

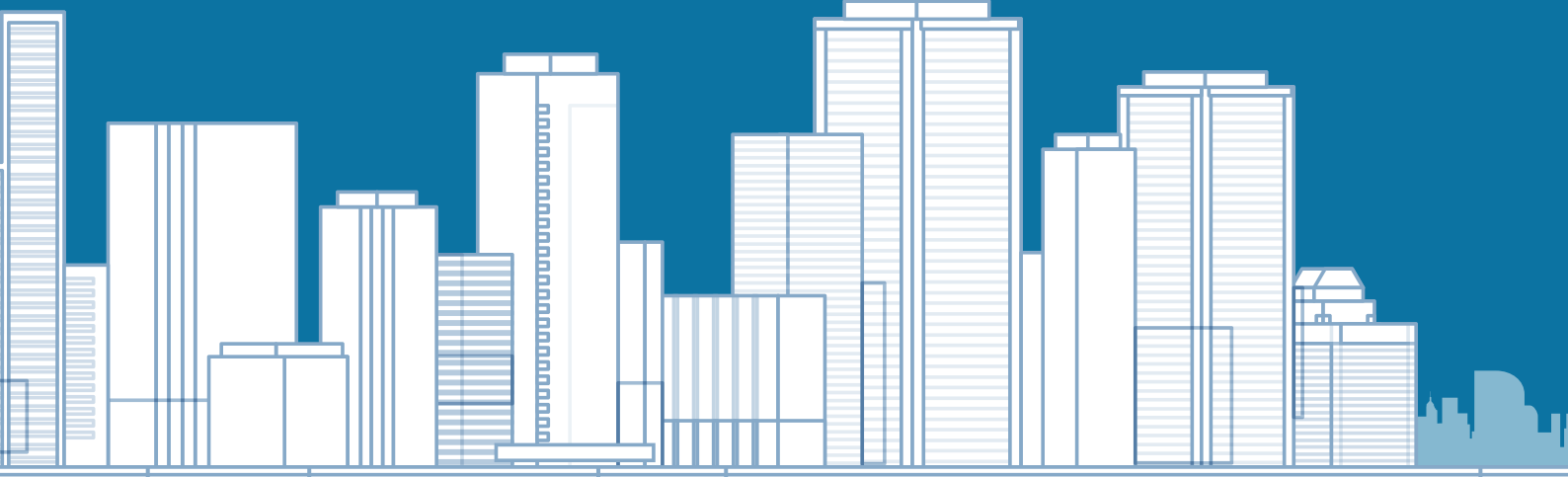


AALBORG UNIVERSITY
ДАНИЯ



International Renewable Energy Agency

ИНТЕГРАЦИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЫ РАЙОННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЛИЦ, ОТВЕТСТВЕННЫХ
ЗА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИКИ



КРАТКИЙ ОБЗОР

При поддержке:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

При отсутствии иных указаний настоящая публикация и материалы в ней являются собственностью Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) и защищены авторским правом IRENA. Материалы в настоящей публикации можно свободно использовать, распространять, копировать, воспроизводить, печатать и (или) хранить при условии, что все такие материалы должны быть чётко обозначены как собственность агентства IRENA и должны иметь отметку авторского права (© IRENA) с указанием года действия авторского права. Материалы, которые содержатся в настоящей публикации и принадлежат третьим лицам, могут быть защищены авторским правом третьих лиц и регулироваться отдельными условиями использования и ограничениями, включая ограничения в отношении любого коммерческого использования.

В данном документе представлен краткий обзор исследования, проведённого агентством IRENA и Ольборгским университетом (2021), «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы районного энергоснабжения: рекомендации для лиц, ответственных за формирование политики», Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, Ольборгский университет, Абу-Даби, Копенгаген (ISBN: 978-92-9260-317-5).

Данный документ является переводом исследования *Integrating low-temperature renewables in district energy systems: Guidelines for policy makers* ISBN: 978-92-9260-316-8 (2021). В случае расхождений между переводом и оригиналом на английском языке преимущественную силу имеет текст на английском языке.

Об агентстве IRENA

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) — это межправительственная организация, которая помогает странам переходить на модель устойчивого энергетического будущего и является основной платформой для международного сотрудничества, примером для подражания и источником политики, технологий, ресурсов и финансовой информации в сфере возобновляемой энергии. Агентство IRENA продвигает активное внедрение и устойчивое использование всех форм возобновляемых источников энергии, включая биоэнергетику, геотермальную энергетику, гидроэнергетику, океанскую, солнечную и ветряную энергетику, стремясь обеспечить устойчивое развитие, доступ к энергии, энергетическую безопасность и экономический рост и процветание с низким уровнем выбросов углерода.

www.irena.org

Общие сведения об Ольборгском университете

Ольборгский университет был основан в 1974 году. Департамент планирования в Ольборгском университете проводит различные исследования, в том числе в области планирования энергоснабжения. Исследовательская группа по устойчивому энергетическому планированию при Департаменте планирования Ольборгского университета уже более 25 лет применяет междисциплинарный подход к планированию устойчивых источников энергии, при котором комплексно рассматриваются технико-экономические, географические и социально-политические аспекты. www.en.plan.aau.dk/research+groups/SEP/

