом галтели на тройниках; использование арматуры с низкими коэффициентами местных сопротивлений.



❖❖ Рис. 2. Гидравлические характеристики установки

* Аналогично в формуле (15) из [2] имеется коэффициент k_1 , учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, значения которого следует принимать 0,2 в сетях объединённых хозяйственно-противопожарных и производственных трубопроводов жилых и общественных зданий.



Однако для снижения себестоимости большинство производителей не делает переходы у фланцев насосов, закладывая обратные клапаны и затворы с Ду, равными Ду фланцев насосов (рис. 3). Гидравлические характеристики насоса меняются соответственно — рис. 4.

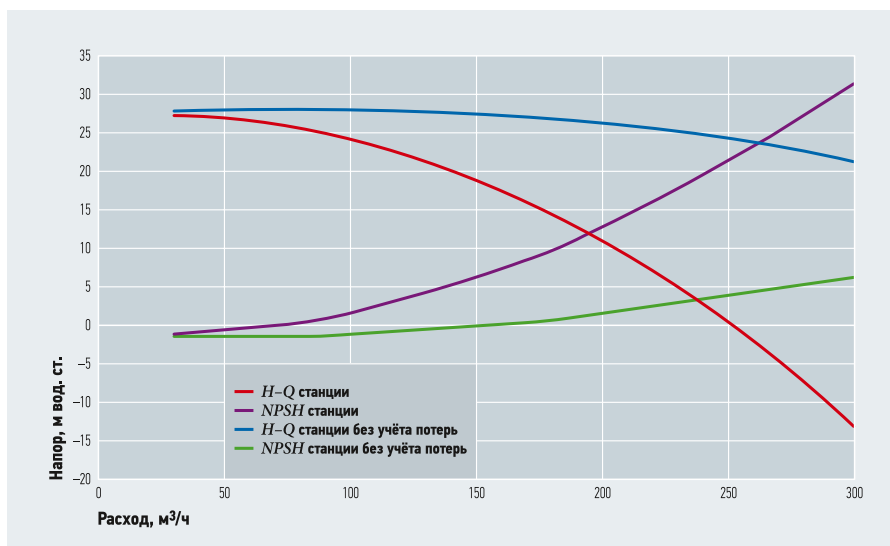
Таким образом, при 300 м³/ч потери напора в обвязке возрастают с 8 до 35 м, что делает невозможным обеспечение требуемого расхода при пожаре.

При просмотре такие установки, к сожалению, проходят экспертизу, так как проектный расход зачастую проверяют расходомером на закольцованном трубопроводе в помещении насосной станции (то есть при минимальном напоре, без учёта сопротивления всей сети), а проектный напор проверяют при открытии наиболее удалённого пожарного крана или спринклера (при минимальном расходе). Очевидно, что при пожаре, когда потребуются обеспечить весь расчётный расход, такая МНУ не справится с поставленной задачей.

Высокие потери в МНУ объясняются в первую очередь тем, что в качестве запорной арматуры обычно применяются поворотные дисковые затворы и обратные клапаны типа «бабочка» или пружинные клапаны. Из-за своих конструктивных особенностей они вносят самый существенный вклад в гидравлическое сопротивление всей МНУ (30–60%).



:: Рис. 3. Пример насосной установки с нарушениями в обвязке



:: Рис. 4. Гидравлические характеристики установки с нарушениями в обвязке

Настоятельно рекомендуется осуществлять гидравлический расчёт, учитывая данные из каталогов производителя запорной арматуры, продукцию которого заложили в проект. Методика расчёта может быть взята из [3]. Так, для узла с затворами и обратными клапанами — участки 2, 5, 6, 9, 10 и 11 (рис. 5) — местные потери напора h_m на каждом участке можно определить по формуле Вейсбаха (3.10) [3] $h_m = SQ^2$, где Q — расчётный расход воды, м³/ч; S — модуль местного сопротивления.

Настоятельно рекомендуется осуществлять гидравлический расчёт, учитывая данные из каталогов производителя запорной арматуры, продукцию которого заложили в проект. Методика расчёта может быть взята из справочника [3]

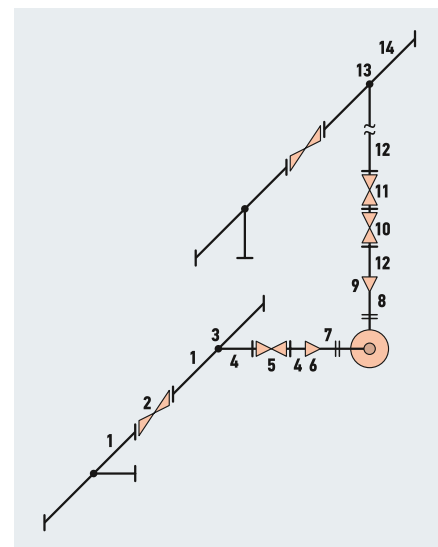
Параметр S можно вычислить из отношения $SK_v^2 = 10$, где K_v — условная пропускная способность арматуры при перепаде давления 1 бар, принимаемая по данным изготовителя арматуры, м³/ч.

Тогда итоговая формула примет вид:

$$h_m = 10 Q^2 / K_v^2.$$

Аналогичный расчёт делают для всех участков, затем потери суммируются. ●

1. СП 485.1311500.2020. Установки пожаротушения автоматические / Дата введ.: 01.03.2021.
2. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий / Дата введ.: 01.07.2021.
3. Курганов А.М., Фёдоров Н.Ф. Гидравлические расчёты систем водоснабжения и водоотведения: справочн. Изд. 3-е, перераб. и доп. — Л.: Стройиздат, 1986. 440 с.
4. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчёта водопроводных труб: справ. пособие. Изд. 6-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1984. 116 с.



:: Рис. 5. Расчётная схема МНУ



Блочные индивидуальные тепловые пункты

Назначение тепловых пунктов

Любое современное здание трудно представить без внутренних инженерных систем, которые круглогодично обеспечивают комфортные условия и тепло во всех помещениях, то есть — систем отопления, вентиляции и водоснабжения.

Все эти системы имеют в своём составе нагревательные элементы. В системе отопления необходимо нагревать отопительные приборы, расположенные в каждом помещении здания. В системе вентиляции или воздушного отопления необходимо подогревать приточный воздух, который подаётся в помещения с улицы. В системе горячего водоснабжения происходит нагрев холодной воды.

Для работы нагревательных элементов инженерных систем здания требуется энергия. Это может быть электрическая энергия, которая, однако, является самым дорогим видом энергии. Поэтому, согласно [СП 60.13330.2020 \[1\]](#), использование электричества непосредственно для прямого нагрева допускается только при соответствующем обосновании или по заданию на проектирование.

Для многоквартирных и сблокированных домов и других небольших объектов источником тепла может быть собственная автономная котельная (теплогенераторная), которая может быть встроенной,

крышной или отдельностоящей. Котлы могут быть газовые, мазутные, дровяные, пеллетные и др. В частных домах допускается прямое использование электроэнергии для нагрева, но, как правило, подводимая к дому электрическая мощность ограничивается 15 кВт.

Для работы нагревательных элементов инженерных систем здания требуется преимущественно тепловая энергия. Согласно СП 60.13330.2020, электричество для прямого нагрева используется только в особо оговорённых случаях

Для отопления многоквартирных жилых зданий, административно-бытовых и производственных зданий, расположенных преимущественно в городах, и крупных промышленных комбинатов используют системы централизованного теплообеспечения. В этих системах тепло от источника (центральной котельной, ТЭЦ, АТЭЦ и др.) транспортируется по системе тепловых сетей к отдельным зданиям. В тепловых сетях используются погодозависимые температурные графики с повышенными параметрами сетевой воды.

Рецензия эксперта на статью получена 31.10.2022 [The expert review of the article was received on October 31, 2022]

УДК 697.34. Научная специальность: 05.14.04.

Блочные индивидуальные тепловые пункты

В. А. Волков, к.т.н., старший преподаватель, [Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» \(НИУ «МЭИ»\);](#)
Е. В. Цепляева, к.т.н., доцент, кафедра теплообменных процессов и установок (ТМПУ), заместитель начальника Управления подготовки научных кадров [НИУ «МЭИ»](#)

В статье дан обзор требований строительных правил по проектированию тепловых пунктов, определён и структурирован необходимый набор и конфигурация функциональных блоков для выполнения проектирования блочного теплового пункта. Приведены ожидания проектировщиков от использования данного оборудования и сделан краткий обзор продукции основных производителей этого сегмента рынка с указанием сильных и слабых сторон.

Ключевые слова: блочные тепловые пункты, проектирование, подключение отопления и теплоснабжения, оборудование, централизованные тепловые сети.

UDC 697.34. The number of scientific specialty: 05.14.04.

Modular local heat points

V. A. Volkov, PhD, senior lecturer, [National Research University "Moscow Power Engineering Institute" \(NRU "MEI"\)](#); **E. V. Tseplyaeva**, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Mass Transfer Processes and Installations, Deputy Head of the Department of Training of Scientific Personnel of [NRU "MEI"](#)

Modern modular heat points are a reliable solution for the construction of individual heatpoint quickly and with minimal labor cost. The article gives an overview of regulations requirements for heat points design, determines the necessary range and configuration of functional blocks for planning, gives expectations of consultants for usage of this equipment, and finally a brief review of key manufacturers is done.

Key words: local modular heatpoints, local heat distribution, domestic heating substation, district heating substation, block equipment for heatpoint, centralized heating power system.

Температура в подающей магистрали тепловой сети может составлять 130–150 °С, в обратной — 70–75 °С.

Для того, чтобы подключить внутренние инженерные системы здания (отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, технологические установки) к системе централизованного теплоснабжения, используются индивидуальные и центральные тепловые пункты — ИТП и ЦТП. Согласно СП 41-101-95 [2], устройство ИТП обязательно для каждого здания независимо от наличия ЦТП. Кроме того, согласно новому СП 510.1325800.2022 [3], устройство ИТП требуется также при использовании автономного источника теплоснабжения, однако в данном случае оборудование, выполняющее функции ИТП, рассматривают как часть котельной.

Подключение нагрузок к тепловым пунктам

Подключение отопительной нагрузки

Для подключения системы отопления к тепловым сетям используют зависимую или независимую схему подключения.

При зависимой схеме теплоноситель из тепловой сети поступает непосредственно в трубопроводы системы отопления, а для обеспечения требуемого температурного графика, например, 95/70 °С, используется подмес остывшей воды из обратного трубопровода в подающий, как это показано на рис. 1. Ранее при зависимом подключении для подмеса использовались элеваторы, но сейчас строительные правила [1] однозначно запрещают такой вариант в качестве основного, поэтому требуется использовать насосный узел смешения [3]. При независимой схеме система отопления подключается к тепловой сети через разделительный теплообменник (он же «водоподогреватель»*), как это показано на рис. 2.

Более ранний, но ещё не отменённый документ [2] требует присоединения отопления и вентиляции к тепловым сетям, как правило, по зависимой схеме. В то же время отопительная нагрузка системы отопления согласно [3] для жилых и общественных зданий должна подключаться по независимой схеме. Допускается подключение системы отопления по зависимой схеме для производственных и административно-бытовых зданий. Согласно новому нормативу [1], при централизованной схеме теплоснабжения системы теплоснабжения и отопления жилых и общественных зданий также следует присоединять по независимой схеме.

* В СП 41-101-95 [2] и СП 510.1325800.2022 [3] термин «теплообменник» используется наравне с термином «водоподогреватель» для обозначения одного и того же элемента.

В дополнение к указаниям по схемам подключения отопительной нагрузки Приложение Б СП 60.13330.2020 [1] устанавливает требования к системам отопления и внутреннего теплоснабжения зданий различного назначения, в котором устанавливаются чёткие ограничения по максимальной температуре и конструктиву систем отопления для помещений различного назначения.

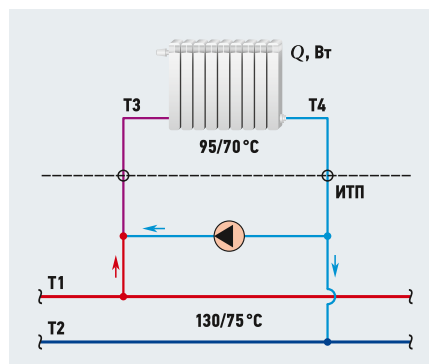


Рис. 1. Зависимая схема подключения системы отопления к тепловой сети

Подключение системы ГВС

По способу подключения системы горячего водоснабжения все тепловые сети можно разделить на две группы: открытые и закрытые. В открытых тепловых сетях сетевая вода из внешней магистрали напрямую поступает в краны ГВС потребителей. Для того, чтобы температура воды ГВС не превышала максимального безопасного значения 75 °С, устанавливаются смесители с регулятором температуры, которые смешивают воду из подающей и обратной магистрали. Качество воды в открытых системах теплоснабжения [4] должно удовлетворять требованиям к питьевой воде. В закрытых тепловых сетях сетевая вода не смешивается с водой ГВС, а используется для подогрева холод-

ной воды питьевого качества в поверхностных теплообменниках (водоподогревателях). При этом качество сетевой воды может быть ниже, чем в открытых сетях.

Исторически выбор открытой или закрытой системы определялся на основе химического состава примесей в воде городского источника водоснабжения. Так, на сегодняшний день в Москве располагается крупнейшая в мире закрытая систе-

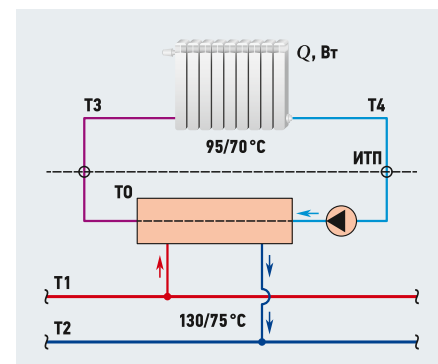


Рис. 2. Независимая схема подключения системы отопления к тепловой сети

ма теплоснабжения, а в Санкт-Петербурге — открытая [5]. Однако поправки, принятые к Федеральному закону от 27 июля 2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении», обязывали перевести все тепловые сети в закрытые. Подключение ГВС вновь вводимых объектов строительства возможно только по закрытой схеме.

Согласно [3], водоподогреватели горячего водоснабжения присоединяются к тепловой сети по одноступенчатой и двухступенчатой схеме. Двухступенчатая схема, показанная на рис. 3, рекомендуется при соотношении максимальной тепловой нагрузки на горячее водоснабжение и отопление более 0,2 и менее 1,2. В остальных случаях используется одноступенчатая параллельная схема.

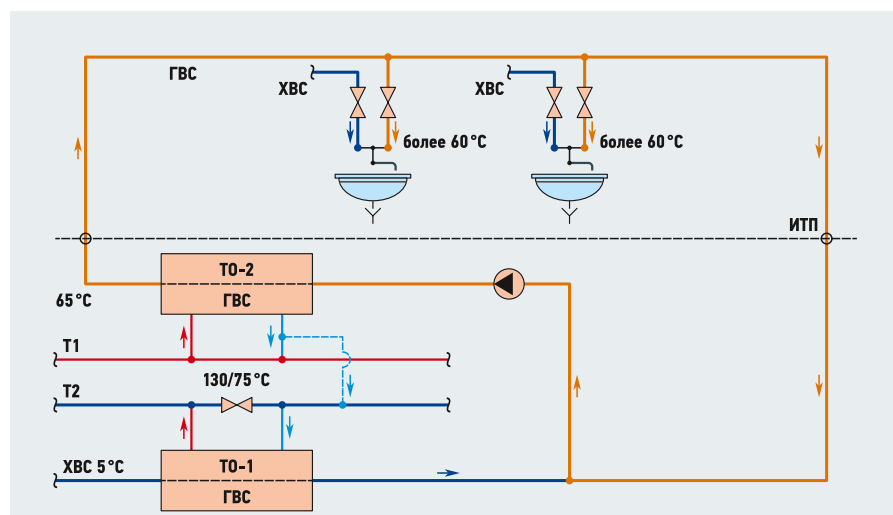


Рис. 3. Двухступенчатая схема подключения ГВС с рециркуляцией к закрытой тепловой сети



Фото: Alfa Laval, alfaival.com

Подключение нагрузки на систему вентиляции (внутреннее теплоснабжение)

Долгие годы системы внутреннего теплоснабжения*, к которым относятся системы теплоснабжения воздухонагревателей приточных вентиляционных установок, кондиционеров, воздушно-тепловых завес, отопительных вентиляционных агрегатов и т.п., присоединяли путём непосредственного подключения к тепловой сети без использования смесительных устройств, поскольку это было допустимо по СНиП.

Новыми строительными правилами СП 60.13330.2020 [1] для систем внутреннего теплоснабжения введено ограничение максимальной температуры теплоносителя: в жилых и общественных зданиях и комплексах — не более 95°C, для производственных зданий — не более 115°C.

Для выполнения этих требований строительными правилами рекомендуется присоединять системы внутреннего теплоснабжения по независимой схеме. Однако для производственных и административно-бытовых зданий допускается присоединение по зависимой схеме.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных предприятий допускается подключать по зависимой схеме (непосредственно), когда не требуется изменения расчётных параметров теплоносителя [3]. На практике это возможно в тепловых сетях местных производственных котельных, где будет поддерживаться температурный график 115/70°C или ниже.

* В п. 6.1.16 СП 60.13330.2020 [1] даётся неоднозначное определение систем внутреннего теплоснабжения, в которые может включаться и система отопления. В более ранних редакциях (например, СНиП 2.04.05–91) системы отопления и теплоснабжения разделялись однозначно. В прочих нормативных документах и справочных пособиях системы отопления рассматриваются отдельно от систем теплоснабжения, как и в данной статье.

Системы отопления и системы внутреннего теплоснабжения (вентиляции) следует подключать через отдельные водоподогреватели (теплообменники) в тепловом пункте [1]. При подключении по зависимой схеме с насосом также делают отдельное подключение для систем отопления и внутреннего теплоснабжения.

Обратный трубопровод от систем внутреннего теплоснабжения (вентиляции) присоединяется перед водоподогревателем (теплообменником) ГВС первой ступени, а при одноступенчатой схеме подключения ГВС — в обратный трубопровод перед расходомером.

Процесс проектирования теплового пункта требует высокой квалификации и занимает достаточно много времени. Работы по закупке оборудования и комплектующих, монтажу и пусконаладке теплового пункта также весьма сложны



Фото: Alfa Laval, alfaival.com

Подпитка и заполнение систем

Если системы отопления и внутреннего теплоснабжения подключаются к теплому пункту по независимой схеме, то их заполнение и подпитка предусматривается водой из обратного трубопровода тепловой сети [2, 3].

Предпосылки и преимущества использования блочных тепловых пунктов

Процесс проектирования теплового пункта требует высокой квалификации и занимает достаточно много времени. Проектировщикам необходимо: разработать тепломеханическую схему теплового пункта; подобрать насосы и теплообменники, выбрать диаметры трубопроводов, подобрать запорно-регулирующую арматуру, устройства защиты, регулирующие клапаны и приводы и т.п.; разработать решения по размещению оборудования и креплению трубопроводов в объёме помещения теплового пункта, причём с учётом обеспечения необходимого пространства для обслуживания и ремонта оборудования; разработать автоматику для учёта потребляемой энергии и автоматического управления работой теплового пункта.

Дальнейшие работы по закупке оборудования и комплектующих, монтажу и пусконаладке теплового пункта также требуют времени, высокой инженерно-технической квалификации и усилий специалистов разного профиля.

С другой стороны, состав теплового пункта — достаточно стандартный, особенно когда речь идёт не о крупных центральных тепловых пунктах, а об индивидуальных тепловых пунктах, которыми, согласно СП 510.1325800.2022 [3], должны оборудоваться все здания, подключаемые к тепловым сетям, и даже здания с индивидуальными источниками тепла.

По выполняемому функционалу схема ИТП может быть разбита на отдельные, практически автономные части. Это даёт возможность производителям оборудования собирать и предлагать отдельные блоки заводской готовности для использования в составе теплового пункта.

Как правило, блоки теплового пункта собираются на отдельной несущей раме и содержат всё необходимое оборудование, арматуру и КИП.

Имея в каталоге полный набор блоков для ИТП, проектировщику требуется лишь выбрать нужные по функционалу и мощности блоки, разместить их в помещении теплового пункта, соединить трубопроводами между собой и подсоединить к тепловой сети, системам отопления, вентиляции и ГВС. Как правило, комплектно с блочными тепловыми пунктами (БТП) производители поставляют шкаф учёта тепла и шкаф управления тепловым пунктом — со всеми необходимыми контроллерами, приборами учёта тепла и датчиками. Монтажные и пусконаладочные работы по блочному ИТП также значительно упрощаются. Снижается количество ошибок при проектировании и монтаже.

Основные функциональные блоки для теплового пункта

Рассмотрим подробней полный набор блоков индивидуального теплового пункта, который необходим проектировщику для самостоятельного подбора и компоновки блочных тепловых пунктов.