Благодарности

Агентство IRENA выражает благодарность членам специальной консультативной группы экспертов, сформированной IRENA и Ольборгским университетом из представителей Международного геотермального альянса (Global Geothermal Alliance, GGA) и других структур, задействованных в секторе районного тепло- и холодоснабжения, за их ценный вклад в исследование. Исходную информацию и обратную связь предоставили следующие эксперты: Эйрикур Брагасон (Eiríkur Bragason) (Arctic Green Energy), Леони Паоло (Leoni Paolo) и Ральф-Роман Шмидт (Ralf-Roman Schmidt) (Австрийский институт технологий — Центр по энергетике (Austrian Institute of Technology — Center for Energy)), Ван Вэйцюань (Wang Weiquan) (Китайская ассоциация отрасли возобновляемой энергетики (Chinese Renewable Energy Industries Association — CREIA)), Изабел Кабрита (Isabel Cabrita) и Мария Карла Лоуренсу (Maria Carla Lourenco) (Главное управление энергетики и геологии Португалии), Оливье Ракль (Olivier Racle) (Engie), Самра Арно (Samra Arnaut) (Enova — Босния), Элой Пиел (Eloi Piel) (Euroheat & Power), Боян Богданович (Bojan Bogdanovic) и Грег Джебраил (Greg Gebraill) (Европейский банк реконструкции и развития), Кэтрин Хиксон (Catherine Hickson) (Geothermal Canada), Кристиан Гишлер (Christiaan Gischler) (Межамериканский банк развития (Inter-American Development Bank — IDB)), Марит Броммер (Marit Brommer) (Международная геотермальная ассоциация (International Geothermal Association — IGA)), Юре Цизман (Jure Cizman) (Институт Йозефа Стефана (Jozef Stefan Institute) — Словения), Аннамария Надор (Annamaria Nador) (Горная и геологическая служба Венгрии), Поль Боннеблан (Paul Bonnetblanc) (Министерство комплексных экологических преобразований — Франция), Пол Рамсак (Paul Ramsak) (Агентство Нидерландов по работе с предприятиями (Netherlands Enterprise Agency — RVO)), Йон Ёрн Йонссон (Jón Örn Jónsson) (Reykjavik Geothermal), Кристиан Холтер (Christian Holter) (SOLID solar thermal systems), Себастьян Дайнеелс (Sebastien Danneels) (городской совет г. Сток-он-Трент — Великобритания), Селия Мартинес (Celia Martinez) и Чжолунь Чен (Zhoulun Chen) (Программа ООН по окружающей среде (UNEP)), Асту Сам Пративи (Astu Sam Pratiwi) и Марк Якса Розен (Marc Jaxa Rozen) (Университет Женевы), Элин Халлгримсдоттир (Elin Hallgrimsdottir) и Юри Фредерик де Вит (Joeri Frederik de Wit) (программа ESMAP (программа содействия управлению энергетическим сектором) Всемирного банка) и Эмин Селахаттин Умду (Emin Selahattin Umdu) (Университет Яшар — Турция). Кроме того, ценную информацию предоставили коллеги из IRENA — Фабиан Баррера (Fabian Barrera), Йонг Чен (Yong Chen), Джинлэй Фенг (Jinlei Feng), Имен Гербудж (Imen Gherboudj), Сын У Кан (Seungwoo Kang), Пол Комор (Paul Komor) и Тосимаса Масуяма (Toshimasa Masuyama). Участники мероприятия «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы районного тепло- и холодоснабжения», прошедшего в Сербии в декабре 2019 года, также представили ценные материалы, которые обогатили содержание данного доклада.

Представленные на семинаре презентации доступны на веб-сайте IRENA:

<https://irena.org/events/2019/Dec/Energy-Solutions-for-Cities-of-the-Future>

Соавторы:

Данный отчёт был разработан под общим руководством Гюрбуза Гёнюля (Gurbuz Gonul) и Сальваторе Винчи (Salvatore Vinci) (IRENA) и под техническим руководством Брайана Вада Маттисена (Brian Vad Mathiesen) (Ольборгский университет). Его авторами являются Лука Анджелино (Luca Angelino) и Джек Кируджа (Jack Kiruja) (IRENA), Нис Бертельсен (Nis Bertelsen), Брайан Вад Маттисен (Brian Vad Mathiesen), Сёрен Рот Дьёруп (Søren Roth Djørup), Ноэми Шнайдер (Noémi Schneider), Сузана Паардекоорел (Susana Paardekoorel), Луис Санчес-Гарсия (Luis Sánchez-García), Якоб Зинк Теллуфсен (Jakob Zinck Thellufsen) и Джон Капетанакис (John Kapetanakis) (Ольборгский университет). Ценные советы были предоставлены Амджадом Абдуллоу (Amjad Abdulla) (IRENA).

Поддержка ИКИ

Данный доклад является частью проекта «Решения в области энергетики для городов будущего», который реализуется при поддержке Международной климатической инициативы (ИКИ). Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии (BMU) поддерживает данную инициативу, опираясь на решение, принятое Бундестагом Федеративной Республики Германия.

Для получения дополнительной информации или высказывания замечаний и пожеланий обращайтесь по адресу: publications@irena.org

Данный доклад доступен для скачивания по ссылкам: www.irena.org/publications и www.energyplan.eu/irena/

Отказ от ответственности

Настоящая публикация и материалы в ней предоставляются «как есть», в информационных целях.

Агентство IRENA предприняло все разумные меры, чтобы обеспечить достоверность материалов, представленных в настоящей публикации. Агентство IRENA, её должностные лица, агенты, лицензиары, источники данных или другого стороннего содержимого не предоставляют никаких гарантий, в том числе гарантий точности, полноты и пригодности для конкретной цели или применения такого материала или гарантий ненарушения прав третьих лиц и отказываются от какой-либо ответственности или обязательств в отношении использования публикации и содержащихся в ней материалов.

Материал, содержащийся в настоящей публикации, не обязательно отражает позицию членов IRENA и не является одобрением какого-либо проекта, продукта или поставщика услуг. Используемые обозначения и способ предоставления материалов в настоящей публикации не указывают на какие-либо суждения со стороны агентства IRENA в отношении юридического статуса каких-либо регионов, стран, территорий, городов или районов либо их властей, а также в отношении демаркации границ.

Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы энергоснабжения

Сокращение выбросов, генерируемых сектором тепло- и холодоснабжения, является важным условием для смягчения последствий изменения климата и уменьшения загрязнения воздуха. В этом отношении системы районного тепло- и холодоснабжения могут содействовать более широкому использованию возобновляемых источников энергии, повышению энергоэффективности, сокращению потребления ископаемых видов топлива в секторе тепло- и холодоснабжения, а также улучшению качества воздуха городской среды.

Традиционно системы районного теплоснабжения проектировались для работы при высоких температурах, чтобы удовлетворять высокую потребность в тепле со стороны зданий с плохой теплоизоляцией. Для достижения требуемых высоких температур в большинстве случаев необходимо использовать ископаемые виды топлива. Однако технологические инновации, цифровизация и нынешние тенденции строительства более энергоэффективных зданий могут позволить более широкое применение таких технологий экологичной энергии, как низкотемпературная геотермальная энергия, солнечная тепловая энергия и энергия водоёмов, а также низкотемпературные сбросные источники тепла в районных энергетических системах нового поколения. Эти источники широко доступны на местном уровне во многих регионах. Тем не менее, они остаются в основном незадействованными, поскольку они не сразу совместимы с имеющейся районной инфраструктурой энергоснабжения и существующим фондом зданий.

Использованию низкотемпературных возобновляемых источников энергии и экологически устойчивого сбросного тепла в районных энергетических системах часто препятствуют такие факторы, как:

- нехватка данных;
- недостаточные знания и осведомлённость о наилучших доступных технологиях;
- несогласованность со стратегическими планами ремонта зданий;
- несправедливая конкуренция с индивидуальными системами теплоснабжения на основе ископаемого топлива или электрическими системами охлаждения;
- высокие авансовые затраты;
- бюджетные ограничения на муниципальном уровне;
- ненадлежащее регулирование и длительные процедуры выдачи разрешения.

С учётом этих предпосылок в данном руководстве даются рекомендации для лиц, ответственных за формирование политики, а также приводятся примеры доступных инструментов и решений, стимулирующих использование низкотемпературных возобновляемых источников тепла в новых и существующих районных энергетических системах. В докладе также представлен обзор способов применения районного тепло- и холодоснабжения и опорных технологий, использующих низкотемпературную возобновляемую энергию. В руководстве подробно освещены энергетические системы, использующие солнечную тепловую энергию, геотермальную энергию и энергию водоёмов, которая вырабатывается при низких температурах, а также системы на основе тепловых насосов. Биомасса, преобладающая среди источников возобновляемой энергии в системе районного теплоснабжения, не представляет серьёзных технических проблем при интеграции в существующую инфраструктуру, работающую при высоких температурах. Поэтому внедрение биомассы в систему районного теплоснабжения в данном докладе рассматриваться не будет.

Основные рекомендации:

Разрабатывайте стратегические планы тепло- и холодоснабжения, опираясь на ясные политические движущие факторы, а также определяйте основные заинтересованные стороны для привлечения к процессу. Этот процесс могут возглавлять местные органы власти, но постановка амбициозных целей и создание благоприятных условий остаются ключевой задачей национального правительства.

- ➔ На государственном уровне обеспечивайте надлежащее руководство и нормативно-правовую базу, а также задавайте направление для реализации энергетической системы в целом и определяйте роль районной энергетики в снижении выбросов углекислого газа и устойчивом развитии.
- ➔ Обеспечивайте повышение необходимой квалификации рабочей силы, в том числе у тех сотрудников, которые работают в сфере индивидуальных технологий возобновляемой энергии, а на некоторых рынках — в сфере модернизации районной энергетической инфраструктуры.
- ➔ Разработайте планы тепло- и холодоснабжения на местном уровне и определите, какие заинтересованные стороны и на каких основаниях будут участвовать в этом процессе, а также способы их вовлечения в процесс.
- ➔ Содействуйте формированию положительного отношения со стороны общественности к переходу на низкоуглеродное тепло- и холодоснабжение, а также реализации проектов районного энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии. Этого можно достичь путём привлечения граждан к процессу, соблюдения принципа прозрачности и повышения уровня осведомлённости о преимуществах районных энергетических систем и технологий использования возобновляемых источников энергии.

Выработайте технические сценарии, основанные на потребности в тепло- и холодоснабжении и картировании ресурсов.

- ➔ Оптимизируйте сбор данных о спросе на тепло- и холодоснабжение с помощью фактических измерений в отдельных зданиях или путём использования имеющихся инструментов для оценки спроса на основе моделей «сверху вниз» или «снизу вверх».
- ➔ Оцените доступные тепловые ресурсы для тепло- и холодоснабжения зданий, используя имеющиеся инструменты, например, географические информационные системы, или разрабатывая температурные атласы. Получаемую в результате этого информацию можно применять в качестве вспомогательного инструмента при планировании и инвестировании в районные энергетические системы.

- ➔ Следите за тем, чтобы сценарии, предложенные для развития системы тепло- и холодоснабжения, соответствовали долгосрочным целям.

Интегрируйте изменения в поставках, модернизацию сети и планы по ремонту зданий, чтобы обеспечить оптимальный уровень эффективности (как в техническом, так и в социально-экономическом отношении), и избегайте эффектов укоренения бесперспективных технологий и рассмотрения вопросов по отдельности.

- ➔ Разрабатывайте системы районного энергоснабжения, одновременно повышая энергоэффективность зданий, и создавайте механизмы взаимодействия между этими факторами. Например, проектируйте поквартальные схемы, в которых меры по обеспечению энергоэффективности реализуются одновременно как со стороны потребителей, так и со стороны поставщиков. Поощряйте использование более энергоэффективных методов, переходя на систему выставления счетов всем потребителям на основе фактического потребления электроэнергии.
- ➔ Принимайте меры для снижения рабочих температур как в уже действующих системах, так и в новых районных отопительных сетях в существующих кварталах. Это можно сделать i) на уровне здания путём внедрения систем управления, перепроектирования отопительного оборудования, оснащения зданий энергоэффективными ограждающими конструкциями, перепроектирования систем и подстанций подготовки горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд и т.д.; и ii) на уровне сети путём оснащения трубопроводов теплоизоляцией, внедрения технологий повышения температуры, принятия мер для уменьшения температуры обратного теплоносителя и предотвращения повышенных показателей расхода, которые могут привести к повреждению сети, и т.д.

Продвигайте использование местных доступных возобновляемых источников энергии для тепло- и холодоснабжения путём решения объективных проблем.

- ➔ Нарращивайте потенциал для разработки обоснованных проектов в сфере возобновляемой энергии и решения технических задач по внедрению и эксплуатации низкотемпературных источников в новых или существующих районных энергетических системах.
- ➔ Обеспечьте использование передовых методов эксплуатации местных возобновляемых источников энергии. Такие передовые методики обеспечивают максимально экономичное и экологически устойчивое использование ресурсов, например, возврат воды в источники после извлечения геотермальной энергии или сезонное аккумулирование тепла для выработки солнечной тепловой энергии.

Обеспечьте наличие благоприятных условий в области регулирования, а также эффективных схем финансирования и бизнес-моделей.

- ➔ Рассматривайте районные энергосети как объект жизнеобеспечения населения и предоставьте им равные условия с помощью фискальных рычагов, законов и регулирования цен, при этом учитывая такие внешние факторы, как выбросы парниковых газов или загрязнители атмосферного воздуха.
- ➔ Чтобы привлечь инвестиции, преодолевайте неопределённость, связанную со спросом на тепло- и холодоснабжение. Для этого сначала подключайте крупных потребителей, одновременно обеспечивая возможности для полного использования потенциальных мощностей.
- ➔ Помимо использования государственных финансов, в том числе грантов, исследуйте возможности для привлечения частных инвестиций и использования инновационных методов работы, таких как партнёрские

отношения с энергосервисными компаниями (ЭСК) или программы краудфандинга.

- ➔ Разрабатывайте схемы по снижению рисков в системах, работающих на основе возобновляемых источников энергии. Для этого, например, продвигайте проекты, стимулирующие использование геотермальной энергии. Такие проекты адаптированы к зрелой стадии рынка и уменьшают риски инвесторов, связанные с бурением непродуктивных скважин и (или) снижением производительности скважины.
- ➔ Создайте комплексную и прозрачную схему управления путём определения формы собственности, регулирования и ценообразования, которые стимулируют развитие систем районного тепло- и холодоснабжения. Эти системы должны быть основаны на возобновляемых источниках энергии и источниках сбросного тепла, а также соответствовать общественным целям.