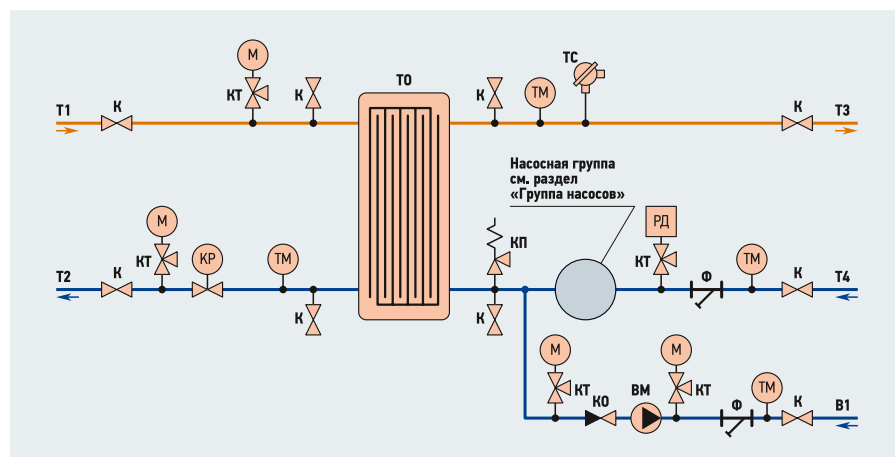
Блок узла ввода и учёта тепловой энергии

Это основной блок, который должен быть практически в каждом ИТП, именно через него теплоноситель тепловой сети попадает в ИТП. Но, в зависимости от подключаемых нагрузок, этот блок должен иметь некоторые дополнительные опции:

- патрубки для подключения теплоснабжения вентиляции и/или воздушных тепловых завес при совпадении температурного графика и допустимых температурах теплоносителя;
- отводы должны иметь фланцы для подключения трубопроводов, запорную арматуру, балансировочные вентили, термометры и манометры, дренажные краны;
- возможность подключения блока подпитки к обратной магистрали в случае подключения к ИТП зависимых систем отопления/вентиляции (в такой конфигурации также требуется фильтр-грязевик на обратном трубопроводе узла ввода);
- в некоторых проектах требуется установка устройств защиты от аварийного повышения давления (сбросных клапанов) после балансировочных задвижек.

Блоки подключения системы горячего водоснабжения (ГВС)

Для подключения нагрузки на систему горячего водоснабжения требуется наличие блока подключения системы ГВС по одноступенчатой схеме с рециркуляцией и блока подключения системы ГВС по двухступенчатой схеме с рециркуляцией.



❖ Рис. 4. Схема блока независимого подключения системы отопления для блочного ИТП

У проектировщика должна быть возможность выбора:

- требуемой характеристики насоса и возможность резервирования насосов;
- наличия или отсутствия в составе блока участка ввода и учёта холодной воды в контур рециркуляции ГВС;
- использования насосов с частотным регулятором;
- установки регуляторов перепада давления;
- для двухступенчатой схемы требуется возможность выбора переключения и подключения теплообменника верхней ступени по последовательной или параллельной схеме.

Блоки подключения системы отопления/вентиляции

Блок подключения системы отопления/вентиляции по зависимой схеме требуется в двух вариантах исполнения — с насосами на перемычке и с насосом на обратной магистрали.



Для блока зависимого подключения отопления требуется возможность выбора характеристики насоса и вариантов резервирования (рис. 4). Желательно наличие возможности выбора насосов с частотным регулированием или встроенным электронным регулированием для установки оптимального режима работы.

Аналогичные требования имеются и для блока подключения системы отопления/вентиляции по независимой схеме.

Дополнительно блок подключения по независимой схеме должен включать предохранительный клапан, опцию выбора расширительного бака и подключения блока подпитки, опцию установки регулятора давления перед регулирующим клапаном.

Блок подпитки для независимых систем отопления/вентиляции

Блок подпитки с насосами требуется для подключения независимых систем отопления и вентиляции к обратному трубопроводу тепловой сети и для учёта забираемого в систему теплоносителя. Блок может быть выполнен в виде отдельного модуля или включён в качестве опции в состав блока узла ввода.

Блок коллекторов для систем отопления/вентиляции

Ещё один полезный блок, который очень часто требуется в ИТП, — блок распределительных коллекторов для системы отопления/вентиляции.

Блок распределительных коллекторов должен быть обязательно оборудован запорной и дренажной арматурой, балансировочными клапанами, контрольно-измерительными приборами (КИП). Причём на практике для проектирования требуется весьма широкий выбор количества и диаметров подключаемых магистралей теплоснабжения.

Ожидание проектировщиков от использования БТП

С одной стороны, блочные тепловые пункты предлагает большое количество отечественных компаний. На международной выставке [Aquatherm Moscow 2022](#) блочные тепловые пункты представляли компании «Линас», АДЛ, HERZ. Кроме того, блочные тепловые пункты представляют «Корф», «ВЕЗА», «Семпал-Теплоэнерго» и др. И, казалось бы, рынок достаточно насыщен предложениями. Но, с другой стороны, у проектировщиков нет реальной возможности самостоятельно подобрать нужные блоки для проекта. Студентами НИУ «МЭУ» проводилось изучение рынка оборудования, в результате которого не удалось найти ни одного производителя, который бы предлагал полный набор блоков и предоставлял технические каталоги, по которым проектировщики могли бы самостоятельно выбрать оборудование для проекта.

Среди компаний, предоставляющих максимальную информацию о своей продукции и её стандартизирующих, можно выделить «ВЕЗУ», «Линас», АДЛ, «Семпал-Теплоэнерго». Компания «ВЕЗА» специально для проектировщиков проводит ежемесячные бесплатные обучающие семинары. Но технические данные, которые

Использование блочных тепловых пунктов — безусловно, удобный и современный подход к проектированию и сооружению ИТП, который повышает итоговое качество и снижает затраты. В то же время БТП готовы сделать многие фирмы, но серийную продукцию предлагают единицы

производители предоставляют в открытом доступе, недостаточны даже для предварительного проектирования (определения количества и габаритов нужных для ИТП блоков, расстановки блоков в помещении ИТП и т.п.).

В результате для проектировщиков основные преимущества использования блочных тепловых пунктов минимизируются. Коммерческие компании на словах готовы быстро сделать одно-два технических предложения, однако, когда в процессе проектирования требуется оперативно выполнять десятки корректировок, энтузиазм и возможности значительно ослабевают. Больше половины компаний на этапе проектирования не могут даже сообщить, как расположены патрубки



Фото 1. Блок независимого подключения системы отопления/вентиляции в БТП



Фото 2. БТП. Блок подключения системы ГВС к закрытым тепловым сетям по одноступенчатой схеме с кожухотрубным теплообменником

подключения теплоносителей. Компании обещают предоставить необходимую для проектирования информацию только после заказа и оплаты оборудования. Иногда проектировщики оказываются в ситуации, когда выполнить проект ИТП самостоятельно, без использования типовых блоков, становится быстрее и надёжнее, чем использовать в проекте «готовые» блочные решения.

Краткий обзор технических решений для блочных тепловых пунктов

Несмотря на один и тот же функционал и тепломеханическую схему, конструкция и компоновка блоков различных производителей существенно отличаются друг от друга (фото 1 и 2). Среди интересных решений, на которые нужно обратить внимание при выборе поставщика:

- дренажные трубопроводы от всех спускных элементов каждого блока;
- заводская покраска деталей и трубопроводов блока с высокотемпературной сушкой;
- установка регуляторов перепада давления для разгрузки регулирующих клапанов теплового пункта;
- использование кожухотрубных теплообменников для изготовления блоков минимальной ширины;
- рамы с регулируемыми ножками для установки горизонтального уровня блока при монтаже;
- заводская теплоизоляция элементов блока.

Однако есть и другие моменты, которые в дальнейшем могут существенно усложнить эксплуатацию оборудования. Прежде всего это наличие пространства для обслуживания отдельных элементов — в первую очередь насосов и теплообменников. К сожалению, пытаясь снизить стоимость своей продукции, производители часто пренебрегают требованиями строительных правил по обеспечению минимальных расстояний между элементами оборудования.

Например, чтобы полноценно разобрать и собрать пластинчатый теплообменник для обслуживания, по инструкциям производителей теплообменников необходимо наличие сервисного пространства с двух сторон. Это требование выполняют очень немногие, хотя эксплуатация пластинчатых теплообменников при невысоком качестве сетевой воды требует их разборки и промывки каждые два-три года. В каталогах производителей практически всегда отсутствуют данные по размерам и расположению пространства, которое нужно обеспечивать вокруг блока для его обслуживания и ремонта.

Также на второй план уходят вопросы энергосбережения при эксплуатации индивидуальных тепловых пунктов. Как правило, в конструкции блоков ИТП не предлагаются насосы с частотным регулированием или электронным блоком управления для оптимизации энергопотребления в реальных рабочих режимах теплового пункта.

Заключение

Использование блочных тепловых пунктов — безусловно, современный и очень удобный подход к проектированию и сооружению индивидуальных тепловых пунктов, который повышает итоговое качество устройства и снижает затраты. В то же время блочные тепловые пункты готовы сделать многие фирмы, но серийную продукцию предлагают единицы, и то в ограниченном ассортименте. Всё это создаёт благоприятные условия для быстрого развития и формирования данного перспективного сегмента рынка. ●

1. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (с попр. и Изм. №1) / Дата введ.: 01.07.2021.
2. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов / Дата введ.: 01.07.1996.
3. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения / Дата введ.: 26.02.2022.
4. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализ. ред. СНиП 41-02-2003 / Дата введ.: 01.01.2013.
5. Пять вопросов об открытых и закрытых системах теплоснабжения [Электр. текст]. «Кислород.Лиф» от 13.11.2019. Режим доступа: kislород.life. Дата обращ.: 28.09.2022.

References — see page 64.

Комментарии специалистов к статье В. В. Волкова, Е. В. Цепляевой «Блочные индивидуальные тепловые пункты»

Мы попросили представителей профильных компаний поделиться своим профессиональным мнением относительно приведённых в статье фактов и аргументов.

Мнение специалистов компании «Линас»

— Как показывает опыт компании «Линас», двух одинаковых блоков ИТП (даже при одинаковых мощностях) не бывает, всегда есть небольшие отличия (например, разные температурные графики источника и систем потребления, разные перепады на вводе в ИТП и т.д.), которые в итоге могут изменить, хотя и незначительно, габариты и вес блоков ИТП. Кроме того, часто изменения вносятся по просьбе проектировщиков — им удобнее, если какой-то из патрубков подключения повернуть или перенести. Поэтому, хотя у компании «Линас» есть согласованный в МОЭК альбом типовых решений блоков ИТП на самый широкий диапазон нагрузок с габаритами блоков и «привязкой» всех точек подключения, эти типовые решения используются крайне редко, так как жизнь вносит свои коррективы (например, у заказчика свой бренд-лист, и нужны другие теплообменники или другие насосы, нужны дополнительные датчики для диспетчеризации, в помещении имеются колонны, поэтому нужно разделить блок отопления на отдельные модули, или заложенное в проект оборудование больше не поставляется на российский рынок, и его нужно заменить, либо блок «упростили» и часть оборудования уже не нужна в блоке и прочее, и прочее).

Таким образом, типовые решения могут быть полезными на стадии «П» (и для этого есть альбомы типовых решений), но на стадии «РД» практически все типовые решения превращаются в совсем «нетиповые». На этой стадии мы помогаем проектировщикам — выдаём 3D-модели блоков с внесёнными изменениями, которые потребовались по проекту.

И как бы нам всем не хотелось ставить в проекты типовые решения, к сожалению, это, скорее, мечты. Но, с другой стороны, роль и ценность проектировщика как раз и держится на том, что типовые решения применить на практике получается редко, и для их адаптации нужны специальные знания проектировщика.



Мнение специалистов ООО «Торговый Дом АДЛ»

— Блочный тепловой пункт — это весьма сложное техническое оборудование, состоящее из нескольких модулей, в зависимости от конкретных потребностей. Для каждого БИТП разрабатывается техническое предложение, в котором обязательно отображается принципиальная схема и спецификация оборудования.

Все свои комплексные, блочные решения мы собираем на базе оборудования собственного производства. Таким образом, информацию о большей части оборудования из спецификации можно найти на нашем сайте.



На этапе проектирования компания полностью сопровождает клиента: подбирает оборудование под технические характеристики, предоставляет информацию и технические каталоги оборудования. В интересах нашей компании довести проект до реализации.

Естественно, при разработке предложений могут поступать изменения исходных данных от заказчиков, что в свою

очередь приводит к перерасчёту тепловых пунктов. Габаритные чертежи, информация о расстановки блоков, габариты и другая более точная информация предоставляются уже после согласования всех технических требований проекта.

Нашим клиентам мы рекомендуем использовать альбом типовых чертежей и схем модулей ГРАНБТП. В данном альбоме указаны типовые размеры блоков и примеры габаритных чертежей. При проектировании они могут помочь сориентироваться с габаритами помещения и рассчитать примерную сумму доставки.

Стоит отметить, что в комплекте с БТП компания АДЛ поставляет собственное электрооборудование.

Шкафы управления ГРАНТОР разработаны специально под тепловые пункты и обладают погодозависимой схемой работы, позволяющей регулировать температуру теплоносителя в системе в зависимости от погоды за окном. Благодаря разработанной системе, отпадает необходимость проектировщикам самостоятельно разрабатывать автоматизацию. Весь электро-монтаж в пределах блока уже выполнен на заводе, все кабели выведены в одно место, в единую клеммную коробку, или уже подключены к шкафу управления.

Кроме того, компания АДЛ предоставляет единый паспорт и гарантию на всё изделие, и, если возникают вопросы по тепловому пункту или поломка любой составной части, клиенты всегда могут обратиться в АДЛ, а не искать конкретного поставщика всего лишь для замены отдельного крана или насоса. ●

Технологии виртуальной реальности в программах дополнительного профессионального образования персонала энергопредприятий

Рецензия эксперта на статью получена 16.11.2022 [The expert review of the article was received on November 16, 2022]

Согласно государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» [1], повышение доступности, эффективности и качества образования в соответствии с реалиями настоящего и вызовами будущего является одним из базовых направлений реализации государственной политики. Цифровизация общества, являющаяся современным вызовом для всех сфер социально-экономических отношений, включая образование, предполагает как обязательное использование цифровых технологий в образовательном процессе, так и цифровую грамотность обучающихся.

Подготовка высокообразованных людей и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоёмких технологий является одной из основных задач образования [2].

Одной из отраслей, которая характеризуется внедрением новейших компьютерных и информационных технологий, является электроэнергетика. Развитие современной электроэнергетики требует высокого уровня подготовки и переподготовки обучающихся. Подготовка, повышение квалификации и профессиональная переподготовка слушателей в энергетических вузах должна осуществляться с учётом требований энергетических компаний и производств, а также иметь всё большую практическую направленность, что, несомненно, должно учитываться при

Движущим фактором развития современной образовательной среды является необходимость следовать современным тенденциям и вызовам, сочетая внедрение современных технологий и программных комплексов в учебный процесс с системой классического обучения

разработке и актуализации учебных планов и программ основного и дополнительного профессионального образования. Результатом качественного образования должна являться система знаний, навыков и умений специалиста, которые востребованы в профессиональной среде и обществе в целом. Таким образом, движущим фактором развития современной образовательной среды является необходимость следовать современным тенденциям и вызовам, сочетая повсеместное внедрение современных технологий и программных комплексов в учебный процесс с системой классического обучения.

Ниже рассмотрен опыт Научно-образовательного центра «Экология энергетики» НИУ «МЭИ» (НОЦ «Экология энергетики») в части применения технологий виртуальной реальности, которые успешно внедрены в процесс обучения слушателей по программам профессиональной переподготовки и повышения квалификации по направлениям «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Электроэнергетика и электротехника».

УДК 004.946; 519.876.5. Научная специальность: 05.14.04.

Технологии виртуальной реальности в программах дополнительного профессионального образования персонала энергопредприятий

И. В. Путилова, к.т.н., доцент, заведующий Научно-образовательным центром «Экология энергетики» НИУ «МЭИ»; **П. П. Ершевич**, генеральный директор, ООО «Виртуальная реальность плюс»; **Е. А. Маликова**, научный сотрудник НОЦ «Экология энергетики» НИУ «МЭИ»; **О. В. Пузикова**, руководитель проектов, ООО «Виртуальная реальность плюс»

Применение технологий виртуальной реальности для обучения студентов вузов и слушателей, обучающихся по дополнительным образовательным программам, поддерживается многими учёными мирового сообщества. Обучающиеся лучше понимают и запоминают материал, погружаясь в интерактивное трёхмерное пространство, за счёт визуализации сложных или невидимых обычному глазу технологических процессов и оборудования. Немаловажным фактом при использовании инструментов виртуальной реальности является возможность проведения безопасного обучения персонала в различных условиях, близких к реальным, с высокоэффективным закреплением навыков, с одной стороны, и отсутствием колоссальных финансовых вложений в создание гибкого, масштабируемого обучающего полигона для подготовки персонала предприятий и производств любого уровня, с другой. Совершенствование профессиональных навыков можно реализовать с помощью визуализации элементов основного и вспомогательного оборудования, с использованием захватывающих симуляторов, 3D-туров, виртуальных инструкций, которые могут быть элементами различных программ основного и дополнительного профессионального образования.

Ключевые слова: образование, технология, информация, виртуальная реальность, симулятор, виртуальные инструкции, 3D-тур, трёхмерное моделирование.

UDC: 004.946; 519.876.5. The number of scientific specialty: 05.14.04.

Virtual Reality technologies in the programs of additional professional education of power engineers

I. V. Putilova, PhD, Associate professor, Head of the Centre for Science and Education "Ecology of Power Engineering", [Moscow Power Engineering Institute](#); **P. P. Ershевич**, Director general, "Virtual Reality Plus", LLC, Moscow; **E. A. Malikova**, Research employee, Centre for Science and Education "Ecology of Power Engineering", Moscow Power Engineering Institute; **O. V. Puzikova**, Project manager, "Virtual Reality Plus", LLC, Moscow

The use of Virtual Reality (VR) technologies for teaching university students and trainees of additional educational programs is supported by many scientists worldwide. The trainees better understand and memorize the material diving into interactive three-dimensional space, due to the visualization of complex or invisible to the ordinary eye technological processes and equipment. An important fact while using VR tools is conducting safe personnel training in various conditions close to real ones, highly effective mastering the skills on the one hand, with no huge financial investments in creating a flexible, scalable training ground for personnel of enterprises and industries of any level, on the other. The improvement of professional skills can be realized by visualizing elements of basic and auxiliary equipment, using exciting simulators, 3D-tours, virtual instructions, which can be elements of various programs of basic and additional vocational education.

Key words: education, technology, information, virtual reality, simulator, virtual instructions, 3D-tour, three-dimensional modeling.

Сотрудники энергетических предприятий и производств должны иметь не только профильное энергетическое образование, но и обладать достаточными компетенциями в энергетике, что может быть обеспечено только через постоянно действующую систему подготовки, повышения квалификации и профессиональной переподготовки сотрудников энергокомпаний [3]. Именно с этой целью в 1997 году в НИУ «МЭИ» был создан НОЦ «Экология энергетики». Основные направления деятельности Центра:

- выполнение научно-технических работ и оказание научно-технических услуг по проблемам экологии энергетики и обращения с золошлаками ТЭС с применением наилучших доступных технологий;
- информационное обеспечение природоохранной деятельности энергокомпаний;
- обучение сотрудников энергопредприятий и энергокомпаний ТЭК по различным программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки в области энергетики;
- международное сотрудничество.

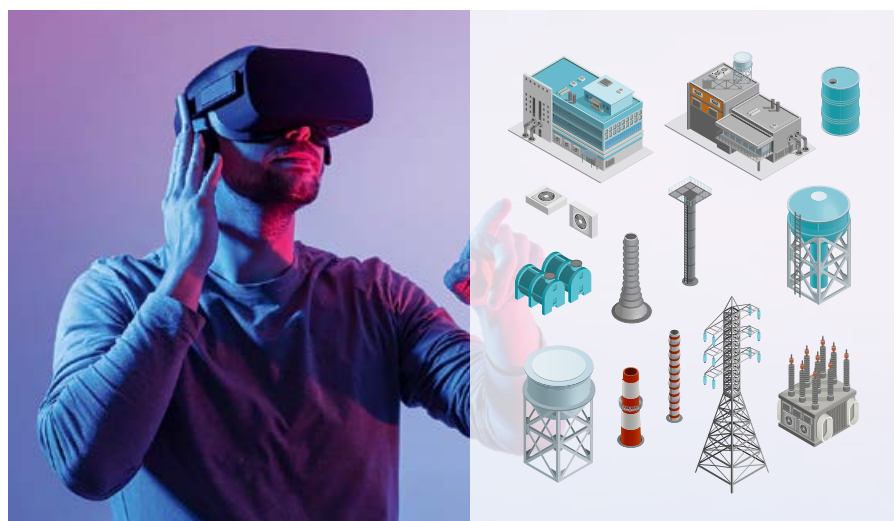
С 1998 года прошли обучение по различным программам дополнительного профессионального образования около 2000 специалистов основных энергетических специальностей.

В процессе обучения по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки в Центре постоянно используются элементы информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), что делает учебный процесс более полным и эффективным, а также существенно упрощает коммуникацию между преподавателями и слушателями. Разрабатываются новые и актуализируются имеющиеся программы дополнительного профессионального образования с учётом совершенствования законодательства, развития новой техники и современных технологий. Для слушателей программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки НИУ «МЭИ», являющихся сотрудниками энергетических предприятий, целью обучения является приобретение новых знаний, а также совершенствование навыков и умений с получением максимального эффекта в сжатые сроки, поэтому подход к их обучению отличается от традиционных подходов, применяемых к студентам вузов.

Обращаясь к изречению Альберта Эйнштейна «Информация в чистом виде — это не знание. Настоящий источник знания — это опыт», можно предположить, что повышению качества знаний может способствовать увеличение опыта. То же происходит с формированием навыков

и умений. Получается, что для повышения качества образования необходимо увеличить количество опыта, получаемого специалистами во время обучения.

Но как обеспечить необходимое количество опыта для большого числа обучающихся? Наряду с прослушиванием и просмотром информации, проведением практических и лабораторных работ, подготовкой и защитой курсовых проектов, в НОЦ «Экология энергетики» успешно используются инструменты визуализации энергетического оборудования. При использовании подобных инструмен-



тов отсутствуют ограничения, связанные с покупкой дорогостоящих материалов или комплектующих, ограниченным временем доступа к современному дорогостоящему оборудованию, соблюдением правил и норм техники безопасности, невозможностью допуска обучаемых к работающему оборудованию.

Таким образом, в результате использования современной технологии виртуальной реальности в образовательном процессе отсутствует временной разрыв между подачей информации и её усвоением на практическом опыте.

По сути, воспринимаемая человеком реальность субъективна и определяется его мозгом, который руководствуется органами чувств и полученным ранее опытом. При построении виртуальной реальности осуществляется воздействие на органы чувств, что позволяет сформировать в мозге ощущение «вполне реальной реальности». Основными органами чувств являются зрение, слух, осязание, обоняние, вкус, и все эти органы несут различную нагрузку при восприятии информации. По разным оценкам, на органы зрения приходится около 90% воспринимаемой информации, на органы слуха — 9%, на остальные приходится 1%. Поэтому

для формирования виртуальной реальности, в которой человек будет воспринимать информацию аналогично настоящей реальности, достаточно воздействовать на органы зрения и слуха. На сегодняшний день такая технология уже не только создана, но и успешно функционирует [4].

Известны эффективные примеры применения технологий виртуальной реальности в обучении за рубежом: в компаниях CM Labs [5], Ford [6], Hyundai Motor [7], нефтесервисной компании Schlumberger [6], компаниях Lincoln Electric [8], Lockheed Martin Corp. и т.д.

Подобные технологии имеют ряд преимуществ: наглядность материала, доступность объектов, технологий и процессов, ретранслируемость, безопасность, вовлечённость обучающихся, погружение в трёхмерное пространство и фокусировка обучающихся. Согласно исследованиям американской компании Gartner, специализирующейся на рынках информационных технологий, через год после обучения в виртуальной реальности учащиеся сохраняют 80% знаний, тогда как после традиционных уроков — только 20%.

В виртуальной реальности гораздо проще реализовать нелинейный сценарий, добавляя непредвиденные события и обучая правильной реакции на них, или сделать сценарий гибким, когда каждое следующее событие зависит от предшествующего действия (так называемые «эвристические задачи»).

Благодаря тому, что в VR человек воспринимает себя как часть происходящего, его действия, стресс и эмоции будут близки к таковым в реальных ситуациях. Данная технология максимально интерактивна. Учащийся не просто наблюдает, он участвует в процессе, более того, сопереживает происходящему, что доказали исследования, проведённые в Стэнфорде.

В Научно-образовательном центре «Экология энергетики» НИУ «МЭИ» технологии VR в обучении энергетиков применяются на практике. С 2020 по 2022 годы были разработаны и внедрены в обучение следующие три проекта.

1. Визуализация парового котла (фото 1) внедрена Научно-образовательным центром «Экология энергетики» НИУ «МЭИ» в процесс обучения слушателей — сотрудников энергетических компаний и производств, обучающихся по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки по направлениям «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Электроэнергетика и электротехника» в 2020–2022 учебных годах.



❖❖ Фото 1. Визуализация парового котла. Вид из гарнитуры виртуальной реальности

За основу взят реально существующий паровой прямоточный котёл типа ТГМП-314. Компьютерная модель позволяет «погрузиться» в котёл, пройти по водопаровому и газозвоздушному трактам котла, оценить его габариты, лучше представить работу элементов котла и котельной установки в целом. Подобный опыт может быть полезен как слушателям программ дополнительного профессионального образования, так и студентам энергетических специальностей, аспирантам и сотрудникам энергокомпаний, которые являются новичками на рабочем месте и ещё не имеют опыта практической деятельности или не работают с конкретным энергетическим оборудованием.

2. Визуализация элегазового комплектного распределительного устройства (КРУЭ) 110 кВ (фото 2) внедрена Научно-образовательным центром «Экология энергетики» НИУ «МЭИ» в процесс обучения слушателей энергетических предприятий и производств, обучающихся по программам повышения квалифика-

ции и профессиональной переподготовки по направлениям «Электроэнергетика и электротехника» и «Теплоэнергетика и теплотехника» в 2021–2022 учебных годах. За основу взято реально существующее КРУЭ 110 кВ. В рамках проекта слушатели не только знакомятся с основными элементами, но и имеют возможность увидеть принципы работы элегазового выключателя, наблюдая его анимированную работу в разрезе.

3. Визуализация элементов паровой турбины Т-250 (фото 3) с применением технологий виртуальной реальности внедрена Научно-образовательным центром «Экология энергетики» НИУ «Московский энергетический институт» в процесс об-

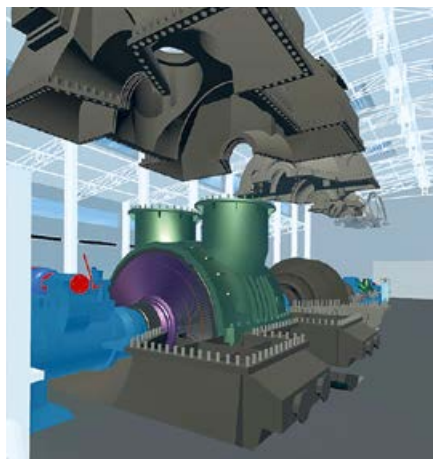
Разработанная трёхмерная модель турбины позволяет ознакомиться с принципом её работы, движением потоков пара в цилиндрах турбины, а также со всеми основными и вспомогательными элементами цилиндров высокого, низкого и среднего давления.

По результатам внедрения в процесс обучения НОЦ «Экология энергетики» всех трёх проектов проведены опросы слушателей, оценены результаты защиты курсовых проектов и проведённых контрольных мероприятий, что доказало существенно более высокую эффективность новой формы подачи материала в комбинации с традиционными формами и методиками обучения (фото 4).



❖❖ Фото 2. Визуализация элегазового комплектного распределительного устройства (КРУЭ). Вид из гарнитуры виртуальной реальности

учения слушателей энергетических предприятий и производств, обучающихся по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» в 2022 учебном году. За основу взята реально существующая паровая турбина Т-250/300-240.



❖❖ Фото 3. Визуализация турбины. Вид из гарнитуры виртуальной реальности

Перспективы применения обучения в виртуальной реальности для инженерного образования — огромны. По типам подачи материала в виртуальной реальности можно условно выделить:

1. Демонстрации процессов. Возможность наглядно показать любой процесс, погрузиться внутрь него и наблюдать формирование последствий данного процесса. Например, демонстрация процессов, происходящих в паровом котле при его запуске, или типичные аварийные процессы в паровой турбине. Визуальное представление происходящего усиливает запоминание, улучшает понимание, ведёт к более осознанным действиям.

2. Виртуальные экскурсии. Возможность пройти по помещениям и оборудованию, с которым предстоит работать. При этом нет необходимости останавливать работу оборудования, отсутствует опасность получения травм при прохождении, обучаемый абсолютно чётко запоминает расположение оборудования, шкафов средств защиты, путей эвакуации и т.п.



❖ Фото 4. Обучение в гарнитурах виртуальной реальности в НОЦ «Экология энергетики»

Любой обучаемый может повторить «проходы» любое количество раз без очного присутствия в аудитории или на объекте без участия инструктора.

3. Симуляторы оборудования. Возможность отработать навыки взаимодействия с оборудованием. Обучаемый может выполнять в виртуальной реальности действия в соответствии со сценарием (протоколом выполнения операций, технологической картой) и получать обратную связь от системы. Наглядность и запоминаемость — практически такие же, как при выполнении операций на реальном оборудовании. Вместе с тем нет необходимости создавать тренажёр из реального оборудования; в виртуальной реальности может быть создано достаточное количество конфигураций оборудования и площадок, при этом всё обучение будет проходить в одной небольшой комнате.

4. Симуляторы ситуаций. Возможность отработать реакции на критические, стрессовые ситуации. Например, спуск в шахту канализации может повлечь за собой удушье. Это совершенно не очевидно, и такие случаи продолжают происходить. Испытав симуляцию стрессовой ситуации, обучаемый получает незабываемый опыт, который будет беречь его в течение всей долгой трудовой жизни.

Применение симуляторов оборудования и ситуаций может быть использовано для аттестации специалистов или оценке навыков нового сотрудника при приёме на работу. Современный уровень развития систем виртуальной реальности позволяет отслеживать действия обучаемого в виртуальной реальности и давать оценку этим действиям в зависимости от предложенного сценария.

Всё это позволяет снизить субъективность преподавателя и исключить случаи, когда инструктаж на производстве ограничивается подписыванием журнала о его проведении.

В настоящее время разработка и внедрение в образовательный процесс современных технологий, в том числе технологий виртуальной реальности, является необходимостью и отвечает вызовам времени. В электроэнергетической отрасли это возможно только при востребованности со стороны ключевых энергетических компаний: ООО «Газпром энергохолдинг», ПАО «РусГидро», АО «Концерн Росэнергоатом», ОГК, ТГК, ПАО «Россети». В упомянутых компаниях работает большое количество оперативного и ремонтного персонала, который непосредственно взаимодействует с электротехническим и теплоэнергетическим оборудованием. Не все сотрудники энергетических предприятий и производств имеют энергетическое образование по профилю их текущей деятельности. Для таких категорий сотрудников, которые проходят программы профессиональной переподготовки, подобные инструменты с при-

Повышение эффективности процессов обучения за счёт внедрения инструментов в виртуальной реальности будет иметь не только важное воздействие, выражающееся в росте качества образования, но и прямой экономический эффект за счёт сокращения времени обучения и автоматизации значительной части процесса обучения

менением технологий виртуальной реальности являются особенно актуальными и важными для понимания процессов, работы оборудования и т.д. Сотрудники энергокомпаний, имеющие профильное энергетическое образование, должны регулярно проходить повышение квалификации, аттестацию и переекспертацию.

Повышение эффективности процессов обучения за счёт внедрения инструментов в виртуальной реальности будет иметь не только значительное воздействие, выражающееся в росте качества образования, но и прямой экономический эффект за счёт сокращения времени обучения, автоматизации значительной части процесса обучения, сокращения затрат на площадки и полигоны с оборудованием, а также затрат на доступ обучающихся на объекты с реальным оборудованием при отсутствии риска для здоровья и жизни сотрудников энергокомпаний, обучающихся по различным программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки. Адаптация технологии на текущем уровне её развития под конкретные задачи каждой компании не вызывает технических сложностей.

Вместе с тем требуются инициативный подход со стороны руководства ключевых компаний ТЭК и готовность к использованию современных эффективных средств обучения прежде всего оперативного и ремонтного персонала. ●

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»: Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 №1642 (с изм. на 07.10.2021).
2. Национальная доктрина образования в России [Электр. текст]. «Инновации в образовании». Режим доступа: sinncom.ru. Дата обрац.: 02.09.2022.
3. Putilova I.V., Zhokhova M.P., Shurkov M.V., Gorbunova A.O. Application of the information and communication technologies in the “Ecology in Power Engineering” Centre for Science and Education. Proc. of the V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2020). Moscow, Russia. April 14–17, 2020.
4. Putilova I.V., Ershevich P., Malikova E., Ivanova N., Matveeva T. The use of Virtual Reality tools in the system of continuing professional education. Proc. of the 6th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2022). Moscow, Russia. April 12–15, 2022.
5. Решетникова М. VR-модели и дроны-наблюдатели: как технологии меняют стройку [Электр. текст]. «RBK тренды» от 04.10.2021. Режим доступа: trends.rbc.ru. Дата обрац.: 14.09.2022.
6. Мокеев А. «Даже консерваторам придется меняться». Как и когда VR заменит традиционное обучение персонала [Электр. текст]. RB.ru от 14.01.2019. Режим доступа: rb.ru. Дата обрац.: 14.09.2022.
7. Hyundai представляет систему виртуальной реальности для оценки конструкторских решений [Электр. текст]. «Ведомости» от 18.12.2019. Режим доступа: vedomosti.ru. Дата обрац.: 14.09.2022.
8. Симулятор для обучения дуговой сварке в виртуальной реальности VRTEX [Электр. текст]. The Lincoln Electric Co. Режим доступа: lincolnelectric.com/ru-ru. Дата обрац.: 14.09.2022.

References — see page 64.

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



AQUATHERM MOSCOW AWARDS 2023

Подайте заявку
на участие в Международной
отраслевой Премии
на сайте выставки
aquathermmoscow.ru



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



ОРГАНИЗАТОР
ORGANISER

Совместно с журналом





На правах рекламы.

О конструктивном диалоге, взвешенных решениях и подлинной заботе о потребителе

Сегодня мы с вами поговорим о том, как важно при реализации проектов иметь установку на обеспечение блага человека — покупателя жилых и коммерческих площадей, а также коснёмся нюансов его предпочтений. Обоснуем необходимость поддержания долгосрочного положительного имиджа застройщика и поставщика инженерных решений. А ещё — отметим и важность конструктивного диалога между всеми фигурантами рынка строительства: без него усилия отдельных игроков крайне малоэффективны.

Берись и делай!

Сегодняшний отечественный инженерный рынок претерпевает значительные изменения, как, впрочем, и весь окружающий нас мир. Кто-то может сказать, что в такой ситуации вопросы качества и инженерного обустройства объектов строительства не то чтобы вторичны, но на них надо смотреть через призму реалий, приводя в баланс с итоговой стоимостью площадей для покупателя и доступностью материалов и оборудования. Как говорится, «дешево и сердито». Ну и что? Посердится-посердится клиент, да и примет как данность, если деваться некуда: батарея вроде греет, вода из крана течёт, форточка для проветривания и отверстие в вентканале — тоже имеются.

Так ведь никто и не призывает немедленно создавать идеальные проекты. Важно хотя бы стремление к лучшему, поиск сбалансированных решений. И задача будет решена. Не обязательно завтра. Может быть, послезавтра. Но всё получится. Только вот уж точно не получится, если исходить из позиции «не до того сейчас...». Тем более что, скорее всего, «до того» не будет никогда.

Значит, как говорит Ричард Бренсон, «к черту всё — берись и делай!»

Сегодня поговорим о том, как важно при реализации проектов иметь установку на обеспечение блага человека — покупателя жилых и коммерческих площадей. Подумаем о том, что же такое современный город для полноценной жизни — каким он должен быть, а каким — нет. Затронем и тему необходимости поддержания долгосрочного положительного имиджа застройщика и поставщика инженерных решений. Времена меняются, а имидж остаётся. «Лечить» его гораздо сложнее, чем поддерживать в подобающем виде.

Пожалуй, с этого вопроса и начнём.

Отечественный инженерный рынок претерпевает значительные изменения, как, впрочем, и весь окружающий нас мир. Кто-то может сказать, что в такой ситуации вопросы качества и инженерного обустройства объектов строительства не то чтобы вторичны, но на них надо смотреть через призму реалий, приводя в баланс с итоговой стоимостью площадей для покупателя и доступностью материалов и оборудования



Лучшая инвестиция – в имидж

Каким же основным принципам должен следовать поставщик инженерных решений, чтобы иметь искреннее уважение на рынке — со стороны как застройщиков, так и конечных потребителей?

По мнению Жерома Бонома, директора представительства [АО «Аэрэко»](#) в РФ, самые важные принципы, которым должен следовать поставщик, — это гибкость, оперативность и ценовая доступность его предложений. Гибкость означает, что предложения обязаны быть максимально понятными и прозрачными для потребителя. Доступность по цене — это принцип, особенно важный для российского потребителя. А оперативность — это не что иное, как насущные требования нашего времени. Кроме того, подходы, которые уместно использовать в России, радикальным образом отличаются от европейских. Стиль общения продавцов инженерных решений с потребителями, например, в Голландии или в Швейцарии — совершенно иные, чем в нашей стране. Там поставщик просто декларирует свои условия, которые не подразумевают какого-либо диалога с потребителем, а являются непреложной данностью, которую клиент может либо принять, либо отвергнуть предложение целиком.

В России приходится действовать диаметрально противоположным образом. Видимо, это именно тот подход, который необходим для максимально эффективного формирования положительного имиджа на отечественном рынке.

«Золотая середина»

Как говорил Фауст Гёте, *«суха теория, мой друг, а древо жизни пышно зеленеет...»*. Вот и в реальной деятельности компании на рынке приходится учитывать много обстоятельств — начиная с глобальных «турбулентностей» и заканчивая местечковыми «человеческими факторами». Всё это может заставить компанию — поставщика инженерных решений — отклониться от «пути служения интересам потребителя» в сторону прагматических целей. Хотя бы для того, чтобы бизнес развивался и сохранял устойчивость. И тут мы подходим к очень важным вопросам: существует ли она — «золотая середина», и как на отечественном рынке при разработке, поставках оборудования и ценообразовании обеспечить и «сытость волков», и «сохранность овец»?

Безусловно, управление бизнесом в России требует неординарных деловых и человеческих качеств. Это подтверждает Жером Бономм, говоря о том, что, в частности, путь [Aereco](#) на российском рынке



✦ Жером Бономм, директор представительства [АО «Аэрэко»](#) в Российской Федерации

был долгим и тернистым, но привёл к известности продуктов компании на рынке и пониманию многими застройщиками технической ценности и возможности предлагаемых ею решений.

Говоря о работе компании, о продвижении её продукции на российском рынке, нельзя полностью уйти в сугубо прагматические бизнес-схемы, «скрипты» для продавцов и установки на жёсткую

Поставщики инженерных решений, застройщики и потребители — это, в определённом смысле, единое целое. Они — неотъемлемые, взаимодополняющие, равноправные и гармонизирующие элементы формирующегося строительного рынка. В таком случае практически всегда можно договориться и достичь компромиссов, найдя взаимовыгодные условия для сотрудничества

конкуренцию. Непременно должна быть определённая философия, транслируемая как в потребительскую среду, так и лицам, принимающим решения на регуляторном отраслевом уровне.

Заключается она в том, что поставщики инженерных решений, застройщики и потребители — это, в определённом смысле, единое целое. Они — неотъемлемые, взаимодополняющие, равноправные и гармонизирующие элементы формирующегося строительного рынка. И если эти фигуры воспринимают друг друга именно так, то в этом случае всегда можно договориться и найти взаимовыгодные условия для сотрудничества, достичь компромиссов почти в любых ситуациях. В копилке отраслевого опыта есть весьма убедительные примеры, подтверждающие такую концепцию совместной и взаимовыгодной работы крупных девелоперов и поставщиков инженерного оборудования над серьёзными проектами. Партнёры вовсе не обязаны изначально иметь одинаковое понимание «правильности» тех или иных схем оснащения строительных объектов инженерными системами. Но спокойный и конструктивный диалог почти всегда приводит к достижению компромисса.

Приходится констатировать — если бы стороны ставили во главу угла конфронтацию, то, вне всякого сомнения, никакого сотрудничества не получилось бы. И, что самое главное, — в проигрыше оказались бы обе стороны.

Здесь уместно привести мудрое высказывание одного из французских чиновников, который однажды заметил, что *«чаще предаёт настороженность, нежели доверие»*, что на первый взгляд звучит парадоксально.



Об отечественных подходах к проектированию

Помимо аспектов взаимодействия участников строительного рынка, на достижение оптимального результата оказывают подходы к проектированию жилых, коммерческих зданий в целом и инженерных систем в частности. Что же это за подходы? Попробуем их проанализировать, выявить положительные и отрицательные стороны, а также показать влияние на результаты и развитие отечественного рынка в целом.