Схематическая система, позволяющая интегрировать низкотемпературные возобновляемые источники энергии в районные энергетические системы



Системы районного тепло- и холодоснабжения

Схема системы районного теплоснабжения с использованием множественных источников энергии



Примечание. Это только примеры возможных источников энергии для сети районного теплоснабжения.

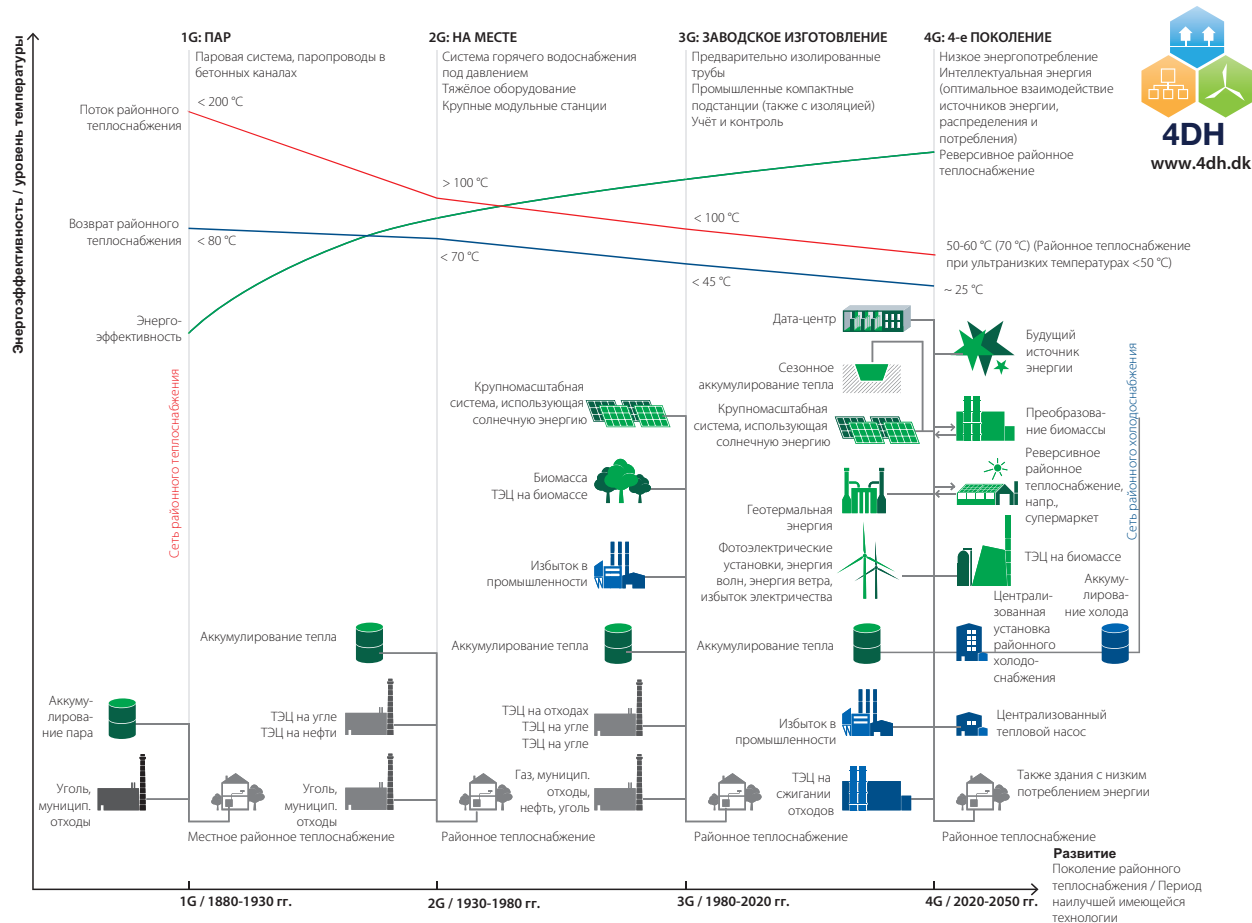
Районное теплоснабжение, или тепловые сети, представляет собой систему распределения тепла. Тепло генерируется в одном (или нескольких) центральных (или децентрализованных) пунктах и передается по сети изолированных магистральных и распределительных трубопроводов и с помощью вспомогательного оборудования. Эта система отвечает требованиям к отоплению и коммунальному горячему водоснабжению (КГВС) для жилых зданий и зданий в сфере обслуживания. На приведенном выше рисунке показан пример децентрализованной системы районного теплоснабжения, в которой задействовано несколько источников энергии и технологий: солнечной тепловой энергии, среднетемпературных геотермальных ресурсов, сбросного тепла промышленных предприятий, резервного котла и сезонного аккумулирования тепла. Могут использоваться и другие технологии, такие как комбинированная выработка тепла и электроэнергии, тепловые насосы и сбросное тепло из сектора услуг.

Районное холодоснабжение может рассматриваться как тепловая сеть обратного (по отношению к сетям отопления) действия, которая работает в основном по тем же принципам, что и районное теплоснабжение. В системе районного холодоснабжения охлажденная вода распределяется в жилые и коммерческие здания, офисы и на предприятия.

Основным преимуществом районных энергетических сетей является то, что в них используются источники тепла и холода, которые были бы непригодны для использования в автономных системах отопления. Районные энергетические сети могут получать энергию для отопления и охлаждения от котлов, ТЭЦ, тепловых насосов, сезонного аккумулирования тепла или возобновляемых источников энергии (например, источников геотермальной или солнечной тепловой энергии). Это ведет к повышению КПД генерации энергии на уровне района и содействует использованию сбросного тепла промышленных предприятий или сектора услуг.

С помощью интеллектуальных энергетических систем можно более эффективно разрабатывать 100% систем, работающих на основе возобновляемых источников энергии. Основным принципом, лежащим в основе этих систем, является интеграция электрических, тепловых и газовых сетей для получения совместных преимуществ для этих секторов и использования экономичных решений для накопителей (H. Lund *et al.*, 2017). Чтобы создать интеллектуальные энергетические системы, все связанные с энергетикой отрасли, включая электроэнергию, теплоснабжение, промышленность и транспорт, рассматриваются как части единой энергосистемы и интегрируются для эффективного использования существующих между ними синергетических связей. Районные энергетические системы являются важным связующим элементом в таких интеллектуальных энергетических системах (Mathiesen *et al.*, 2019).

Развитие технологий районного энергоснабжения, их рабочие температуры и примеры источников энергии



Примечание. 1G: районное теплоснабжение первого поколения; 2G: районное теплоснабжение второго поколения; 3G: районное теплоснабжение третьего поколения; 4G: районное теплоснабжение четвертого поколения. ТЭЦ: комбинированная выработка тепла и электроэнергии
Источник: Lund et. al (2018)

Развитие последующих технологий районного тепло- и холодоснабжения (РТХС) привело к повышению КПД и подаче теплоносителя при более низкой температуре. В системах районного теплоснабжения первого поколения высокая температура достигалась благодаря пару, в системах второго поколения для этого использовалась горячая вода под давлением, а системы третьего и четвертого поколений работают при всё более низких температурах распределяемой жидкости. Технологии, применяемые в районных системах холодоснабжения, развивались следующим образом: в системах первого поколения в качестве распределяемой жидкости использовался хладагент, а начиная со второго поколения в качестве распределяемой жидкости используется вода, что ведёт к потенциально более высоким температурам подачи и более доступным источникам энергии (Lund et al., 2018). Эта тенденция даже позволяет использовать одну и ту же распределительную сеть для районного тепло- и холодоснабжения в странах с отдельными сезонами отопления / охлаждения.

«Низкая температура» не относится к конкретному температурному диапазону в абсолютном выражении,

а зависит от рассматриваемого источника энергии или диапазона температур, установленного в районной энергетической сети. В отдельном городе или районе наличие различных местных источников тепла не позволяет достичь одинаковых рабочих температурных режимов в сетях районного теплоснабжения. Топливо — ископаемое (как газ) или возобновляемое (как биоэнергия) — может достигать температуры в несколько сотен градусов и, следовательно, легко доводить теплоноситель до температуры в 100 °C (градусов Цельсия). Но таких температур сложнее достичь при использовании, например, источников геотермальной энергии неглубокого залегания или нетрадиционного регенерируемого сбросного тепла (образующегося, например, при охлаждении центров обработки данных). Солнечная тепловая энергия, сбросное тепло с промышленных предприятий, крупномасштабные тепловые насосы и т.д. занимают различные промежуточные температурные диапазоны. Чем ниже рабочая температура сети, тем шире диапазон пригодных для использования источников энергии и тем больше возможностей для внедрения безуглеродных и экологических источников энергии.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЛИЦ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИКИ

Разработка стратегических планов тепло- и холодоснабжения

Чтобы скоординировано и со знанием дела решать связанные с производством энергии задачи, необходимо применять стратегическое энергетическое планирование (СЭП). Главная цель СЭП — решать вопросы, связанные с текущим энергоснабжением, и разрабатывать долгосрочные стратегии и планы для перехода на другие источники энергии. Оценка должна включать в себя рассмотрение технических, экономических, экологических и социальных аспектов (Krog and Sperling, 2019).

СЭП может осуществляться на различных правительственных уровнях и в разных географических зонах или на основе различных технологических подходов. Тем не менее, при СЭП необходимо рассматривать эти разнообразные области в разрезе, чтобы избежать недостаточной оптимизации определённых сфер.

Стратегическое планирование тепло- и холодоснабжения (СПТХС) отличается от планирования для других энергоносителей ввиду локального характера ресурсов для тепло- и холодоснабжения.

Надгосударственные, государственные или региональные цели в области энергетики и климата можно достичь только при условии их локальной адаптации и принятия. С другой стороны, местные амбициозные программы должны учитывать общегосударственные перспективы и для эффективной реализации требуют благоприятной законодательной базы.

Кроме того, СПТХС должно проводиться с позиций системы, что имеет ещё большее значение в системе, работающей на возобновляемой энергии. Техническая синергия, обусловленная системным подходом, применяемым в секторе электрического, тепло- и холодоснабжения, в идеале должна быть отражена и в политике и нормативных положениях, как подчёркивается в проекте Hotmaps (Hotmaps Project, 2020), в котором рассмотрены способы реализации мер в рамках СПТХС в государствах-членах ЕС.

В этой связи, прежде чем начать процесс СПТХС, необходимо собрать информацию о государственной политике и нормативно-правовой базе, чтобы убедиться, что СПТХС предусмотрено и согласовано на всех уровнях управления, а также во всех связанных с энергетикой областях политики (Djørgup *et al.*, 2019a).

С другой стороны, местные органы власти в юрисдикциях с существующими системами РТХС имеют огромный простор для действий. СПТХС позволяет оценить реализацию проекта в рамках долгосрочного целостного подхода к энергетике.

В развитии РТХС местные органы власти играют многоплановую роль, которая затрагивает все уровни гражданского общества: энергетическое и городское планирование, создание механизмов финансовой и технической поддержки путём предоставления инфраструктуры и услуг, предоставление юридических разрешений на размещение районных энергетических систем и даже подключение общественных зданий к сетям РТХС. Все органы государственной власти должны сыграть свою роль. Например, в качестве регуляторного органа администрация города может издавать правила местного зонирования, которые предписывают подключение РТХС (IRENA, 2016). В некоторых странах органы местной власти не считают себя способными осуществлять планирование в сфере энергетики или создавать механизмы поддержки и т.п.; таким образом, они не считают, что прямое влияние на реализацию РТХС входит в их компетенцию. Однако, даже в случае централизации регулирующих полномочий, органы местной власти могут играть ключевую роль в качестве организаторов, координаторов и сторон, владеющих необходимыми знаниями для развития РТХС в регионе.

«Местные планы по энергетике и климату должны соответствовать общегосударственным целям и учитывать интеграцию всех энергетических систем в городе.»»

Обзор рекомендаций по развитию СПТХС

СПТХС является первым шагом к развитию и использованию возобновляемых источников энергии, вырабатываемой при низких температурах, в новых и существующих системах РТХС. Ниже представлен сводный перечень ключевых факторов успеха для процесса СПТХС.

Определите объём работ и цель СПТХС.

- ➔ Определите стратегические цели СПТХС. Процесс СПТХС может иметь разные цели (например, декарбонизация, минимизация загрязнения, предоставление доступного отопления и охлаждения и т.д.). Эта стратегическая цель должна определять направление остальной части процесса.
- ➔ Согласуйте местные цели по тепло- и холодоснабжению с общегосударственными стратегическими целями по декарбонизации, в случае наличия таковых. Планирование теплоснабжения происходит на городском или муниципальном уровне из-за локального характера использования тепла. Однако местные планы должны быть согласованы с региональными и общегосударственными целями, которые и задают основное направление деятельности.