«Лозунговый» подход

Представьте, что на сайте или в других рекламных материалах вы просматриваете предложение по приобретению «самых современных и комфортабельных площадей». При непосредственном же контакте с представителем компании-продавца выясняется, что в числе «наипервейших» положительных свойств объекта — высокоскоростная и всеохватная сеть Wi-Fi. Также в доме всё отпирается и запирается автоматикой, а при строительстве использованы «самые передовые материалы». Например, бетон изготовлен отнюдь не в России, а на юге Италии, где «соблюдаются лучшие условия для его производства». Тут же, как управдома Буншу из фильма «Иван Васильевич меняет профессию», потребителя неизбежно начинают «терзать смутные сомнения», что бетон взаправду европейский.

В контексте текущей ситуации на рынке и в мире утверждение об использовании этого забуторного стройматериала звучит, мягко говоря, не очень правдоподобно. Однако допустим, что продавец не врёт. Но тогда возникают чисто технические вопросы. Был ли рассчитан проект дома с учётом использования именно этого бетона? Учёл ли проектировщик, что итальянский материал, применённый в России, в её холодном климате может вести себя иначе — например, при температуре -40°C на двадцатом этаже? Есть ли гарантия, что он нас не «удивит» какими-либо неожиданными свойствами — сразу или однажды?

А ещё на объекте у компании, которая строила в России «по лозунгам», при низких температурах может вдруг «внезапно» вскрыться такой нюанс: отсутствует специальная тепло- и звукоизоляция на входных дверях. Из-под них «сифонит», жильцы мёрзнут, и при этом слышны мельчайшие звуки. Не нужно быть специалистом в строительном деле, чтобы понять: никакая автоматика с такими «спецеффектами» не справится.

Ещё какое-то время послушав велеречивого менеджера и осознав, что эти и другие возможные здравые доводы ему «до лампочки», мы уже с полной отчётливостью понимаем, что имеем дело с банальными и бессовестными рекламными уловками. Лозунг — это попытка эпатажем привлечь внимание, вызвать доверие и выудить деньги из кошелька клиента как можно быстрее. Чтобы оставить позади сторонников традиционных подходов к строительству, благодаря которым пока ещё возводятся в России объекты, обладающие действительно обоснованными аргументами качества.

Лозунг — это попытка эпатажем привлечь внимание, вызвать доверие и как можно быстрее выудить деньги из кошелька клиента. Всё это — чтобы оставить позади сторонников традиционных подходов к строительству

Использование безусловно тупикового «лозунгового» подхода при строительстве в любые времена и при любых условиях никогда не приводит к удовлетворённости потребителя. А в непростой ситуации — вообще ведёт к плачевным последствиям.

«Финансовый» подход

С финансовым подходом вообще всё просто. Решение всех проблем в данном случае происходит за счёт денег: они являются мерилем всего в рамках проекта и выходят на передний план в случае приобретения материалов и оборудования. Деньги используют и в качестве рычага при возникновении проблем с органами контроля или с потребителями. Финан-

совый подход также является тупиковым, ибо, как и в случае «лозунгового» варианта, авторы «мастерят костыли» для искалеченного проекта.

Подход «по правилам»

Данный подход не является революционным. «Работа по правилам» — консервативный путь, который приводит к достаточно предсказуемым результатам — созданию надёжных объектов в течение довольно продолжительного времени. «По правилам» означает, что проект создаётся с безукоризненным соблюдением отраслевого законодательства, всех его норм и стандартов. Когда мы говорим о подходе «по правилам», то подразумеваем, что в его основе лежат добротные профессиональные знания, опыт и практика.

Приведём пример. Допустим, потребитель хочет иметь индивидуальный дом, но долгую стройку не приемлет: хочет «хорошо и быстро». Он говорит подрядчику: «*Давай быстренько зальём бетонный фундамент, оперативно поставим “коробку”, накроем её крышей и сделаем финишную отделку — так в короткий срок родится дом моей мечты, где я буду наслаждаться жизнью*». Почувшав такого «позитивного теоретика», приверженец проектирования «по правилам» наотрез откажется от работы, просто сказав, что так не получится. И будет прав. Ведь даже простой каменщик, не имеющий какого-то особого, уникального образования и не владеющий маркетинговыми инструментами, скажет: «*Уважаемый, твой дом не будет прочным, если ты так относишься к работе с бетоном*». Тем более в России, где климатические условия, мягко говоря, не самые благоприятные для динамичного строительства.

В итоге получается, что подход «по правилам» — наиболее разумный.



Отраслевая власть

Время от времени в экспертной среде слышна критика в адрес регулирующих органов, поднимаются вопросы: «отрабатывают» ли чиновники ответственность, которая на них возложена, по контролю за качеством возводимого жилья и всех монтируемых инженерных систем в целом? Есть ли «перегибы» в сторону легковесного отношения или же, наоборот, чрезмерной требовательности? Все эти вопросы, по сути, можно свести к одному: **как должно всё регулироваться «по уму»?**

Личная заинтересованность — нередкое явление среди людей, принимающих решения любого уровня. И регуляторы здесь не исключение. Когда такое происходит, у ответственного лица вдруг появляется странно зауженный взгляд на тот или иной вопрос. Стратегическое и прямое следствие этого — отсутствие настоящего вдумчивого диалога между государством, операторами строительного рынка и поставщиками инженерных решений. Увы, частный интерес превалирует над всем. И данное явление в порядке вещей не только в России — похожая проблема наблюдается и в других странах мира. Разница заключается лишь в степени её завуалированности. Всё это неудивительно: слишком уж большим бывает у менеджера искушение броситься в объятия какого-либо крупного поставщика, который любыми средствами лоббирует свои интересы на рынке.

И как-то «неожиданно» необходимость отстаивать государственные интересы уходит не то чтобы на последний, но далеко не на первый план. Забывается, что жилая застройка — это не только фешенебельные районы Москвы, но и, например, массовые рабочие пригороды уральского города Челябинска.

Поделемся обезличенным (по понятным причинам) эпизодом: мэр города-миллионника федерального значения демонстрирует представительной делегации один из новых «знаковых» объектов в пригороде. Проект поддерживался местной администрацией. Он представляет собой посёлок таунхаусов, и на первый взгляд очень интересен, поскольку позиционировался как место для удобного проживания небогатых людей в максимально комфортабельных условиях. Идея, безусловно, верная, посыл — благородный. Специалисты, работающие на системообразующих производственных предприятиях, остро необходимы нашей стране, и особенно сегодня. И заслуживают они, конечно же, наилучших условий жизни.

Вот только сомнительно, что решение жилищного вопроса возможно путём

создания внешне привлекательных объектов, ценность которых заключается в основном лишь в наличии красивых фасадов. «Образцовые» дома на поверку оказались оснащёнными инженерными системами, которые с очень большой натяжкой соответствуют минимально необходимым параметрам действительно комфортабельного жилья. Лишь небольшой штрих к картине инженерного обустройства свежесозданных таунхаусов: один профессиональный взгляд — и становится понятно, что примитивные вентиляционные системы будут вести себя непредсказуемым образом. Это ли комфорт?



Печально то, что данный проект в своей странной инженерной специфичности не единичен. Иногда создаётся впечатление, что подобные объекты строятся вообще без каких бы то ни было консультаций с профессионалами: дома проектируются по каким-то непонятным, далёким от санитарно-технических норм и понятий комфорта принципам. Зато они красивы. И ограниченный круг заинтересованных лиц весьма рад их появлению. Но где же тут декларируемая прогрессивность проекта? Какое отношение всё это имеет к заботе о людях, стоящим у станка? И куда приведут такие подходы строительную отрасль? Ведь современные каменные строения не должны ассоциироваться с каменным веком, не так ли?!

Тут же сделаем оговорку: экономия при возведении жилья, как и рачительное отношение к инвестициям в любом бизнесе, — это нормально. Но, как энергосбережение — это не выкручивание лампочек и «жигитство при свечах», так и экономия при инженерном обустройстве объектов — это не замена современных технологий на «форточный подход».

По мнению руководителя представительства [Aereco](#) Жерома Бономма, при проектировании было бы правильным, например, помимо СНиПов и ГОСТов задействовать локальные нормы, которые при разумном подходе и консультационной поддержке специалистов способны повысить инженерный уровень будущего объекта без особой нагрузки на его бюджет. При таком подходе можно было бы получить более важный и «глобальный» результат, чем при безоглядном на прочие составляющие проекта «проталкивании» в него какого-нибудь клинкерного оформления фасада. Жильё было бы

более долговечным, объекты исправно функционировали не три-четыре года, а ощутимо дольше и действительно отражали бы заботу о комфорте рядовых граждан, на которых, собственно, и держится государство.

Одним словом, диалог между государством и профессионалами — операторами рынка — должен быть более глубоким, как на федеральном, так и на местном уровнях. И дело даже не в том, собирается ли, например, производитель того или иного инженерного оборудования локализовать производство своей продукции, позволит ли «дружба» с ним создавать новые рабочие места в том или ином регионе (это, конечно же, задача крайне актуальная, но отдельная).

Наиболее важно — может ли поставляемый продукт реально улучшить качество жизни многих и многих людей, которые будут проживать в создаваемых домах. Это, видимо, и должно стать идеологической отправной точкой диалога между поставщиками инженерных решений и представителями региональной и федеральной власти.

Сусальные ориентиры

Давайте посмотрим, по каким критериям сегодня выбирает жильё потребитель. Этот вопрос вдвойне интересен, поскольку потребительские предпочтения и предложения застройщиков оказывают взаимное влияние друг на друга. И тут бессмысленно искать ответ на вопрос «что было вначале — курица или яйцо?». Маркетологи всей мощью своих мотивационных инструментов через рекламу формируют ценности клиентов, клиенты транслируют «свои» убеждения «себе подобным» в соответствии со стандартными механизмами взаимодействия в социуме — и затем уже ищут на рынке жилья предложения, максимально совпадающие со сформировавшимся в умах образом «идеального жилища».

С другой стороны, было бы несправедливо держать потребителей за стадо баранов, которое можно гнать в любом направлении. Людям свойственны определённые взгляды на мир и на себя в нём, и чувство собственной значимости — одно из основополагающих. Вопрос только в том, насколько оно раздуто. В современном мире заметен совершенно чёткий тренд к его разрастанию. Упомянутое чувство проецируется на всё, что современный человек приобретает, и проекция эта обозначается понятием «статусность». Чем выше статусность приобретаемого товара или услуги, тем более привлекательными они кажутся потребителю.

В частности, покупая «статусное» жильё, человек ощущает долгожданную причастность к определённому социальному кругу, к «*сильным мира сего*», считает себя «*состоявшимся членом общества*» и так далее — всё это даёт приятное, эйфорическое ощущение собственной значимости, личность греется в лучах самолюбования. А заодно (что греха таить) получает ощу-



щение иерархического превосходства над прочими согражданами. Однако не будем слишком углубляться в истоки такого положения дел и цитировать религиозные источники, где данная тема раскрыта весьма исчерпывающе. Ограничимся прагматическим аспектом и поговорим о плюсах и минусах такого мировосприятия при решении обычных жизненных вопросов, одним из которых является приобретение жилья.

Как выглядит фасад? Есть ли позолоченные элементы на балконе? Это именно тот квартал, в котором живёт губернатор или важный государственный чиновник? Считается ли район «элитным»?

Эти и аналогичные вопросы задаёт себе и продавцам потребитель, нацеленный купить статусное жильё. И подчас дело доходит до того, что в значительной степени обезличенные, но зато имеющие «высокий статус» площади приобрета-

ются даже несмотря на то, что они обладают явными концептуальными изъянами — например, в том же инженерном оснащении. Так, мало-помалу, обезличенным становится и сам человек, и здравый смысл включается в нём лишь в отдельных случаях.

Нежелание оценивать жильё комплексно, с точки зрения не только внешней атрибутики, но и качества жизни в нём, готовность заплатить большие деньги за статусную квартиру, где здоровье владельца будет с годами медленно, но верно таять, — кроме как бедой это и назвать-то никак нельзя. Конечно же, статусность может быть не только хозяином, но и слугой. Например, если человек осознанно покупает дорогой телефон, который по каким-то параметрам его не устраивает, но зато дополняет имидж атрибутами «своего» человека в целевой тусовке, что позволяет решать важные деловые вопросы, то это верное, обоснованное приобретение. Но так бывает, увы, далеко не всегда. Очень часто реализуется именно роль человека-слуги. И «личность» присутствует лишь условно, являясь неким сложным из «конструктора» статусных элементов полуавтоматическим действующим лицом социального спектакля.

Как и подход к созданию жилья, алгоритм его выбора в определённой степени являются отражением личности, «качества» самого человека. Человек должен быть в гармонии как с самим собой, так и со своим жильём. Сегодня вектор внимания и устремлений людей в значительной степени направлен вовне. И многое бы поменялось в качестве нашей жизни, если он в большей степени сместился бы внутрь человека.



Единство непохожих

В России и, в частности, в Москве сейчас делается достаточно многое в области урбанистики. Градоначальники вызывают большое уважение, когда видишь прикладываемые усилия и привлекаемые ими средства для создания и оформления городских территорий. Когда вспоминаешь Москву двадцатилетней давности и видишь столицу России сегодня, понимаешь, сколь глубокие изменения произошли вследствие того, что люди, наделённые полномочиями менять облик города, действительно пытаются делать что-то серьёзное.

Тут обратимся к Аристотелю, который говорил: «Город — единство непохожих». В этой фразе заложен глубокий смысл: город должен создаваться в соответствии с разными стилистическими, резонируя с мировосприятием разных социальных групп. На его создание должно оказывать влияние много разных факторов, но при этом результат обязан быть единым целым. Мегаполисом, развивающимся в данном ключе, можно восхищаться.

В Европе такой быстрый темп развития городов, как в Москве, практически нереален. Там сложно найти структуры, которые так быстро организовали бы развитие мегаполиса, как это делают власти столицы, выделяя столько средств на это. Очень хочется надеяться, что лица, определяющие стратегию развития города, всегда будут помнить о необходимости придания сооружаемым домам и кварталам некоего внутреннего духа, чтобы в урбанистике не потерялся сам человек.

Куда идём?

Подводя итоги статьи, скажем: сегодня в России строят массово, но в основном без излишеств. Москва стремительно разрастается и строится очень активно, но — руководствуясь некими определёнными критериями рентабельности. Точка зрения, логика девелоперов, строителей понятна. При этом повторим мысль, озвученную выше, — в высокодинамичном процессе реализации планов застройки важно не потерять в качестве жизни будущих жильцов и качестве окружения создаваемых объектов.

«Принципы, которыми руководствуется *Aegeco*, усложняют путь встраивания наших предложений в упрощённые концепции строительства, — говорит топ-менеджер компании. — В этом понимании делать “попроще” нам довольно сложно — вследствие того, что мы создаём и продвигаем концептуальные высокотехнологические предложения, создающие подлинно здоровый комфорт». Упрощён-



ные строительные проекты, с одной стороны, это хорошо, так как возводится большое количество жилых площадей, что действительно является насущной необходимостью, запросом рынка. С другой стороны — нужно опасаться, чтобы при этом не создавалась своеобразная «монстроподобная» структура, состоящая из «человейников», лишь условно пригодных для проживания людей.

При установке на строительство большого количества жилых площадей стоит уделять больше внимания проработке инженерного обустройства возводимых объектов



Каким же образом избежать такой опасности? Должна быть найдена определённая «золотая середина»: при установке на строительство большого количества жилых площадей, возможно, стоит это делать не «сломя голову», а уделить больше внимания проработке инженерного обустройства возводимых объектов и обеспечению возможности последующего усовершенствования внутренних систем жизнеобеспечения.

При наличии такой технической базы можно будет внедрять необходимые решения постфактум, чтобы сделать жильё ещё более комфортабельным. В противном случае подобные жилые площади становятся не полноценным активом с высокой и «долгоживущей» добавочной стоимостью, а скорее обузой, которая впоследствии обязательно проявит себя тем или иным негативным образом. И уже будет не важно — в виде громких претензий со стороны приобретателей жилья или же прямыми авариями и постоянными финансовыми затратами на поддержание «инженерки» в работоспособном виде.

Гармония тут достигается очень простым подходом, который был сформулирован в начале статьи: надо обеспечить конструктивный и заинтересованный диалог между теми, кто формирует российский рынок строительства — отраслевыми регуляторами, проектировщиками, девелоперами и покупателями площадей. И осознать, что тут нет второстепенных ролей, которые можно играть абы как или кого-то «подвинуть в сторону».

При уравновешенном подходе будет проще жить всем — и государству в целом, и рядовым гражданам в частности. При этом последние смогут проводить долгие годы в приобретённом жильё — без сюрпризов и в добром здравии. ●

Примеры стандартных и нестандартных неисправностей систем кондиционирования

Ранее в [журнале СОК](#) было рассказано о методике поиска неисправностей систем кондиционирования воздуха [1]. Сегодня мы продолжим эту тему и остановимся на наиболее часто встречающихся неисправностях, которые можно обнаружить с помощью измерения давления и температуры хладагента в различных точках холодильного контура.

Автор: С.В. БРУХ, технический редактор [журнала СОК](#)

Многие опытные сервисные специалисты гордятся тем, что могут «на глаз» определить неисправность холодильной установки. Однако, например, такая часто встречающаяся неисправность, как обмерзание внутреннего блока, может быть вызвана не только банальной нехваткой фреона, но и другими факторами. А именно: забитый фильтр внутреннего блока, неисправный вентилятор, загрязнённый теплообменник внутреннего блока, переохлаждение конденсатора, залом на жидкостном трубопроводе и т.д. Поэтому для правильной постановки «диагноза» необходимо проведение инструментального обследования системы кондиционирования или холодоснабжения.

Стандартные параметры работы

Рассмотрим для начала нормальный режим работы холодильного контура на примере наиболее часто встречающегося хладагента R410a. Традиционно замкнутый цикл хладагента изображают с помощью диаграммы «давление — энтальпия», которую мы видим на рис. 1.

При стандартных (расчётных) параметрах наружного воздуха компрессор забирает газообразный хладагент (точка 2) с температурой около 10°C и избыточным давлением 8 бар (не путать с абсолютным давлением на рис. 1), сжимает его и так же газообразным подаёт в конденсатор (точка 3 — 70°C, 30 бар). Конденсатор обдувается наружным воздухом с температурой +35°C. В конденсаторе фреон сначала охлаждается до температуры конденсации 50°C (точка 3*), а затем полностью конденсируется при этой температуре (точка 4*). Далее происходит его переохлаждение до температуры 45°C (точка 4). И следующим этапом жидкий хладагент (45°C, 30 бар) попадает на регулятор давления (капиллярную трубку или ТРВ), как это показано на рис. 2.

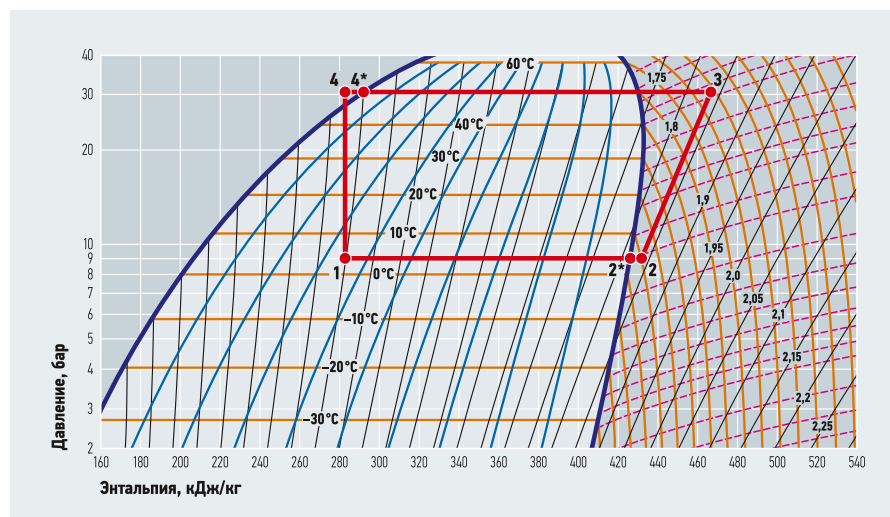


Рис. 1. Фрагмент диаграммы «абсолютное давление — энтальпия» для фреона R410a

Практика показывает, что при возникновении неисправности в системе кондиционирования или холодоснабжения для правильной постановки «диагноза» обязательно проведение инструментального обследования

Цель регулятора давления — создать требуемую температуру кипения во внутреннем блоке +5°C. Следовательно, избыточное давление кипения фреона должно быть 8,3 бар. Регулятор снижает давление жидкого хладагента до требуемых 8,3 бар, при этом понижая его температуру до 5°C, так как часть хладагента при дросселировании вскипает (точка 1).

Далее фреон попадает во внутренний блок, где теплообменник обдувается внутренним воздухом, имеющим температуру +27°C (именно такая расчётная температура принята в Японии), и полностью выкипает (точка 2*). Затем хладоноситель немного перегревается до температуры +10°C и возвращается по газовому трубопроводу снова на всасывание компрессора (точка 2).