« В стратегических планах тепло- и холодоснабжения определяются возможности и механизмы взаимодействия, а также применяются экономически эффективные стимулы и политика. »

Решайте вопросы, связанные с текущим энергоснабжением, с помощью долгосрочных стратегий и планов по переходу на новые источники энергии.

- ➔ Привлекайте местные органы власти к СПТХС. Местные органы власти играют важнейшую роль в процессе СПТХС, в том числе в энергетическом и городском планировании, предоставлении инфраструктуры для тепло- и холодоснабжения, регулировании и финансировании и т.д.
- ➔ Обеспечьте наличие и координацию СПТХС на всех уровнях управления и во всех связанных с энергетикой областях политики. В частности, осуществляйте СПТХС совместно с планированием фонда энергосберегающих зданий, которое может предусматривать технологии, реализуемые только на уровне кварталов (района), а не в отдельных зданиях.

Следует принимать во внимание такие аспекты, как цикличность, мультидисциплинарность и непрерывность процесса СПТХС, который может быть адаптирован к разным уровням и условиям.

- ➔ Оптимизируйте этот процесс с помощью комплексного повторяющегося подхода. Для получения максимального эффекта процесс СПТХС должен ориентироваться на долгосрочную перспективу, учитывать синергетические связи с другими энергетическими системами (например, электросетями) и использовать междисциплинарный подход, учитывающий экономические, экологические и технические аспекты.
- ➔ Адаптируйте основную цель процесса СПТХС к местным условиям. Однако не забывайте о том, что принципы управления должны быть адаптированы к стратегическим целям, а не к сложностям проекта. Выполните три основных этапа процесса СПТХС: i) определите объём работ, цель и план привлечения заинтересованных сторон; ii) циклично разрабатывайте технические сценарии для экологически устойчивого энергоснабжения; и iii) определите схему управления РТХС.

Вовлечение заинтересованных сторон

Отрасль тепло- и холодоснабжения задействует многие заинтересованные стороны, преследующие свои собственные цели. Это могут быть потребители с высоким спросом на энергию, например, промышленные предприятия, больницы, заводы по очистке сточных вод или теплицы. Все они потребляют много энергии, а также являются потенциальными источниками сбросного тепла. Кроме того, ключевые участники могут быть непосредственно связаны с энергетической отраслью, такие как электростанции, энергопередающие компании (например, существующие районные поставщики энергии) или предприятия добывающей промышленности. Тем не менее, некоторые стороны не обязательно будут рассматривать себя в таком качестве, если энергетика не является их основной деятельностью.

Поскольку тепло- и холодоснабжение осуществляются на местном уровне, необходимо определить местные заинтересованные стороны и сотрудничать с ними при переходе к тепло- и холодоснабжению на основе низкоуглеродных источников энергии. Местные органы власти будут играть ключевую роль в организации процесса и определении и вовлечении заинтересованных сторон.

Принципиально важна ясность в том, кто будет основным руководителем процесса и, соответственно, кто будет отвечать за определение и вовлечение участников, поскольку также необходимо предусмотреть возможность исключения тех участников, которые не соответствуют установленным критериям. Не все источники тепла будут подходить для поставленной цели, а общегосударственные и местные планы могут идти вразрез с позициями некоторых устоявшихся участников.

Это приводит к необходимости:

- определить возможности для вовлечения участников, которые могут играть конструктивную роль в реализации планов тепло- и холодоснабжения;

- определить механизмы взаимодействия и возможности для экономически эффективных районных энергетических систем.

Рекомендуется вовлекать заинтересованные стороны и управлять ими при первой же возможности, особенно для содействия позитивной оценке общественности. Также необходимо чётко определить, кто является ключевым участником в рамках какой части плана; некоторые могут быть ключевыми сторонами в контексте долгосрочного планирования, другие — в контексте конкретных частей плана (например, освоения конкретных возобновляемых источников энергии), а третьи могут быть ключевыми сторонами, например, в контексте развития сети в уже устоявшихся областях. Это означает, что хотя некоторые участники могут играть ключевую роль в определённых частях развития системы РТХС, они могут не подходить для участия в других направлениях деятельности.

Координация деятельности участников с различными программами и целями может представлять сложность для управления, особенно в тех случаях, когда функции и цели некоторых участников противоречат друг другу. По всей видимости, многих участников стоит активно привлекать для повышения их заинтересованности и вовлечённости, либо исключать их из процесса. Например, больница может не считать себя ключевым участником, поскольку её деятельность заключается в предоставлении медицинских услуг, а тепло- и холодоснабжение является лишь небольшой частью всей этой деятельности, поэтому первоначально такое учреждение может быть мало заинтересовано в участии в проекте. Следовательно, необходимо классифицировать участников в зависимости от степени их влияния и интереса к участию в проекте, чтобы разработать стратегию их вовлечения, как показано на рисунке ниже.

Классификация участников в зависимости от степени их влияния и интереса



Источник: Женевский университет; на основе публикации Mendelow (1981)

Возможные участники, их роль в СПТХС и стратегия вовлечения

| УЧАСТНИКИ | РОЛИ / ВЛИЯНИЕ / ИНТЕРЕС | СТРАТЕГИЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ |
|--|--|---|
| Государственные, региональные или местные органы власти ⁶ | <p>Предоставляют базовые условия в виде нормативно-правовых актов, инструментов и мандата.</p> <p>Обычно выдают разрешения и лицензии, позволяющие начать реализацию проекта.</p> <p>Могут предоставлять финансирование для проекта.</p> | <p>Должны привлекаться в соответствии с государственной политикой в области энергетики. Это может быть в контексте энергетической безопасности, охране здоровья, декарбонизации и т.д.</p> |
| Местный (муниципальный / гражданский) орган власти ⁶ | <p>Как правило, контролирует выполнение законов.</p> <p>Заказчик проекта и главный движущий фактор.</p> <p>Обладает важными знаниями о местных условиях, касающихся проекта.</p> <p>Может выдавать разрешения, позволяющие начать реализацию проекта.</p> <p>Защищает интересы потребителей.</p> <p>Крупный потребитель (общественные здания).</p> | <p>Привлекается, исходя из движущих факторов СПТХС. Это могут быть местные потребности, связанные, например, с энергетической бедностью, загрязнением воздуха и отсутствием доступа к электроэнергии. Такие движущие факторы также могут быть установлены государственными (или региональными) органами власти посредством обязательной оценки возможностей или регулирования РТХС.</p> |
| Коммунальное предприятие / компания-застройщик | <p>Зависит от формы собственности.</p> <p>Интересы должны заключаться в управлении системами РТХС в соответствии со стратегическими целями.</p> <p>Выигрывает от выявления синергетических связей с другими застройщиками.</p> | <p>Разработка экономического обоснования.</p> |
| Инвесторы и финансовые учреждения | <p>Предоставляют финансирование и инвестиции для проекта, окупают инвестиции.</p> | <p>Понимание критериев оценки и приоритетов, определяющих инвестиционные решения.</p> |
| Исследователи / научное сообщество | <p>Предоставляют независимую информацию о новых возникающих технологиях, сложных задачах и явлениях.</p> <p>Могут предоставить независимые оценки потенциальных путей развития.</p> | <p>Научно-практические проекты.</p> |

⁶ В другом контексте указанные роли и соответствующая политика национального правительства могут быть реализованы региональным или местным органом власти (и наоборот) ввиду разнообразия систем управления.