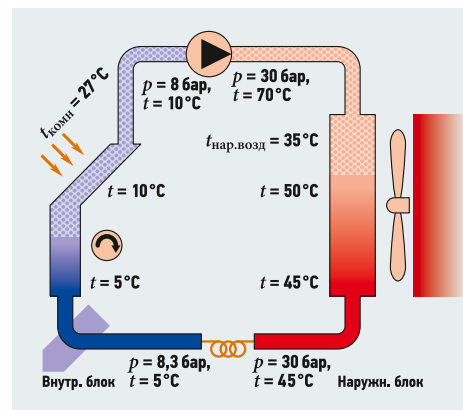


Рис. 2. Стандартные параметры работы холодильного контура системы кондиционирования на R410a

⚡ Неисправности холодильного контура и их диагностика

табл. 1

Параметры работы	Избыточное давление		Температура		Перегрев после испарителя ΔT_H , °C	Переохлаждение после конденсатора ΔT_C , °C	Холодопроизводительность Q , кВт	Энергопотребление N , кВт
	нагнетания P_H , бар	всасывания P_{BC} , бар	нагнетания t_H , °C	всасывания t_{BC} , °C				
Нормальная работа	25–30	7–9	+70...+90	+6...+12	3–7	3–7	норма	норма
Поломка компрессора	10–15	10–15	+20	+20	0	0	0	0
Отсутствие фреона	0	0	+20	+20	0	0	0	меньше
Недостаток фреона	20–25	4–7	+90...+110	+10...+15	7–15	0	меньше	меньше
Переохлаждение конденсатора	20–25	6–7	+50...+70	0...+6	0–3	7–15	больше	меньше
Залом (засор) на газовой трассе	25–30	4–7	+90...+110	–10...0	0	7–15	меньше	больше
Залом на жидкостной трассе	25–30	4–7	+90...+110	–10...0	0	7–15	меньше	больше
«Слабый» испаритель	25–28	4–7	+90...+110	–10...0	0	3–7	меньше	меньше
Перегрев конденсатора	30–40	9–12	+90...+110	+10...+15	0–3	0–3	меньше	больше
Примеси в хладагенте	30–40	9–12	+90...+110	+10...+15	0–3	7–15	меньше	больше
Избыточное количество фреона	30–35	9–10	+90...+110	+7...+10	0	7–15	больше	больше

Для чего нужен перегрев хладагента? Для защиты компрессора от попадания жидкого несжимаемого фреона и, как следствие, выхода компрессора из строя. Как правило, перегрев хладагента величиной 5°C считается оптимальным. С другой стороны, перегрев хладагента в испарителе понижает общее КПД системы, поэтому некоторые производители уменьшают перегрев до 1°C, но при этом тщательно контролируют газообразную фазу на всасывании компрессора.

Стандартные неисправности

Рассмотрим различные варианты отклонения параметров холодильной системы от нормальных и поймём, вследствие каких неисправностей это происходит. Для удобства сведём все неисправности в одну табл. 1.

1. Поломка компрессора

Начнём с главного — допустим, произошла поломка компрессора. Поломки компрессора бывают разные, например, это выход из строя электродвигателя, механическое заклинивание и т.д. Чаще всего сама система определит неисправность и выдаст код ошибки. Однако на старых системах такой возможности нет. Основные признаки поломки компрессора: система кондиционирования включается, вентиляторы внутреннего и наружного блока крутятся, компрессор подаёт признаки жизни (вибрация, шум) или не подаёт, но параметры давления конденсации и испарения практически равны. Холодопроизводительность равна нулю. Энергопотребление может быть как больше, так и меньше номинального.

2. Отсутствие фреона

Отсутствие фреона происходит чаще всего после утечек из-за неплотностей в местах соединений. Если размер отверстий достаточно большой или проходит много

времени, то фреон уходит практически весь, и давление внутри системы и снаружи выравнивается. Производительность системы равна нулю.

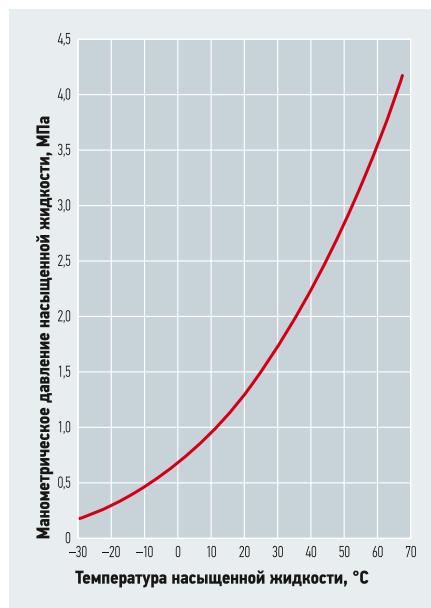
Основной показатель отсутствия фреона — давление в остановленной системе равно атмосферному.

3. Недостаточное количество фреона

Недостаточное количество фреона возможно из-за утечки или недостаточной заправки кондиционера. Низкое давление всасывания приводит к обмерзанию внутреннего блока (фото 1).



⚡ Фото 1. Обмерзание внутреннего блока



⚡ Рис. 3. Температура и давление насыщения для фреона R410a

Однако обмерзание внутреннего блока может происходить не только из-за банальной утечки хладагента.

Причин обмерзания может быть достаточно много:

- причина, которую можно назвать «слабый испаритель» и которая может возникнуть, например, вследствие ухудшения теплообмена внутреннего блока из-за грязного фильтра, низкой температуры в помещении, поломки вентилятора внутреннего блока и т.д. — всё это приводит к недостаточному кипению фреона во внутреннем блоке и к снижению давления испарения;
- переохлаждение конденсатора — пониженная температура наружного воздуха, повышенная скорость вентилятора наружного блока может привести к переохлаждению фреона и снижению давления в системе;
- повышенные потери давления в трубопроводах вследствие заломов, слишком длинных трасс, забивания фильтра и т.д.;
- и в том числе — недостаток фреона в системе вследствие утечки.

Все эти варианты можно объединить одной причиной обмерзания — во внутреннем блоке давление фреона стало ниже, чем необходимо. А поскольку давление насыщенного фреона неразрывно связано с его температурой, температура кипения понижается ниже нуля (рис. 3). Недостаточное количество фреона можно дифференцировать от остальных вариантов с помощью большого перегрева после испарителя (7–15°C, однако только до того момента, когда весь теплообменник внутреннего блока не покрылся льдом) и большой температуры нагнетания после компрессора (+90...+110°C).

Поскольку компрессор охлаждается циркулирующим хладагентом, то снижение расхода хладагента приводит к перегреву компрессора и повышенной температуре нагнетания.



4. Переохлаждение конденсатора

Переохлаждение конденсатора возникает в переходный и холодный периоды года, когда система кондиционирования работает, например, в серверной. Если конденсатор не имеет регулятора скорости вращения вентилятора наружного блока, то сначала небольшое понижение наружной температуры (обычно до +20°C) сказывается положительно — увеличивается производительность кондиционера и снижается энергопотребление компрессора. Однако дальнейшее снижение приводит к отрицательным температурам кипения и обмерзанию внутреннего блока. Отличается от недостаточного количества фреона величиной перегрева на испарителе. Перегрева практически нет.

5. Залом (засор) на газовой трубе

Данная ситуация может произойти по причине некачественного монтажа, когда газовый трубопровод сгибается не с помощью трубогиба, а вручную. После залома монтажниками делаются попытки выправить ситуацию — труба немного расширяется плоскогубцами, и в итоге её сечение оказывается около 30% от необходимого. Система кондиционирования запускается и работает, но производительность снижается. На месте заломов возникают потери давления. Давление и температура испарения во внутреннем блоке увеличиваются, а давление всасывания компрессора уменьшается.

Всё вместе это приводит к падению производительности компрессора и снижению производительности внутреннего блока. Визуально можно оценить проблему по обмерзанию газового трубопровода после места заломов и на газовом запорном вентиле. Внутренний блок при этом не обмерзает. Аналогичная ситуация наблюдается при забитом фильтре на газовой трубе.

6. Залом (засор) на жидкостной трассе, капиллярной трубке, ТРВ

Происходит достаточно редко, однако «симптомы» похожи на механический засор капиллярной трубки или снижение производительности ТРВ. Температура всасывания проваливается в область отрицательных значений, и происходит обмерзание внутреннего блока. Расход хладагента падает, компрессор перегревается. Отличается от заломов на газовой трубе обмерзанием внутреннего блока. Перегрева нет. При этом наблюдается большое переохлаждение на конденсаторе. Дозаправка не решает проблемы, давление не растёт.

Переохлаждение конденсатора возникает в переходный и холодный периоды года. Если регулятор скорости вращения вентилятора наружного блока отсутствует, то сначала небольшое понижение наружной температуры сказывается положительно — увеличивается производительность кондиционера и снижается его энергопотребление. Но дальнейшее снижение приводит к отрицательным температурам кипения и обмерзанию внутреннего блока

7. «Слабый» испаритель

Проблема возникает при недостаточной производительности теплообменника внутреннего блока. Причины: забит фильтр внутреннего блока, вентилятор не работает или забит пылью, снижен воздухообмен, низкая температура внутреннего воздуха и т.д. Это приводит к неполному кипению хладагента, понижению давления и температуры испарения, обмерзанию внутреннего блока.

8. Перегрев конденсатора

Может произойти при засорении теплообменника наружного блока, неисправном вентиляторе, высокой температуре окружающего воздуха (выше +35°C), а также при образовании «замкнутого кольца» циркулирующего воздуха, когда тёплый воздух после вентилятора снова попадает на всасывание. Всё это приводит к повышению температуры конденсации, снижению производительности, повышению энергопотребления.

Отсюда становится понятным, насколько важно держать наружный блок кондиционера чистым. Пыль на теплообменниках означает повышенный расход электроэнергии и увеличенные затраты при эксплуатации кондиционера.

9. Примеси в хладагенте

Примеси в хладагенте появляются при отсутствии вакуумирования или неправильном запуске кондиционера. Как правило, в холодильный контур могут попасть воздух или остатки азота. Наличие неконденсируемых газов приводит к аномальному росту давления конденсации, перегреву компрессора, снижению производительности системы. Неконденсируемый газ скапливается в верхней части ресивера или конденсатора, снижая его производительность. Оценить наличие примесей можно до включения кондиционера. В состоянии равновесной температуры с окружающей средой измеряется давление в системе и сравнивается с давлением испарения (при данной температуре). Если отклонение составляет более 2°C, в системе присутствуют примеси газов. Эта ситуация отличается от перегрева конденсатора большой величиной переохлаждения фреона.

10. Избыточное количество хладагента

Современные системы кондиционирования имеют достаточно большие ресиверы и аккумуляторы жидкого хладагента, чтобы компенсировать небольшую дозаправку фреоном. Поэтому проблема возникает только если ресивер заполнен полностью, и объёма для компенсации избыточного хладагента больше не хватает. Жидкий хладагент начинает полностью заполнять испаритель и конденсатор, давление в системе растёт, энергопотребление и производительность компрессора растут, температура нагнетания также возрастает.

Основная проблема возникает при отсутствии перегрева на испарителе, что ведёт к попаданию жидкого хладагента на всасывание компрессора и выходу его из строя.



●● Фото 2. Прецизионный кондиционер с открытыми передними панелями

Необычные неисправности

Мы рассмотрели некоторые стандартные неисправности холодильного контура. Но я хотел бы рассказать о необычных случаях из практики, с которыми встречался.

1. Ошибка низкого давления

Проблема: Прецизионный кондиционер (фото 2) останавливается по низкому давлению. Причём, когда приезжают сервисники и подключают манометры, всё работает нормально и сколько угодно долго. Когда они уезжают, появляется ошибка низкого давления. Чудеса?

Решение: В момент измерения параметров перегрева и переохлаждения система работала нормально. Падение давления начиналось, когда сервисная служба отключала манометры и закрывала переднюю панель. На передней панели находился фильтр, который создавал сопротивление воздуху в закрытом состоянии, и расход воздуха уменьшался. При открытой панели испаритель обдувался нормально, а при закрытой расход воздуха сильно падал. Фреон не докипал в испарителе и возвращался по газовой трубе частично в жидкой фазе. Давление фреона в испарителе снижалось, и компрессор отключался по защите от низкого давления. Проблема была решена путём увеличения сечения воздухозабора и замены фильтра.

2. Низкое давление всасывания

Проблема: Кассетные сплит-системы вида ON-OFF на фреоне R410a после монтажа на одном объекте работают все на экстремально низком давлении всасывания — около 6 бар (нормальное давление составляет 7–9 бар). Монтаж произведён правильно. Попытка дозаправить систему не увеличила давление всасывания.

Решение: Температура наружного воздуха была +15 °С. Стандартная температура работы наружного блока +35 °С. Поскольку наружные блоки не имели регуляторов скорости вращения, происходило переохлаждение конденсатора и снижение давления испарения до 6 бар. Проблема была решена установкой регуляторов скорости вращения вентиляторов.

3. Высокое давление всасывания

Проблема: Полупромышленная модель тайского производителя после монтажа имеет производительность всего 30% и очень высокое давление всасывания — 15 бар. Количество фреона в норме. Перегрева конденсатора нет.

Решение: Данная серия производителя Galanz имеет в своей конструкции выносное дросселирующее устройство. Внешне оно похоже на трубку-переходник, поэтому монтажники посчитали, что это «лишняя деталь». В результате система функционировала без дросселирующего устройства. После установки его на место система заработала нормально.



4. Жидкий хладагент на всасывании VRF

Проблема: VRF-система в офисном центре с различными арендаторами работает при запуске нормально. Однако в процессе эксплуатации один раз в два-три дня возникает ошибка попадания жидкого хладагента на всасывание компрессора. В чём может быть причина?

Решение: На внутренних блоках стояли отдельные автоматы питания. Арендаторы «для экономии» отключали автоматы, при этом клапаны ЭРВ во внутренних блоках оставались открытыми. Жидкий хладагент поступал в газовый трубопровод и затем на всасывание компрессора.

5. «Плавающая» неисправность

Проблема: Две одинаковые кассетные сплит-системы японского производителя были установлены весной в большом обеденном зале, благополучно запущены и успешно отработали всё лето без проблем. Однако осенью стала появляться ошибка низкого давления всасывания и возникло обмерзание теплообменника. Наружный блок снабжён регулятором скорости вращения, поэтому переохлаждения нет. Количество хладагента также в норме.

Решение: Проблема была в том, что монтажники перепутали кабели управления. Системы одинаковы, наружные блоки стоят рядом, трубопровод и кабель проходят через одно отверстие, поэтому перепутать было несложно. Когда системы были запущены (одновременно) управляющий сигнал пришёл от одного кондиционера, а хладагент — от другого. Но проблемы не было, так как режим работы совпадал. Осенью теплоизбытки снизились и включили только один кондиционер. Включился вентилятор одного блока, а фреон стал подаваться в другой. В результате мы получили проблему «слабый испаритель», низкое давление испарения и обмерзание теплообменника внутреннего блока. После переключения кабеля связи всё заработало нормально.

Проблемы, связанные с холодильным маслом

Большое количество неисправностей возникает из-за проблем с циркуляцией и возвратом масла в компрессор.

Тип холодильного масла, используемого в холодильных системах для смазки компрессоров, зависит от типа компрессора, его производительности, но главное — от используемого фреона. Масла для холодильного цикла классифицируются как минеральные и синтетические. Минеральное масло используется главным образом с хладагентами CFC (R12) и HCFC (R22) и основано на нафтене или парафине, либо смеси парафина и акрилобензола. Хладагенты HFC (R32, R410a, R407c) не растворяются в минеральном масле, поэтому для них используется синтетическое масло.

При взаимной растворимости холодильное масло смешивается с хладагентом и циркулирует с ним на протяжении всего цикла охлаждения. Масляный картер в компрессоре содержит некоторое количество растворённого хладагента, а жидкий хладагент в конденсаторе содержит небольшое количество растворённого масла. Когда жидкий хладагент испаряется во внутреннем блоке, растворённое масло практически полностью отделяется от хладагента. Когда кондиционер отключается, холодильное масло накапливается не только в компрессоре, но и в любых элементах холодильного контура.

Недостаток использования растворимого масла — это образование пены. Если холодильная машина отключается на длительный период и температура масла в компрессоре ниже, чем в других частях, хладагент конденсируется, и большая его



❖ Фото 3. Подогреватель картера компрессора

часть растворяется в масле. Если в этом состоянии происходит запуск компрессора, то давление в картере падает и растворённый хладагент испаряется, образуя пену. Данный процесс, называемый пенообразованием, приводит к выходу масла из компрессора по нагнетательному патрубку и ухудшению смазки компрессора. Для предотвращения пенообразования устанавливают подогреватель картера компрессора (фото 3).

Масляный картер в компрессоре содержит некоторое количество растворённого хладагента, а жидкий хладагент в конденсаторе содержит небольшое количество растворённого масла. Когда жидкий хладагент испаряется во внутреннем блоке, растворённое масло практически полностью отделяется от хладагента. Когда кондиционер отключается, холодильное масло накапливается в любых элементах холодильного контура

Влияние примесей на работу холодильного контура

В нашей статье обязательно следует коснуться проблем, возникающих из-за примесей в холодильном контуре:

1. Технологическое масло (машинное масло, масло для сборки). Если в систему, использующую хладагент HFC, попадёт технологическое масло (например, машинное), то такое масло будет отделяться, образуя хлопья и вызывая засор капиллярных трубок.

2. Вода. Если в систему охлаждения, использующую хладагент HFC, попадает вода, то повышается кислотность масла и происходит разрушение органических материалов, используемых в двигателе компрессора. Всё это приводит к разрушению и пробоям изоляции электродвигателя, засорению капиллярных трубок и т.д.

3. Механический мусор и грязь. Возникающие проблемы: засорение фильтров и капиллярных трубок, разложение и отделение масла, разрушение изоляции электродвигателя компрессора.

4. Воздух. Результат попадания большого количества воздуха (например, систему заправили без вакуумирования): аномальное давление, повышенная кислотность масла, пробой изоляции компрессора.

5. Примеси других хладагентов. Если в систему охлаждения попадает большое количество хладагентов различного типа, возникают аномальные рабочие давление и температура. Следствием чего является повреждение системы.

6. Примеси других холодильных масел. Многие холодильные масла не смешиваются друг с другом и выпадают в осадок в виде хлопьев. Хлопья забивают фильтры и капиллярные трубки, снижая расход фреона в системе, что ведёт к перегреву компрессора.

Для чего необходимо масло в холодильном контуре? Для смазки компрессора. И находиться масло должно именно в компрессоре. В обычной сплит-системе масло свободно циркулирует вместе с фреоном и равномерно распределяется по всему холодильному контуру. У систем VRF холодильный контур слишком большой, чтобы масло равномерно распределилось по нему. Поэтому первое устройство для возврата масла обратно в компрессор — это сепаратор масла в наружном блоке. Сепараторы масла ставятся на нагнетательной трубе компрессора. Большая часть масла оседает в сепараторе и возвращается по отдельному маслопроводу в картер компрессора.

Это устройство значительно улучшает режим смазки компрессора и в конечном итоге повышает надёжность системы.



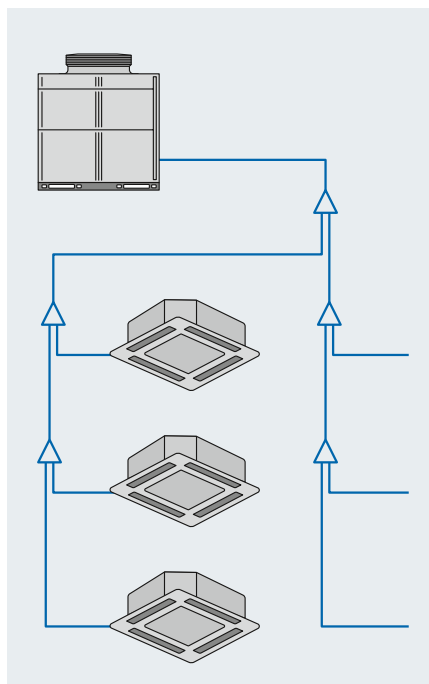
Примеры из практики

Влияние примесей в холодильном масле на работу систем кондиционирования или холодоснабжения не исчерпывается созданием перечисленных выше проблем. Автор хотел бы рассказать о двух примерах из личной практики.

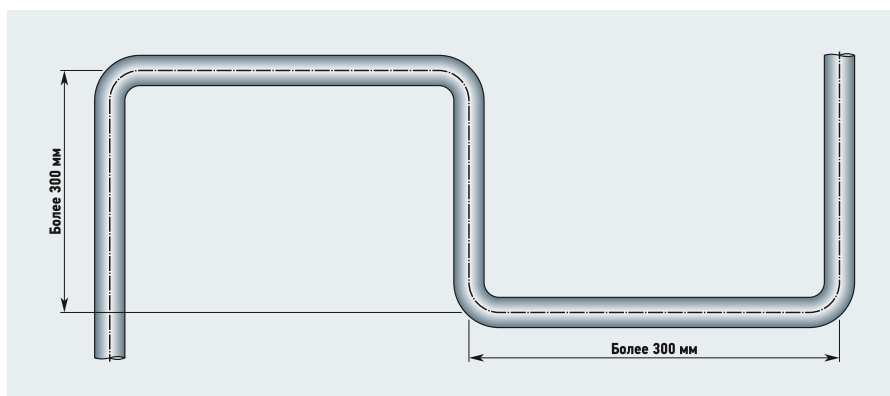
1. Регулярный выход из строя компрессоров на системе VRF

Проблема: Смонтирована VRF-система кондиционирования воздуха. Дозаправка системы, параметры работы, конфигурация трубопроводов — всё в норме. Единственный нюанс — часть внутренних блоков не смонтирована, но коэффициент загрузки наружного блока допустимый — 80%. Тем не менее, компрессоры регулярно выходят из строя по причине заклинивания. В чём причина?

Решение: Причина оказалась проста: дело в том, что для монтажа недостающих внутренних блоков были подготовлены ответвления (рис. 4). Эти ответвления были тупиковыми «аппендиксами», в ко-



❖ **Рис. 4.** Схема частичного монтажа внутренних блоков в системе кондиционирования



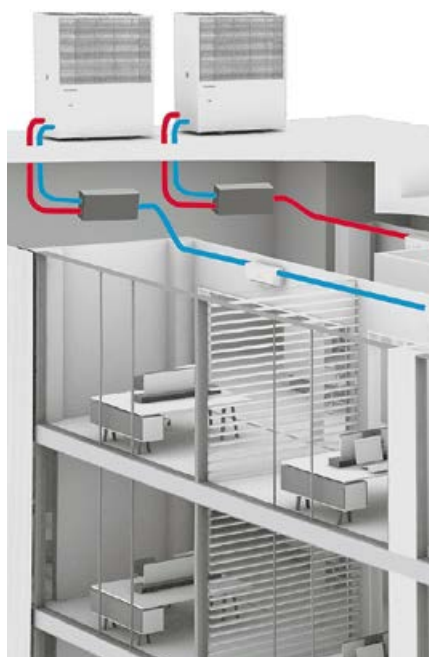
❖ **Рис. 5.** Схема маслоподъемной петли в системе кондиционирования

торые циркулирующее вместе с фреоном масло попадало, но обратно выйти уже не могло и накапливалось. Поэтому компрессоры выходили из строя из-за обычного «масляного голодания».

Чтобы этого не происходило, на ответвлениях максимально близко к разветвлениям необходимо было поставить запорные вентили. Тогда масло свободно циркулировало бы в системе и собиралось режимом сбора масла.

2. Заклинивание компрессора

Проблема: Сплит-система кондиционирования обслуживает зал совещаний на втором этаже. Наружный блок установлен в подвале здания. Отработав абсолютно нормально лето, система осенью выдала заклинивание компрессора. В чём причина, если перепад высот, температура в подвале, количество фреона — всё в норме?



Решение: Причина выхода из строя наружного блока была в отсутствии маслоподъемной петли на газовом трубопроводе. Масло — жидкость, поэтому разделение фреона и масла может произойти лишь в движущемся потоке и только когда фреон находится в газовой фазе. Конкретно в этом случае в летний период система работала в режиме охлаждения. Наружный блок располагается ниже внутреннего, поэтому масло вместе с жидким фреоном нормально поднималось во внутренний блок. Затем фреон переходил в газовую фазу и возвращался. Масло самотёком тоже возвращалось обратно в наружный блок. То есть в режиме «холод» проблем не было.

Осенью блок переключили в режим «тепло» и направление движения фреона изменилось: от наружного блока в газовой фазе фреон поднимался к внутреннему блоку. Масло отделялось от фреона на вертикальных участках и оставалось на стенках газовой трубы, постепенно накапливаясь. Далее компрессор испытывал «масляное голодание» и выходил из строя.

Для фреонов R410a и R32 маслоподъемные петли рекомендуется ставить через каждые 10 м вертикальных участков. Для фреонов R22 и R407c маслоподъемные петли рекомендуется ставить через 5 м вертикальных участков (рис. 5).

Физический смысл маслоподъемной петли сводится к накоплению масла перед вертикальным подъемом. Масло скапливается в нижней части трубы и постепенно перекрывает отверстие для пропуска фреона. Газообразный фреон увеличивает свою скорость в свободном сечении трубопровода, захватывая при этом жидкое масло. При полном перекрытии сечения трубы маслом фреон выталкивает масло, как пробку, до следующей маслоподъемной петли.

Заключение

Рассмотренные нами случаи не охватывают, к сожалению, все возможные варианты неисправностей холодильного контура систем кондиционирования. Жизнь очень многообразна и часто способна удивить даже опытного сервисного специалиста. Но не нужно забывать, что чудес не бывает и с помощью законов физики можно решить любую проблему или хотя бы понять, почему она возникла. А затем либо устранить неисправность, либо не допустить ситуаций, которые приводят к поломкам систем кондиционирования. ●

1. Брух С.В. Системный подход к поиску неисправностей VRF-систем кондиционирования // Журнал СОК, 2017, №2. С. 74–79.



Энергия биогаза из отходов животноводства для местного теплоснабжения: Республика Крым

В работе приведены результаты расчётов выхода биогаза из отходов животноводства муниципальных районов Крыма, показано территориальное распределение потенциала производства биогаза и определены районы с максимальными значениями. Проведена оценка энергопотенциала замещения существующих источников тепловой энергии альтернативными (биогаз).

Авторы: Т.И. АНДРЕЕНКО, к.б.н., с.н.с., Научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии (НИЛ ВИЭ); С.В. КИСЕЛЁВА, к.ф.-м.н., в.н.с., заведующая НИЛ ВИЭ; Ю.Ю. РАФИКОВА, к.г.н., с.н.с., НИЛ ВИЭ; И.Л. ТРОФИМОВА, студент отделения дополнительного образования, географический факультет, Московский государственный университет (МГУ им. М.В. Ломоносова)

Введение

Особенностью развития животноводства в России является создание «мегаферм» с большим поголовьем скота и птицы. Как результат жизнедеятельности животных, на этих фермах производятся огромные объёмы навоза и помёта. Расчётный объём отходов животноводства в РФ за 2020 год составил 217,3 млн тонн, из них 130 млн тонн (65%) накапливаются на открытых площадках и хранилищах, бесконтрольно вносятся на поля. По официальной статистике, в стране под хранение и биотрансформацию отходов птицеводства и животноводства заняты 2,4 млн га земли сельскохозяйственного назначения [1]. Следствием этого является ущерб окружающей среде, падение плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции, создание неблагоприятной среды обитания населения. Такое положение дел, вероятно, объясняется отсутствием экономических и экологических требований к утилизации органических отходов в «Программе развития АПК», а также противоречиями в трактовке юридического статуса навоза и помёта.

Так, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) РФ, навоз и помёт являются отходами III–IV классов опасности, по [ГОСТ Р 53765–2009](#) — сырьём для производства органических удобрений, а по [ГОСТ Р 33830–](#)

[2016](#) и [ГОСТ Р 53042–2008](#) — готовыми органическими удобрениями. Устранить существующие противоречия и способствовать повышению эффективности вовлечения побочных продуктов животноводства в сельскохозяйственное производство призван Федеральный закон №248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», который вступит в силу 1 марта 2023 года.

При расчёте технического энергетического потенциала предполагалось, что для преобразования в потребительскую энергию используется вся масса отходов животноводства без отчуждения части отходов на органические удобрения

Одной из самых эффективных технологий утилизации отходов животноводства, имеющей статус наилучшей доступной технологии переработки навоза и помёта, как в европейских, так и в отечественных технологических справочниках, является технология анаэробного сбраживания органических отходов с получением биогаза и сбалансированных удобрений [2, 3].



Из доклада Международного энергетического агентства (МЭА) за 2020 год следует, что современный мир использует лишь незначительную часть потенциала производства биогаза из органических отходов, которая может покрыть примерно 20% сегодняшнего мирового спроса на природный газ. Однако отдельные регионы достигли значительного прогресса в переработке энергии отходов в энергию биогаза. В настоящее время более 60% мощностей по производству биогаза приходится на Европу и Северную Америку. Являясь ведущим регионом по производству биогаза, Европа имеет около 20 тыс. биогазовых установок, большинство из которых расположено в Германии. При этом в Германии основным исходным сырьём для биогаза служат энергетические культуры, отходы сельского хозяйства и пищевые отходы [4]. В Дании в 2021 году использование биометана составило четвертую часть от полного потребления газа, при этом большая его часть была получена из отходов животноводства [5].

В России биогазовое производство пока не получило широкого распространения и ограничивается отдельными проектами. На базе животноводческих комплексов действуют две биогазовые станции — «Лучки» и «Байцурь» (Белгородская область) общей установленной мощностью 4,1 МВт [6], производящие электрическую и тепловую энергию. При этом в стране планируется построить сеть биогазовых станций и увеличить их совокупную мощность до 10 МВт [7].

Для Республики Крым, региона с развитым сельским хозяйством и энергосистемой, зависимой от внешних поставок энергии, привлечение альтернативных источников энергии в дополнение к традиционным могло бы снизить нагрузку на энергосистему.

В данной работе мы продолжаем тему оценки энергетического потенциала сельскохозяйственных отходов в Республике Крым, начатую в статье [8], и рассматриваем энергетический потенциал отходов животноводства на полуострове.

По данным управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и городу Севастополю (Крымстат), на сельское хозяйство в 2021

году приходилось 5,9% валовой добавленной стоимости региона. Доля животноводства в производстве продукции составляет 34%. В структуре животноводства Республики Крым основную роль играют сельскохозяйственные организации, на долю которых в 2021 году приходилось 52,4% от общего объёма произведённой продукции, что может обеспечить сбор отходов производства и дальнейшее использование их, в том числе для получения энергии для местных нужд [9].



Методика

В расчётах энергетического потенциала биомассы отходов животноводства учитывались отходы содержания следующих видов скота и птицы: крупного рогатого скота (КРС), свиней и птицы (кур-несушек). С помощью статистических материалов Росстата и Крымстата были определены показатели численности каждого вида животных по муниципальным районам и городским округам Республики Крым в хозяйствах всех категорий за вычетом данных хозяйств населения в силу невозможности централизованного сбора (концентрации) сельскохозяйственных отходов хозяйств такого типа.

Масса ежегодно образующихся органических отходов содержания скота M_i (вида i) с использованием статистических данных о численности животных этого вида на конец года в данном муниципальном образовании N_i и нормы образования отходов L_i от животных этого вида [10–12]: $M_i = N_i L_i$.

Выход биогаза подсчитывался в кубических метрах на единицу массы сухого вещества, содержащегося в физиологических отходах животных. Масса сухого ве-

щества при влажности исходных отходов W [%] рассчитывалась как:

$$M_{с.в.} = N_i L_i \frac{100 - W}{100}.$$

Количество биогаза из навоза (помёта) данного вида животных:

$$V_i = N_i L_i B_i \frac{100 - W}{100},$$

где B_i — усреднённый выход биогаза на тонну сухого вещества данной биомассы.

Значения выхода биогаза рассчитывались для самого распространённого мезофильного режима сбраживания отходов после 10–20 дней ферментации [12].

Нормы образования отходов, их удельное энергосодержание и выход биогаза и метана при сбраживании приведены в табл. 1 (при вычислении использовались средние значения величин).

При расчёте технического энергетического потенциала предполагалось, что для преобразования в потребительскую энергию используется вся масса отходов животноводства, без отчуждения части отходов на органические удобрения (энергосодержание 1 м³ метана принималось равным 36 МДж). Для преобразования энергии биогаза в тепло в расчётах принималось, что используются газовые водогрейные котлы атмосферного типа с КПД 90%. Состав и удельное количество биогаза зависят от многих факторов: вида и породы скота, половозрастного состава скота, условий содержания и кормления, технических характеристик и режимов работы биогазовых установок и т.д. В то же время в расчётах были использованы результаты многолетних исследований и практического использования биогазовых установок. В связи с этим полученные оценки ресурсов биогаза вполне приемлемы.

Данные Крымстата по величине тепловой энергии, потреблённой населением в 2021 году [13], и численности жителей (на 1 января 2021 года) [14] позволили определить душевое потребление тепловой энергии — 0,82 Гкал/год.

⌘ Нормы образования отходов, их удельное энергосодержание и выход биогаза* табл. 1

Тип сырья	Нормы образования отходов, т сухого вещества на голову в год	Удельное энергосодержание отходов, т.у.т/(т сухого вещества)	Выход биогаза, м ³ /(т сухого вещества)	Содержание метана в биогазе, %
Навоз КРС	3,01	0,29	250–340	65
Свиной навоз	0,22	0,55	340–580	65–70
Птичий помёт	0,01825	0,55	310–620	60

* Также указано содержание в биогазе метана (для отходов жизнедеятельности животных в Республике Крым).

Результаты

Данные численности поголовья крупного рогатого скота (КРС) в Республике Крым с 2014 по 2021 годы показывают, что за эти годы число животных этого вида неуклонно стабильно возрастало (табл. 2). С учётом этой тенденции решили, что целесообразно рассчитывать выход биогаза из навоза этого вида животных по последним статистическим данным — по данным 2021 года.

Результаты расчёта потенциала производства биогаза из отходов крупного рогатого скота приведены в табл. 3.

Сравнение данных показывает, что наибольший энергетический потенциал для производства биогаза в Крыму обозначен у Первомайского района, данный потенциал тепловой энергии составил 55,7 тыс. Гкал/год. Существенным потенциалом обладают Раздольненский (31 тыс. Гкал/год) и Ленинский (23,5 тыс. Гкал/год) районы. Всего из отходов крупного рогатого скота можно получить биогаз в количестве 40,7 млн м³/год.

Следует отметить, что суммарный теплоэнергетический потенциал отходов крупного рогатого скота на Крымском полуострове составил 205 тыс. Гкал/год.

Сравнение количества тепловой энергии, которая может быть получена из биогаза отходов крупного рогатого скота, и тепла, потребляемого населением, показало, что в двух районах (Первомайском и Раздольненском) технический теплотенциал отходов КРС перекрывает потребляемое населением тепло в 2,21 и 1,26 раза, соответственно.



•• Численность крупного рогатого скота (КРС) в Республике Крым с 2014 по 2021 годы табл. 2

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Поголовье КРС	14 897	15 603	23 414	31 130	35 811	40 263	42 906	45 855



•• Энергия биогаза из отходов крупного рогатого скота (КРС), свиноводства и птицеводства в Республике Крым (РК) табл. 3 (начало)

Муниципальные образования Республики Крым	Среднее кол-во голов N			Масса сухого вещества органических отходов M _{с.в.} , т/год			Объём выработанного биогаза V, тыс. м ³ /год			Объём метана CH ₄ , тыс. м ³ /год		
	КРС	свиньи	птица	КРС	свиньи	птица	КРС	свиньи	птица	КРС	свиньи	птица
Бахчисарайский	1008	465	301	3034	102	5,5	895	47	3	582	31	2
Белогорский	2658	863	156	8001	189	2,8	2361	87	1	1535	58	1
Джанкойский	3693	3256	1764	11 116	713	32 203,2	3281	328	14 974	2132	220	8985
Кировский	186	732	577	560	160	10,5	165	74	5	107	49	3
Красногвардейский	2785	26 052	1 973 078	8383	5705	36 008,7	2474	2624	16 744	1608	1758	10 046
Красноперекоский	1475	1576	1018	4440	345	18,6	1310	159	9	852	106	5
Ленинский	5262	383	2445	15 839	84	44,6	4674	39	21	3038	26	12
Нижнегорский	1079	1269	4934	3248	278	90,0	958	128	42	623	86	25
Первомайский	12 472	1982	0	37 541	434	0,0	11 079	200	0	7201	134	0
Раздольненский	6942	1110	53426	20 895	243	975,0	6167	112	453	4008	75	272
Сакский	3163	5042	306 887	9521	1104	5600,7	2810	508	2604	1826	340	1563
Симферопольский	2760	35 885	372 711	8308	7859	6802,0	2452	3615	3163	1594	2422	1898
Советский	250	252	218	753	55	4,0	222	25	2	144	17	1
Черноморский	1370	2308	691	4124	505	12,6	1217	233	6	791	156	4
Армянск	752	н.д.	67	2264	н.д.	1,2	668	н.д.	1	434	н.д.	0
Всего	45 855	81 175	4 481 066	138 024	17 777	81 780	40 734	8 178	38 027	26 477	5 479	22 816

Примечание. Данные по отходам КРС представлены за 2021 год; при определении отходов свиноводства учитывали среднегодовое поголовье животных в муниципальных образованиях РК в 2014–2021 гг.; при определении отходов птицеводства учитывали среднее поголовье птиц в муниципальных образованиях РК в 2014–2021 гг., за исключением 2018–2020 гг., по которым нет данных Росстата.

Аналогично были проведены расчёты потенциала производства биогаза из отходов свиноводства и оценено вероятное теплозамещение существующих источников тепла альтернативными. Как видно из табл. 3, энергия, которую можно получить из биогаза отходов свиноводства, незначительна. Суммарный теплоэнергopotенциал составил 42,4 тыс. Гкал/год, выход биогаза — 8,2 млн м³/год. Отходы свиноводства Красногвардейского и Симферопольского районов можно привлекать в качестве дополнительного ресурса при выработке энергии.



Всего из отходов животноводства на Крымском полуострове можно получить 86,9 млн м³/год биогаза, энергия которого составляет почти 70 тыс. т.у.т/год. Из этого количества биогаза можно получить 424 тыс. Гкал/год тепловой энергии, которая может служить дополнительным теплом для жилищного сектора Республики Крым, так и для автономного энергообеспечения самих животноводческих комплексов и фермерских хозяйств.

Территориально районы с наибольшим потенциалом производства биогаза из отходов крупного рогатого скота располагаются в центральной и северо-западной частях полуострова (рис. 1).

Всего из отходов животноводства в Крыму можно получить 86,9 млн м³/год биогаза, (почти 70 тыс. т.у.т/год). Из этого количества биогаза можно получить 424 тыс. Гкал/год тепловой энергии

Расчёты показывают, что из отходов птицеводства можно получить в сумме 38 млн м³/год биогаза и 176,6 тыс. Гкал/год тепловой энергии и (табл. 3). Наибольший энергетический потенциал для производства биогаза у Красногвардейского (77,8 тыс. Гкал/год) и Джанкойского (69,5 тыс. Гкал/год) районов. Как видно из табл. 5, в Джанкойском и Красногвардейском районах технический теплотенциал отходов птицеводства перекрывает потребляемое населением тепло в 1,3 и 1,1 раза, соответственно.

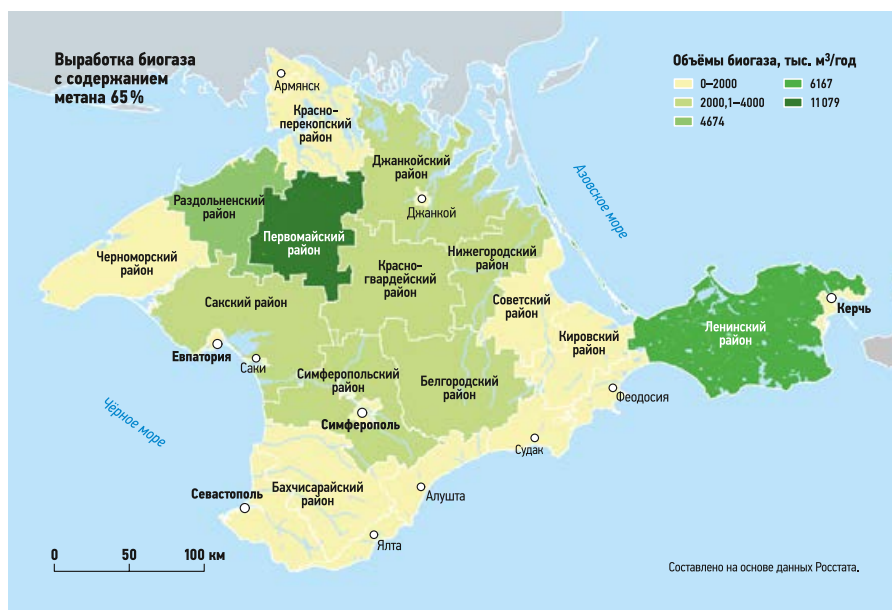


Рис. 1. Потенциал производства биогаза из отходов крупного рогатого скота

Энергия биогаза из отходов крупного рогатого скота (КРС), свиноводства и птицеводства в Республике Крым (РК) табл. 3 (окончание)

Муниципальные образования Республики Крым	Энергия метана E _{CH₄} , тыс. МДж/(м ³ -год)			Тепловой энергopotенциал биогаза Q _{бг} , тыс. Гкал/год			Тепловая энергия, потребляемая населением, Q _{нас} , тыс. Гкал/год	Соотношение Q _{бг} /Q _{нас}		
	КРС	свиньи	птица	КРС	свиньи	птица		КРС	свиньи	птица
Бахчисарайский	20953	1130	55	4,5	0,2	0,0	72,1	0,06	0,00	0,00
Белогорский	55251	2097	29	11,9	0,4	0,0	49,9	0,24	0,01	0,00
Джанкойский	76765	7912	323449	16,5	1,7	69,5	52,7	0,31	0,03	1,32
Кировский	3866	1779	106	0,8	0,4	0,0	42,3	0,02	0,01	0,00
Красногвардейский	57891	63302	361671	12,4	13,6	77,8	68,5	0,18	0,20	1,14
Красноперекopский	30660	3829	187	6,6	0,8	0,0	19,2	0,34	0,04	0,00
Ленинский	109380	931	448	23,5	0,2	0,1	47,0	0,50	0,00	0,00
Нижегородский	22429	3083	904	4,8	0,7	0,2	36,0	0,13	0,02	0,01
Первомайский	259252	4816	0	55,7	1,0	0	25,2	2,21	0,04	0,00
Раздольненский	144301	2697	9793	31,0	0,6	2,1	24,6	1,26	0,02	0,09
Сакский	65748	12251	56253	14,1	2,6	12,1	63,3	0,22	0,04	0,19
Симферопольский	57371	87195	68319	12,3	18,7	14,7	136,0	0,09	0,14	0,11
Советский	5197	612	40	1,1	0,1	0,0	25,5	0,04	0,01	0,00
Черноморский	28478	5608	127	6,1	1,2	0,0	25,3	0,24	0,05	0,00
Армянск	15632	н.д.	12	3,4	н.д.	0,0	19,4	0,17	н.д.	0,00
Всего	953174	197243	821393	205,0	42,4	176,6	707,0	-	-	-

Примечание. Данные по отходам КРС представлены за 2021 год; при определении отходов свиноводства учитывали среднегодовое поголовье животных в муниципальных образованиях РК в 2014–2021 гг.; при определении отходов птицеводства учитывали среднее поголовье птиц в муниципальных образованиях РК в 2014–2021 гг., за исключением 2018–2020 гг., по которым нет данных Росстата.