Возможные участники, их роль в СПТХС и стратегия вовлечения — продолжение

| УЧАСТНИКИ | РОЛИ / ВЛИЯНИЕ / ИНТЕРЕС | СТРАТЕГИЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ |
|--|--|---|
| Застройщики | Проектируют новые здания, позволяющие использовать низкотемпературные источники для отопления и охлаждения. | Внедрять строительные нормы и стандарты. Предусматривать подключение зданий к районной сети энергоснабжения. |
| Владельцы зданий | Предоставляют информацию об установленном оборудовании. Позволяют проверки для обнаружения / исправления ошибок в системе. Принимают решение, стоит ли оптимизировать системы. | Внедрять строительные нормы и стандарты. Предусматривать подключение зданий к районной сети энергоснабжения. |
| Потребители | Предоставляют информацию о спросе на тепло. Влияют на эффективность системы через поведение. Оплачивают счета. Выступают в роли производящих потребителей. | Согласовать интересы с интересами потребителей. Защищать интересы посредством договорных соглашений. |
| Граждане | Обеспечивают общественное признание. Выступают в роли потребителя тепла и занимаются трудоустройством. Становятся инвесторами. | Должны быть включены в процесс. Следует понимать пожелания и мотивы этой группы. |
| Геологические службы | Предоставляют критически важную информацию о геологических условиях и доступных геотермальных ресурсах. | Оценка ресурсного потенциала. |
| Разработчики геотермальной и солнечной энергии | Иницируют проекты и предоставляют более подробную информацию об источниках тепла. | Необходима определённость для инвестиций и управления рисками. Необходимы соответствующие тендеры на разведку, испытания и эксплуатацию. |
| Поставщики сбросного тепла | Могут обеспечить дешёвое тепло для сети. | Необходимо понимание технических вопросов, связанных с рекуперацией тепла, и потенциальных коммерческих последствий. Участие в договорных соглашениях для «отвода тепла». |
| Поставщики технологий | Создают добавочную стоимость и рабочие места на местном уровне. Поддерживают повышение гибкости систем РТХС. | Необходима определённость для инвестиций и управления рисками. Финансирование исследований и разработок в области экологически устойчивых технологий для отопления и охлаждения. |

Краткий обзор проблем и рекомендаций по картированию заинтересованных сторон

Определите и задействуйте заинтересованные стороны.

- ➔ Определите соответствующие заинтересованные стороны в СПТХС, их интересы и уровень влияния в проекте по отоплению и охлаждению. Лидер в СПТХС, как правило, местные власти, должен чётко излагать свои политические мотивы и цели: если некоторые заинтересованные стороны не согласуются с общей целью, то они не обязательно должны быть частью процесса.
- ➔ Повышайте осведомлённость и способствуйте общественному признанию РТХС как способу достижения конкретных социальных и экологических целей. Чтобы способствовать общественному признанию процесса планирования теплоснабжения и районного энергоснабжения, необходимо как можно раньше поощрять участие лиц, ответственных за разработку политики, и широкой общественности.

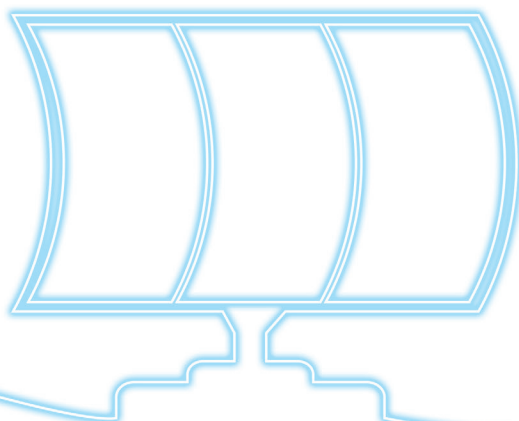
Что касается популяризации конкретных источников энергии для РТХС, а также разработки конкретных проектов, оператор проекта может вовлечь заинтересованные стороны следующим образом.

- ➔ Разработайте инструменты и методики для оценки воздействия отопления и охлаждения на окружающую среду и лоббируйте лиц, ответственных за разработку политики, с целью гармонизации природоохранного законодательства для различных источников энергии. Воздействие проектов в области энергии на окружающую среду следует оценивать с использовани-

ем упрощённых инструментов, которые способствуют сравнению с другими подобными проектами, и должны быть чётко сформулированы меры по ослаблению воздействия. Это особенно актуально в отношении геотермальной энергии, чтобы повысить прозрачность разработки геотермальной энергии и обеспечить осведомлённость о рисках и соответствующих мерах по ослаблению воздействия проектов в области геотермальной энергии.

- ➔ Повысьте прозрачность, вовлекая заинтересованные стороны в процесс разработки, чтобы они могли понять как преимущества, так и недостатки проекта. Широкая общественность и лица, ответственные за разработку политики, могут не иметь адекватной информации о некоторых технологиях возобновляемой энергии и могут вызвать сопротивление из-за предполагаемых экологических и социальных рисков.

«Взаимодействие с заинтересованными сторонами должно начинаться как можно раньше, чтобы развеять опасения и обеспечить широкое общественное признание.»



Оценка и картирование спроса на отопление (и охлаждение) и энергетических ресурсов

Во многих странах, регионах и городах отопление (и охлаждение) традиционно не было объектом управления. Политика в области энергетики чаще всего находит своё выражение в отраслевой политике, ориентированной на электричество и газ в плане предложения и эффективность зданий в плане спроса. Поэтому зачастую знания о принципиальном состоянии дел в секторах отопления и охлаждения отсутствуют. Возможно, электро- и газоснабжение и измеряется, но только как совокупные показатели энергоснабжения, которые сочетают в себе приготовление пищи, освещение, отопление и другое конечное потребление энергии. Установленным районным энергетическим системам без систем управления и учёта энергии зачастую не хватает информации о фактическом спросе на энергию на уровне потребителей. Таким образом, спрос на отопление и охлаждение может быть неизвестен, и поэтому его трудно использовать в целях стратегического планирования.