Биогаз из отходов свиноводства можно использовать для получения дополнительного источника тепла в центральной части Крыма (рис. 2).

Наибольшим техническим потенциалом для возможного производства тепловой энергии из биогаза отходов птицеводства обладают центральная и северная части Крымского полуострова (рис. 3).

Выводы

1. Для регионов России, в частности, Республики Крым, со значительным развитием отрасли животноводства, вовлечение в оборот вторичного сырья с получением полезных продуктов является актуальным в свете принятого Федерального закона от 14 июля 2022 года №248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [15].
2. Отходы животноводства являются перспективным видом сырья для получения энергии. Из отходов крупного рогатого скота (КРС), свиней и птиц в Республике Крым можно получить 87 млн м³/год (почти 70 тыс. т.у.т/год) биогаза и до 424 тыс. Гкал/год тепловой энергии.

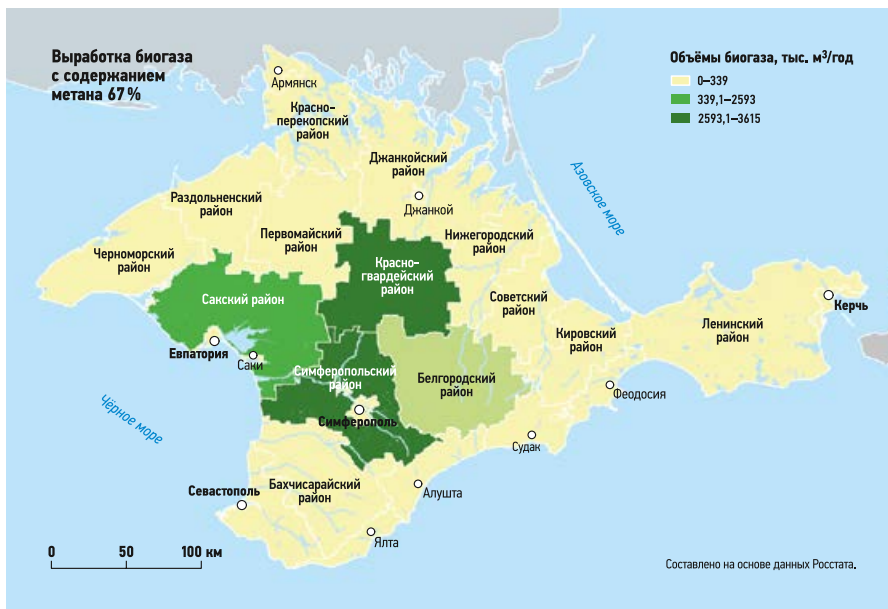


Рис. 2. Потенциал производства биогаза из отходов свиноводства

3. Потенциал тепловой энергии, которую можно получить из биогаза отходов животноводства, превышает ежегодно потребляемую домохозяйствами региона тепловую энергию в муниципальных районах: Первомайском, Джанкойском, Раздольненском и Красногвардейском.

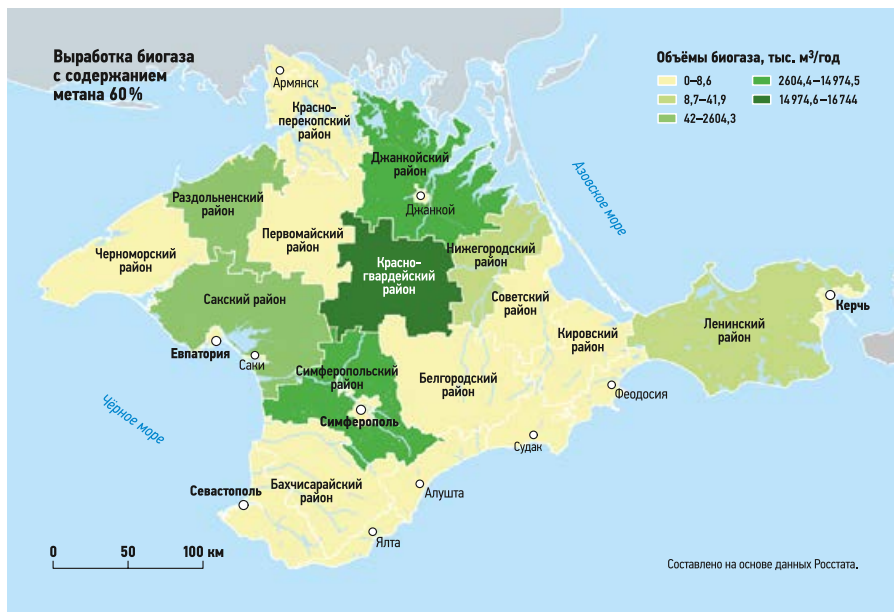


Рис. 3. Потенциал производства биогаза из отходов птицеводства

Для регионов России со значительным развитием отрасли животноводства вовлечение в оборот вторичного сырья с получением полезных продуктов является актуальным в свете принятого №248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

4. Применение энергии биомассы отходов позволило бы улучшить ситуацию с дефицитом энергии Республики Крым, снизить экологическую нагрузку, способствовало бы развитию региона.

1. Кардинальное изменение системы обращения с отходами сельского хозяйства повлечёт за собой положительные эффекты для агропромышленного комплекса [Электр. текст]. Новость от 31.03.2022: Ассоциация «Ресурс». Режим доступа: resurs2030.ru. Дата обрац.: 19.09.2022.
2. ГОСТ Р 113.15.01-2019. Наилучшие доступные технологии. Рекомендации по обработке, утилизации и обезвреживанию органических отходов сельскохозяйственного производства / Дата введ.: 01.12.2019.
3. Фогед Х.Л. Наилучшие доступные технологии переработки навоза — для активных свиноводческих комплексов в странах ЕС Балтийского региона [Henning Lyngsø Foged. Best Available Technologies for manure treatment — for intensive rearing of pigs in Baltic Sea region EU member states. Stockholm, Sweden. 2010] / Пер. с англ. — СПб.: Baltic Sea 2020. 108 с.
4. The outlook for biogas and biomethane to 2040: Prospects for organic growth [Обзор перспектив биогаза и биометана до 2040 года: перспективы органического роста]. IEA. Web-source: iea.org. Access date: 09.09.2022.
5. Renewables 2022: Global Status Report. REN21. Paris, France. 2022. 309 p.
6. Переработка отходов сельскохозяйственного производства в компании «АльтЭнерго»: презентация [Электр. текст]. ООО «АльтЭнерго». Режим доступа: altenergo.su. Дата обрац.: 10.09.2022.
7. Кулагин В.А., Дунаева Н.В., Яковлева Д.Д. Новые технологии использования биогаза как способ решения экологических проблем // Вестник РАН, 2021. Т. 91. №1. С. 87–102.
8. Андреев Т.И., Киселёва С.В., Рафикова Ю.Ю., Трофимова И.Л. Энергетический потенциал отходов растениеводства для теплоснабжения жилого сектора // Журнал СОК, 2022. №8. С. 64–69.
9. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий [Электр. текст]. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю (Крымстат). Режим доступа: rosstat.gov.ru, crimea.gks.ru. Дата обрац.: 07.09.2022.
10. База данных показателей муниципальных образований [Электр. текст]. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Режим доступа: gks.ru. Дата обрац.: 07.09.2022.
11. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / Под ред. П.П. Безруких. — М.: ИАЦ «Энергия», 2007. 272 с.
12. Веденев А.Г., Веденева Т.А. Биогазовые технологии. — Бишкек, Кыргызстан: ОФ «Флюид», 2017. 95 с.
13. О работе отопительных котельных и тепловых сетей в Республике Крым. Основные показатели работы источников теплоснабжения за 2021 год [Электр. текст]. Крымстат. Режим доступа: rosstat.gov.ru, crimea.gks.ru. Дата обрац.: 07.09.2022.
14. Оценка численности постоянного населения по городским округам и муниципальным районам Республики Крым по состоянию на 01.01.2021 [Электр. текст]. Крымстат. Режим доступа: rosstat.gov.ru, crimea.gks.ru. Дата обрац.: 07.09.2022.
15. О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ: Фед. закон РФ от 14.07.2022 №248-ФЗ.



4-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

20–22 ИЮНЯ 2023

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура

12+

Реклама



www.renwex.ru

При поддержке

Под патронатом

Организатор



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



ЭКСПОЦЕНТР

Сетевые электростанции как инструмент экономии. Универсальное решение для любого типа объектов

С ежегодным ростом тарифов на электричество всё больше потребителей задумывается о способах снижения затрат. Вне зависимости от типа объекта существует несколько разработок, позволяющих внедрить для экономии электроэнергии солнечную электрическую систему. Одним из таких универсальных решений стал проект компании ООО «Воланд-КС» из города Тольятти, разработанный для объекта в Оренбургской области.

Автор: Анна МАГАНОВА



❖❖ Процесс строительства сетевой солнечной электростанции

На сегодняшний день процесс сокращения трат на электроэнергию идёт по двум направлениям: экономия за счёт контроля потребления и использования «умных» приборов учёта; уменьшение реального потребления электричества за счёт энергоэффективных решений, что куда сложнее организовать [1].

Рассмотрим второй вариант, как один из самых эффективных способов экономии, который будет эксплуатироваться десятилетиями, — установка альтернативного источника энергоснабжения в виде солнечной электростанции. Несомненно, подобные решения требуют значительных стартовых вложений. Но эти капитальные затраты рассчитаны на многие годы эксплуатации, во время которой потребление из сети будет сведено к минимуму или вообще к нулю.

Ещё пару лет назад это был бы весь список плюсов данного решения, однако сегодня, благодаря нововведениям в законодательстве, нам доступна продажа выработанной электроэнергии обратно в сеть. Такая возможность открылась потребителям с декабря 2020 года после подписания «Закона о микрогенерации» [2]. Проданную обратно в сеть электроэнергию учитывает специальный двунаправленный счётчик, который устанавливается сетевой компанией на основании заявления заказчика [3].

Таким образом, солнечная электростанция позволяет ежедневно получать доход, который не только компенсирует текущие затраты на электрическую энергию летом, но и за счёт продажи избытков обратно в сеть позволяет получать средства на компенсацию затрат тогда, когда солнце светит мало.

Основные задачи разработанного проекта таковы:

1. Значительно снизить или добиться полного отсутствия оплаты за электрическую энергию.
2. Обеспечить аварийное энергоснабжение на случай перебоев с подачей электроэнергии от внешней сети.

Сетевая СЭС

Для экономии электроэнергии была установлена сетевая солнечная электростанция мощностью 15 кВт. Вся выработанная в ней энергия тратится на нагрузки на объекте, но если есть излишки, особенно летом, то они отправляются обратно в городскую сеть, то есть продаются.

Особенности установки солнечной электростанции

Принятие решения о месте и способе установки солнечных модулей является первоочередной задачей в процессе реализации подобных проектов. В данном случае основное строение объекта обладает сложной кровлей без больших плоскостей, в связи с чем было принято решение использовать наземную опорную конструкцию для крепления модулей.

Преимущества наземной конструкции:

1. **Естественное охлаждение солнечных панелей в любое время года** (особенно летом, когда из-за перегрева производительность солнечных панелей снижается).
2. **Конструкция для крепления солнечных панелей разрабатывается с учётом снеговой и ветровой нагрузки региона.**
3. **Под солнечными панелями могут размещаться сельскохозяйственные растения, скрытые от палящего солнца.**
4. **Солнечные кабели от панелей до оборудования прокладываются под землёй и защищены от внешнего воздействия.**



❖❖ Готовое к работе оборудование для гибридной и сетевой систем

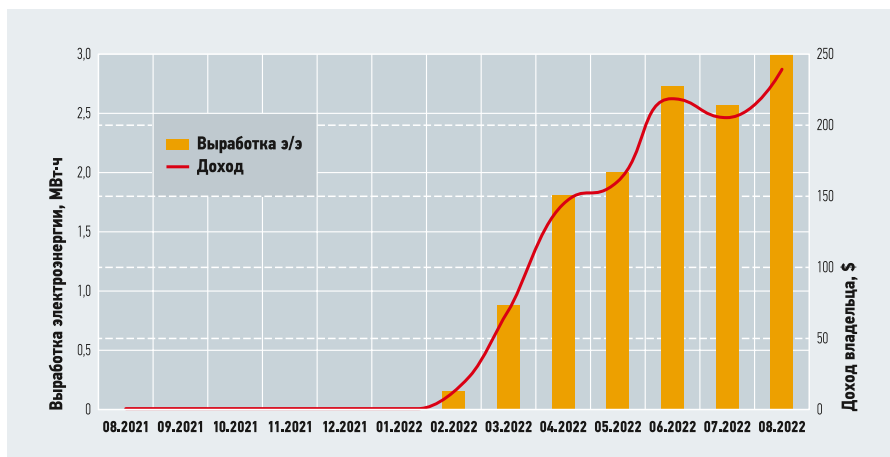


Рис. 1. Объём выработанной солнечной электростанцией электрической энергии (с момента запуска системы весной 2022 года) и доход её владельца

Используемое оборудование:

- 54 гетероструктурных солнечных модуля 305 Вт российского производства;
- сетевой трёхфазный инвертор 15 кВт;
- наземные опорные конструкции для размещения трёх цепочек последовательно соединённых модулей;
- коммуникации (силовые и солнечные провода, коннекторы);
- шкаф защитной автоматики;
- защита от импульсных помех (молниезащита).

Гибридная СЭС

Гибридная солнечная электростанция предназначена для обеспечения аварийного электроснабжения наиболее важных нагрузок на объекте и дополнительной экономии энергии. При наличии солнца инвертор данной системы работает таким образом, что энергия от солнца первично идёт на поддержание аккумуляторов в заряжённом состоянии, а вся свободная энергия расходуется на подключённые нагрузки и тем самым опять-таки экономит деньги заказчика. При пропадании сети система практически мгновенно переходит на работу от аккумуляторов, а солнечные панели работают на их заряд.

Используемое оборудование:

1. Гибридный инвертор Pro 5600МН (5,6 кВт, 220 В) китайского производства.
2. Девять гетероструктурных солнечных модуля 310 Вт российского производства.
3. Самые эффективные LiFePO₄ аккумуляторы (4,8 кВт·ч, 100 А·ч, 48 В) — 4 шт., общий запас энергии в АКБ около 19 кВт·ч.
4. Коммуникации (провода, коннекторы).
5. Шкаф защитной автоматики.
6. Защита от импульсных помех (молниезащита).

По итогам установки сетевой и гибридной частей проекта система покрывает практически 100% потребления объекта в период с марта по сентябрь, то есть в течение семи месяцев. Чтобы компенсировать затраты на электроэнергию в холодное время года, сетевая система в скором времени будет расширена ещё на 10 кВт.

Помесячная оплата за электроэнергию на объекте

Месяц 2022 года	Сумма к оплате, руб.
Январь	65 980,53
Февраль	48 052,62
Март	1580,04
Апрель	23,10

Это позволит продавать дополнительные выработанные киловатт-часы и накапливать финансовые средства для оплаты электроэнергии зимой.

Количество выработанной на объекте электроэнергии (с момента запуска системы весной 2022 года) представлено на рис. 1. В табл. 1 сведена ежемесячная оплата за электроэнергию на объекте до и после введения СЭС в эксплуатацию.

По итогам установки сетевой и гибридной частей проекта система покрывает практически 100% потребления объекта в период с марта по сентябрь, то есть в течение семи месяцев, и в скором времени будет расширена ещё на 10 кВт

Где может быть реализован такой проект?

Данное решение абсолютно универсально и может применяться на объектах любого вида, от коммерческих предприятий разных масштабов до частных домовладений.

Сетевая солнечная электростанция обладает огромным потенциалом расширения путём установки рядом параллельных комплектов вне зависимости от их мощности. Гибридная система также гибко масштабируема и может быть расширена в несколько раз.

табл. 1

Месяц 2022 года	Сумма к оплате, руб.
Май	0,0
Июнь	4763,22
Июль	0,0
Август	0,0



Готовые к работе солнечные модули на наземной конструкции

Установка подобной системы обеспечивает комфортную и безопасную работу объекта, которая теперь намного меньше зависит от внешних условий и стабильности сети, а благодаря продаже свободной электроэнергии данная система является также инвестицией, которая сразу начнёт работать на своего владельца и прослужит ему долгие годы.

1. Как экономить электроэнергию?! [Электр. текст]. ООО «Воланд-КС». Режим доступа: solar-kt.ru. Дата обрац.: 10.08.2022.
2. О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации: Фед. закон от 27.12.2019 №471-ФЗ.
3. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации: ПП РФ от 02.03.2021 №299.



Ресурсы урана как ключевого элемента для мировой электроэнергетики

Резкий скачок цен на природный газ и уголь усугубил энергетический кризис в Европе и Китае и вернул уран в центр внимания в энергетическом секторе. Рассмотрено состояние ресурсной базы урана, выделяются основные производители и потребители. Ценовая динамика демонстрирует восходящий тренд на данное сырьё. Обсуждается проблема замыкания ядерного цикла на основе двухкомпонентной ядерно-энергетической системы на основе действующих и создаваемых легководных реакторов и реакторов на быстрых нейтронах и расширения ресурсной базы.

Авторы: М.Ю. БЕРЕЗКИН; К.С. ДЕГТЯРЁВ; О.А. СИНЮГИН, Географический факультет [Московского государственного университета \(МГУ им. М.В. Ломоносова\)](#)

Введение

В настоящее время атомная энергетика обеспечивает примерно 10% мирового производства электроэнергии. Ядерные реакторы произвели в общей сложности 2553 ТВт·ч в 2020 году, в конце 2020 года мощность действующих атомных электростанций составила 392 ГВт [2]. Суммарная мощность реакторов, вырабатывающих электроэнергию, в 2020 году достигла 369 ГВт (небольшое количество действующих реакторов не вырабатывают электроэнергию). 60 ГВт (57 блоков) находились в стадии строительства.

В умеренном сценарии ожидается, что ядерная мощность вырастет до 439 ГВт к 2030 году и до 615 ГВт к 2040-му за счёт ввода в эксплуатацию новых реакторов в Китае, Индии и ряде стран-новичков, компенсирующих закрытие реакторов в США и Западной Европе. В 2020 году средний мировой коэффициент использования мощности АЭС составил 80,3% по сравнению с 83,1% в 2019-м [1].

В будущем атомная энергетика будет играть всё более важную роль в электроснабжении и теплоснабжении по нескольким причинам, в том числе:

- почти нулевые выбросы углекислого газа и других загрязняющих веществ, связанные с производством атомной энергии в силу её специфики;
- долгосрочная конкурентоспособность по стоимости;
- когенерация — способность производить тепло в дополнение к электричеству;
- обеспечение базовой нагрузки с постоянно высоким коэффициентом использования мощности;
- надёжный и безопасный характер ядерной энергетики нового поколения, привлекательный для развивающихся стран, стран, которым не хватает местных энергетических ресурсов, а также для развитых стран, стремящихся ввести большую долю возобновляемых источников энергии при сохранении стабильности сети.

Многие страны — участницы Парижского соглашения в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата по

сокращению выбросов парниковых газов 2015 года переходят на ядерную энергетику, чтобы обеспечить декарбонизацию экономики. Китай планирует в ближайшие 15 лет построить 150 новых реакторов. Европейская комиссия планирует признать ядерную энергетику «зелёным» видом деятельности в пределах своей классификации для инвесторов, которые могли бы направлять средства на новые проекты. Япония заявила о своём намерении рассмотреть возможность строительства новых станций впервые после катастрофы на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году.

В конце 2020 года мощность действующих АЭС составила 392 ГВт. Ожидается рост ядерной мощности до 439 ГВт к 2030 году и до 615 ГВт к 2040-му

Спрос и предложение урана

Мировые потребности реакторов в уране в 2021 году оценивались приблизительно в 62,5 тыс. тонн урана. В умеренном сценарии ожидается, что они вырастут до 79,4 тыс. тонн урана в 2030 году и до 112,3 тыс. тонн в 2040-м. Мировое производство урана значительно сократилось с 63 207 тонн урана в 2016 году до 47 731 тонн урана в 2020-м [1]. Недавняя депрессия на рынке урана вызвала не только резкое сокращение деятельности по разведке урана — на 77% с \$2,12 млрд в 2014 году до почти \$483 млн в 2018-м, но и сокращение производства урана на имеющихся рудниках, при этом мощности по ежегодной добыче более 20,5 тыс. тонн простаивают [8].

Ежегодное предложение урана складывается из первичного (горнодобывающая промышленность) и вторичного (коммерческие запасы участников рынка) компонентов. Роль вторичных поставок урана на мировом рынке будет постепенно снижаться с текущего уровня обеспечения 14–18% потребностей урановых реакторов до 5–8% в 2040 году.

Мировые ресурсы урана в 2019 году по странам

табл. 1

Страна	Рационально гарантированные ресурсы с затратами на добычу менее \$ 130 за 1 кг U, тыс. тонн U	Предполагаемые ресурсы с затратами на добычу более \$ 130 за 1 кг U, тыс. тонн U	Всего ресурсы, тыс. тонн U
Австралия	1285	765	2049
Казахстан	465	504	969
Канада	652	221	873
Россия	257	405	662
Намибия	321	184	504
Южная Африка	258	190	448
Нигер	316	124	439
Бразилия	156	121	277
Китай	123	147	270
Индия	188	8	196
Украина	122	65	187
Узбекистан	51	82	132
США	102	–	102
Остальные	430	532	962
Всего	4724	3346	8070

Источник: OECD-NEA [2], IAEA [7].

Однако в ближайшем будущем один из основных компонентов вторичного предложения (коммерческие запасы) будет по-прежнему играть незаменимую роль в преодолении разрыва между спросом и предложением.

В секторе производства топлива конкуренция может стать более острой, как с коммерческой, так и с технологической точек зрения, из-за повышенного интереса к разработкам передовых видов топлива для реакторов нового типа. Рост спроса на ядерное топливо в Азии и снижение на Западе может привести к тому, что поставщики топлива перейдут от регионального к более глобальному рыночному подходу.

Быстрый рост спроса на уран в ряде стран, прежде всего в Китае, приведёт к необходимости дополнительной добы-

чи урана в период, охватываемый сценариями. В 2020 году поставки урана были почти на 30% меньше потребностей парка реакторов в этом году. Вне зависимости от сценария предложения урана, мощность всех известных на сегодняшний день горнорудных проектов к концу прогнозируемого периода должна будет увеличиться как минимум вдвое.

Следует отметить, что ресурсов урана достаточно для удовлетворения будущих потребностей, однако производители ждут восстановления баланса на рынке, чтобы начать реинвестировать в новые мощности и возобновить производство простаивающих и остановленных проектов. Также потребуются дополнительные мощности по конверсии, тогда как мощности по обогащению и производству данного ядерного топлива достаточны для удовлетворения спроса.



Фото: ТОО «СП «КАТКО», АО «НАК «Казатомпром», kazatomprom.kz

Разработка уранового месторождения Моинкум (Туркестанская область, Республика Казахстан) совместным казахстанско-французским предприятием ТОО «СП «КАТКО»



Фото: ТОО «СП «КАТКО», АО «НАК «Казатомпром», kazatomprom.kz

Урановый концентрат на предприятии ТОО «СП «КАТКО» (Республика Казахстан)

Мировая потребность реакторов в уране в 2040 году вырастет примерно на 70% [1]. Ресурсы урана довольно широко распространены по всему миру, и в табл. 1 показано распределение этого ресурса по странам. В этом списке традиционно лидируют три страны: Австралия принимает наибольший объём ресурса (25% от общего объёма), за ними следуют Казахстан (12%) и Канада (11%).

После пика в 2016 году добыча урана снизилась в результате ухудшения мировой рыночной конъюнктуры. Далее, в 2019–2020-х годах ситуацию на рынке усугубила более чем трёхлетняя пандемия COVID-19. Произошедшее сокращение добычи затронуло прежде всего Канаду и Казахстан. Четыре крупнейших урановых производителя сократили выпуск продукции в 2016–2020 годах.

Временная приостановка производства произошла на шахтах в Канаде, Казахстане, Намибии, Южной Африке и США. Это привело к сокращению численности персонала на местах из-за мер социального дистанцирования. Отключение или приостановка добычи в существующих производственных центрах, а также снижение уровня производства привели к резкому снижению глобального коэффициента использования мощностей. В целом производство урана показало тенденцию к снижению за пятилетку 2016–2020 годов. Динамика этих производственных изменений показана в табл. 2.

Ежегодные страновые потребности в поставках урана показаны в табл. 3. Ассоциация ядерной энергетики (NEA) функционирует в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (OECD) развитых стран и не включает данные по Китаю, Индии, Украине, Тайваню (КНР) и нескольким другим малым потребителям. Общий мировой спрос примерно на 20 % превышает потребно-

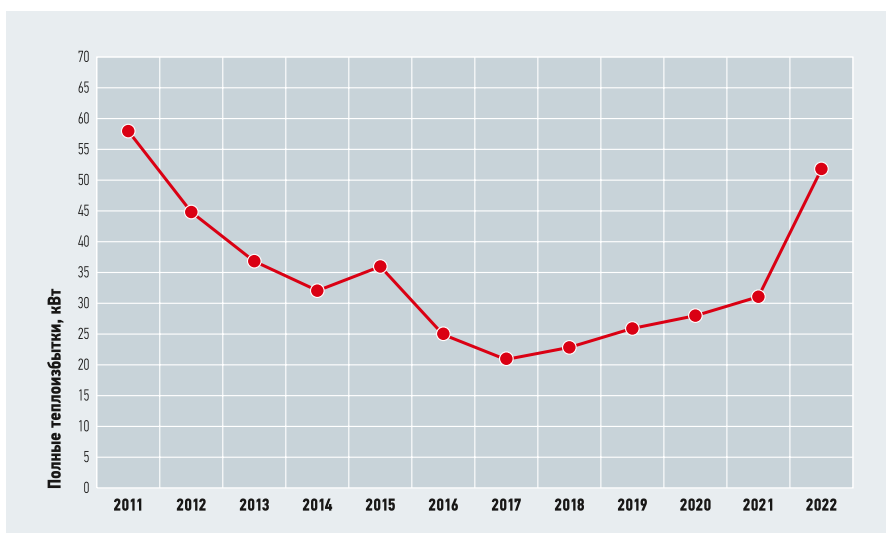


Рис. 1. Среднегодовые цены на природный уран в 2011–2022 годах

сти стран членов NEA. В целом по состоянию на 2020 год производство урана было на 30 % меньше спроса. Итоговая балансировка достигается посредством привлечения коммерческих запасов.

Цены на уран

В сентябре 2022 года цены на уран выросли до \$ 53,5 за фунт закиси-оксида урана (оксида урана U_3O_8) — самого высокого уровня с марта 2022-го [8]. Урановый концентрат торгуется на Лондонской бирже металлов (The London Metal Exchange) с ценовыми котировками в долларах США за фунт (0,454 кг).

С начала 2022 года стоимость урана выросла на 21 %. В марте она поднялась выше \$ 50 впервые с 2011 года, причём это в два раза превышает уровень, типичный для середины 2010-х годов (рис. 1).

Энергетический кризис в Европе побуждает страны активизировать свои усилия в области ядерной энергетики. Страны были вынуждены перейти на альтернативные виды топлива, такие как уголь и уран, поскольку сокращается экспорт нефти и природного газа из РФ

Мировое производство (и предложение) урана в 2016–2020 годах

табл. 2

Страна	Производство/предложение, тонн U/год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Казахстан	24 689	23 321	21 705	22 808	19 477
Австралия	6 315	5 882	6 517	6 613	6 203
Намибия	3 654	4 224	5 524	5 476	5 413
Канада	14 039	13 116	7 001	6 938	3 885
Узбекистан	3 325	3 400	3 450	3 500	3 500
Нигер	3 479	3 448	2 911	2 983	2 991
Россия	3 005	2 917	2 904	2 911	2 846
Китай (оценка)	1 616	1 692	1 885	1 885	1 885
Украина	808	707	790	800	844
Индия (оценка)	385	423	423	308	400
Южная Африка	490	308	346	346	250
США	1 125	960	582	58	6
Остальные	277	116	116	116	131
Всего	63 207	60 514	54 154	54 742	47 731

Становые потребности (спрос) в уране в 2020 году

табл. 3

Страна	Потребность в уране в 2020 году, тонн U/год
США	16 886
Франция	6 034
Россия	5 100
Южная Корея	5 000
Канада	1 715
Германия	1 293
Швеция	950
Испания	946
Япония	802
Великобритания	800
Швейцария	693
OECD	37 971
Nuclear Energy Association	43 863

Энергетический кризис в Европе побуждает страны активизировать свои усилия в области ядерной энергетики. Страны были вынуждены перейти на альтернативные виды топлива, такие как уголь и уран, поскольку Россия сокращает экспорт нефти и перекрывает потоки природного газа. Возобновляемые источники энергии пока не могут быть базовым компонентом энергетического баланса. Регион также сталкивается с нехваткой гидроэлектроэнергии после того, как экстремальная летняя жара снизила уровень воды в реках и водохранилищах. Всё это увеличило спрос на уран, который расходуется на атомных электростанциях.

Источник: OECD-NEA [2], IAEA [7].

Источник: [5].

Bank of America прогнозирует, что спотовые цены на природный уран вырастут до \$70 за фунт оксида урана к 2023 году [8]. Запасы урана также выросли за третий квартал 2022 года на предполагаемом росте спроса. После многих лет застоя и недоинвестирования цены на уран выросли вдвое, что помогло привлечь инвесторов обратно в сектор ядерного топлива. В ближайшей перспективе не удастся увеличить предложение достаточно быстро, чтобы удовлетворить более высокий спрос на металл, и это окажет поддержку достигнутым ценовым уровням. Новые рудники планируется открыть в Африке и в Северной и Южной Америке, но для того, чтобы они приносили прибыль, уран должен стоить не менее \$50–60 за фунт концентрата.

Замыкание ядерного цикла

Развитие направления реакторов на быстрых нейтронах основано на идее Нобелевского лауреата Энрико Ферми о ядерной энергетике на быстрых нейтронах на ресурсной основе слабоактивных элементов U^{238} и Tm^{232} с замыканием ядерного топливного цикла (ЯТЦ) и вовлечением в него отработанного топлива. Советский Союз вышел на реализацию технологии быстрых нейтронов (БН) ещё в 1973 году с пуском реактора БН-350 на берегу Каспийского моря для производства электричества, тепла и пресной воды (остановлен в 1999 году). Россия продолжила технологические разработки с пусками в 1981 году реактора БН-600 и БН-800 в 2015-м. Реакторы БН промышленного масштаба пока существуют только в США и России.

«Быстрое» направление в США реализовалось с пуском реактора FFTR (400 МВт) в 1990-х годах, но было остановлено по политическим причинам. Далее в 2020 году в США был принят закон, направленный на восстановление лидерства страны в ядерной энергетике с акцентом на развитие и демонстрацию технологии реакторов нового поколения. Япония примет участие в американском проекте по разработке реактора на быстрых нейтронах следующего поколения. Соглашение об этом достигнуто между Агентством по атомной энергии правительства Японии (Japan Atomic Energy Agency, JAEA) и концерном Mitsubishi Heavy Industries с японской стороны и Министерством энергетики США. США планируют построить реактор на быстрых нейтронах мощностью 345 МВт в городе Кеммерере (штат Вайоминг). Каждая из двух сторон внесёт половину стоимости строительства в размере \$4 млрд. Начало эксплуатации реактора ожидается в 2028 году [8].

В России продолжает воплощаться идея о замыкании ядерного топливного цикла на базе совместной работы реакторов на тепловых и быстрых нейтронах. В «Энергетической стратегии РФ до 2035 года» [4] существует базовое положение о двухкомпонентной ядерно-энергетической системе на основе действующих и создаваемых реакторов ВВЭР и реакторов на быстрых нейтронах.



✦ Концентрат природного урана на предприятии АО «НАК Казатомпром» (Республика Казахстан), предназначенный для отправки бразильской госкомпании *Indústrias Nucleares do Brasil*

В 2021 году в Томской области Российской Федерации началось строительство атомного энергоблока нового поколения «БРЕСТ-ОД-300». Энергоблок «БРЕСТ» — это реакторная установка на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем. Новый энергоблок, мощность которого составляет 300 МВт, войдёт в состав опытно-демонстрационного энергетического комплекса (ОДЭК), который начнёт работу во второй половине 2020-х годов — на одной площадке будут размещены АЭС с быстрым реактором и пристанционный замкнутый ядерный топливный цикл.

В ОДЭК помимо реактора «БРЕСТ» будут входить комплекс по производству смешанного нитридного уран-плутониевого ядерного топлива для реактора и комплекс по переработке отработанного ядерного топлива. При накоплении определённого запаса ОДЭК станет практически автономным и независимым [3].

Благодаря постоянной переработке ядерного топлива ресурсная база атомной энергетики может увеличиться на порядок. При этом снимается проблема накопления отработанного ядерного топлива. Реализация этого проекта позволит России стать носителем атомной технологии, полностью отвечающей принципам устойчивого развития.

Выводы

1. В прошедшем 2021 году цены на уран выросли более чем на 30%. В 2020-м поставки урана были почти на 30% меньше потребностей парка реакторов в этом году, что является следствием низких цен и недоинвестирования в 2010-х годах.
2. Двухкомпонентная атомная энергетика с реакторами на быстрых нейтронах позволяет решить проблему замкнутого

ядерного топливного цикла. При налаженной переработке отработанного ядерного топлива ресурсная база атомной энергетики может увеличиться на порядок (в десять раз).

3. Многие страны — участницы Парижского соглашения 2015 года представили национальные планы (NDC) с усиленным развитием ядерной компоненты энергобалансов для обеспечения декарбонизации национальных экономик. ●

1. Nuclear Fuel Report: Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2021–2040. World Nuclear Association (WNA). 2022. London, UK. 52 p.
2. Nuclear Energy Data 2021. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Nuclear Energy Agency (NEA). 2021. 76 p.
3. Энергия атома в эпоху поиска углеродной нейтральности // Энергетические тренды [Аналитический центр при Правительстве РФ], 2022. Вып. №105. 18 с.
4. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года / Утв. распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 №1523-р. — М.: Минэнерго России, 2019. 92 с.
5. StatLink files for Nuclear Energy Data 2021. Nuclear Energy Agency (NEA). Web-source: oecd-nea.org. Access date: September 25, 2022.
6. World Nuclear Performance Report 2021. COP26 Edition. World Nuclear Association (WNA). 2021. London, UK. 76 p.
7. The Database on Nuclear Power Reactors. Power Reactor Information System. International Atomic Energy Agency (IAEA). Web-source: iaea.org. Access date: September 30, 2022.
8. World Nuclear News. World Nuclear Association (WNA). Web-source: world-nuclear-news.org. Access date: September 26, 2022.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Modular local heatpoints. Pp. 28–32.

Vitaly A. Volkov, PhD, senior lecturer, [National Research University "Moscow Power Engineering Institute" \(NRU "MEI"\)](#); **Elena V. Tseplyaeva**, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Mass Transfer Processes and Installations, Deputy Head of the Department of Training of Scientific Personnel of [NRU "MEI"](#)

1. [SP 60.13330.2020 \[The Code of Practice on Design and Construction \(The Code of Practice of Russia\) No. 60.13330.2020\]. Otoplenie, ventilacija i kondicionirovanie vozduha \(s popr. i izm. №1\) \[Heating, ventilation and air conditioning \(with the Correction and the Amendment No. 1\)\]. Date of impl.: 01.07.2021. \[In Russian\]](#)
2. [SP 41-101-95 \[The Code of Practice on Design and Construction \(The Code of Practice of Russia\) No. 41-101-95\]. Proektirovanie teplovykh punktov \[Design of heat points\]. Date of impl.: 01.07.1996. \[In Russian\]](#)
3. [SP 510.1325800.2022 \[The Code of Practice on Design and Construction \(The Code of Practice of Russia\) No. 510.1325800.2022\]. Teplovye punkty i sistemy vnutrenne-go teplosnabzhenija \[Heat points and systems of internal heat supply\]. Date of impl.: 26.02.2022. \[In Russian\]](#)
4. [SP 124.13330.2012 \[The Code of Practice on Design and Construction \(The Code of Practice of Russia\) No. 124.13330.2012\]. Teplovye seti \[Thermal networks\]. Updated edition of SNiP 41-02-2003 \[Building Norms & Regulations \(National Codes and Standards of Russia\) No. 41-02-2003\]. Date of impl.: 01.01.2013. \[In Russian\]](#)
5. [Pjat' voprosov ob otkrytyh i zakrytyh sistemah teplosnabzhenija \[Five questions about open and closed heating systems\]. "Kislorod.Life" on November 13, 2019. Web-source: kislorod.life. Access date: September 28, 2022. \[In Russian\]](#)

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Virtual reality technologies in the programs of additional professional education of power engineers. Pp. 34–38.

Irina V. Putilova, PhD, Associate professor, Head of the Centre for Science and Education "Ecology of Power Engineering", [Moscow Power Engineering Institute](#); **Peter P. Ershevich**, Director general, "Virtual Reality Plus", LLC, Moscow; **Elena A. Malikova**, Research employee, Centre for Science and Education "Ecology of Power Engineering", [Moscow Power Engineering Institute](#); **Oksana V. Puzikova**, Project manager, "Virtual Reality Plus", LLC, Moscow

1. [Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii "Razvitie obrazovanija" \[On the approval of the "Development of education" State Program of the Russian Federation\]. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 26.12.2017 №1642 \(s izm. na 07.10.2021\) \[Decree of the Government of the Russian Federation of December 26, 2017 No. 1642 \(with Amendment on October 7, 2021\)\]. \[In Russian\]](#)
2. [Nacional'naja doktrina obrazovanija v Rossijskoj Federacii \[The national doctrine of education in the Russian Federation\]. "Innovacii v obrazovanii" \[Innovations in education\]. Web-source: sinncom.ru. Access date: September 2, 2022. \[In Russian\]](#)
3. [Putilova I.V., Zhokhova M.P., Shurkov M.V., Gorbunova A.O. Application of the information and communication technologies in the "Ecology in Power Engineering" Centre for Science and Education. Proc. of the V International Conference on Information Technologies in Engineering Education \(Inforino 2020\). Moscow, Russia. April 14–17, 2020.](#)
4. [Putilova I.V., Ershevich P., Malikova E., Ivanova N., Matveeva T. The use of Virtual Reality tools in the system of continuing professional education. Proc. of the 6th International Conference on Information Technologies in Engineering Education \(Inforino 2022\). Moscow, Russia. April 12–15, 2022.](#)
5. [Reshetnikova M. VR-modeli i drony-nabljudateli: kak tehnologii menjajut strojku \[VR models and observer drones: how technologies are changing the construction site\]. "RBK Trends" on October 4, 2021. Web-source: trends.rbc.ru. Access date: September 14, 2022. \[In Russian\]](#)
6. [A. Mokeev. "Dazhe konservatoram pridetsja menjat'sja". Kak i kogda VR zamenit tradicimoe obuchenie personala \["Even conservatives will have to change". How and when VR will replace traditional staff training\]. RB.ru on January 14, 2019. Web-source: rb.ru. Access date: September 14, 2022. \[In Russian\]](#)
7. [Hyundai predstavljajet sistemu virtual'noj real'nosti dlja ocenki konstruktorskih reshenij \[Hyundai introduces a virtual reality system for evaluating design decisions\]. "Vedomosti" on December 18, 2019. Web-source: vedomosti.ru. Access date: September 14, 2022. \[In Russian\]](#)
8. [Simuljator dlja obuchenija dugovoj svarke v virtual'noj real'nosti VRTEX \[VRTEX Virtual Reality arc welding simulator\]. The Lincoln Electric Co. Web-source: lincolnelectric.com/ru-ru. Access date: September 14, 2022. \[In Russian\]](#)



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

0+

aqua THERM MOSCOW

14–17.02.2023

Москва, Крокус Экспо

Получите билет бесплатно
на сайте выставки, используя

Промокод: **СОК**
aquathermmoscow.ru



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



LUNDA

для профессионалов

51 филиал в 36 городах

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

www.lunda.ru