Чтобы провести СПТХС или подготовить технико-экономическое обоснование, необходимо собрать и использовать информацию и данные о местоположении и объёме фактически требуемого отопления и охлаждения, потенциальных вариантах снабжения и состоянии фонда зданий. Кроме того, крайне важно включить в анализ другие энергетические секторы, чтобы зафиксировать более широкие изменения, такие как увеличение количества возобновляемых источников с переменным характером выработки электроэнергии, рост спроса на энергию и т.п. Существуют значительные межотраслевые синергии, которые следует использовать, а также следует избегать недостаточной оптимизации в энергетических

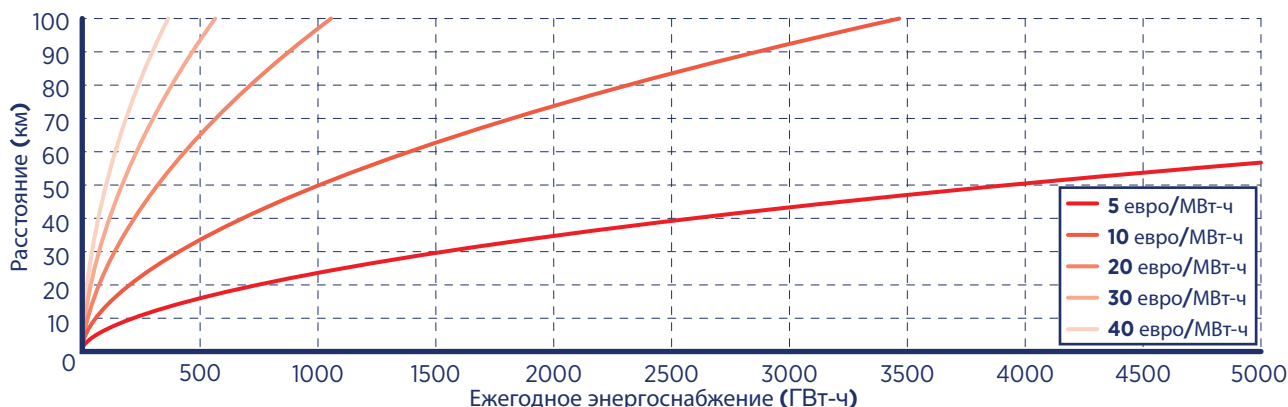
областях. Собранные данные необходимы для разработки технических сценариев, которые играют критически важную роль в стратегическом планировании. Этапы технического картирования повлекут за собой количественную оценку спроса на тепло, идентификацию и количественную оценку потенциальных тепловых ресурсов, а также оценку возможностей экономии тепла в зданиях и идентификацию.

Существенное различие между планированием отопления и другими видами планирования энергии заключается в критической важности местоположения спроса и предложения. Поэтому знание местоположения тепловых ресурсов и существующего спроса на отопление и охлаждение позволяет соединить эти два элемента и оценить их целесообразность. Таким образом, картирование местоположения и количественная оценка спроса на отопление и охлаждение являются ключевой частью СПТХС и крайне важны для привлечения инвесторов к поддержке проектов районного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии и источников сбросного тепла.

В частности, для проектировщиков РТХС эти знания важны для оценки размера сетей и установленных мощностей. Инвесторам, поскольку районные энергетические сети – это капиталоемкие инвестиции, важно знать потенциальный размер рынка, объёмы снабжения и количество потенциальных потребителей.

Расстояние, на которое может быть передано тепло с минимальными затратами, зависит от количества доставляемой энергии. На рисунке ниже представлено максимальное расстояние, на которое может передаваться тепло по себестоимости. Например, 2500 гигавайт-часов (МВт-ч) может передаваться на расстояние до 40 километров (км) по цене всего лишь 5,50 доллара США за мегаватт-час (МВт-ч). Но если бы расстояние между производством и потреблением составляло 50 км, необходимо было бы поставить 4000 МВт-ч, чтобы получить такую же удельную себестоимость.

Стоимость передачи тепла



Примечание. Стоимость передачи включает в себя стоимость монтажа и стоимость перекачивания. Стоимость монтажа труб районного теплоснабжения была взята у Svensk Fjärrvärme AB (2007), обновлена на основании данных Sánchez-García (2017) и амортизирована через 30 лет с процентной ставкой 5%. Стоимость перекачивания была рассчитана, исходя из цены на электроэнергию в размере 11 долларов США за МВт-ч. Кроме того, предполагалось, что энергия, транспортируемая по трубопроводу, изменяется синусоидально в течение года (Phetteplace, 1995).

Более того, с технической точки зрения важно избегать слишком больших трубопроводных расстояний. Действительно, даже если в настоящее время трубы хорошо изолированы, потери тепла всё равно происходят (которые можно уменьшить, используя более низкие рабочие температуры).

Краткий обзор проблем и рекомендаций для оценки и картирования спроса на отопление (и охлаждение) и энергетических ресурсов

На этом этапе изложена методика проведения технической оценки отопления и охлаждения. Получение информации о спросе, предложении и потенциальной экономии, а также оценка баланса между этими элементами очень важны. Эти действия могут быть предприняты властями для содействия развитию районных энергетических систем.

- ➔ Измерьте фактический спрос на отопление и охлаждение, чтобы получить информацию о пространственном и временном распределении потребления. Это создаст уверенность для поддержки инвестиций в проекты районного энергоснабжения с высокими капитальными затратами и позволит проводить индивидуальные измерения и выставление счетов, что стимулирует снижение энергопотребления (особенно в пиковые часы или времена года) и участие потребителей. Если фактические измерения недоступны, смоделируйте или оцените спрос, чтобы предоставить исходные данные для принятия решений. Существуют и должны продвигаться инструменты, такие как ГИС, разработанные для помощи в оценке взаимосвязи между спросом на тепло (включая уровни температуры), доступной инфраструктурой и тепловыми ресурсами; если же их нет – то их стоит создать.
- ➔ Идентифицируйте и определите количество возобновляемых источников энергии, доступных на местном уровне для отопления и охлаждения. Существует несколько инструментов, которые были разработаны для количественной оценки местных энергетических ресурсов и поддержки принятия решений путём сопоставления ресурсов со спросом.
- ➔ Прежде чем создавать новую инфраструктуру энергоснабжения, рассмотрите потенциал энергосбережения существующей энергосистемы. Если реализация мер по повышению энергоэффективности имеет более низкие предельные издержки, чем создание новых мощностей, то следует реализовать этот вариант. Однако меры по повышению энергоэффективности не заменяют собой системы РТХС, они дополняют друг друга в долгосрочной перспективе.

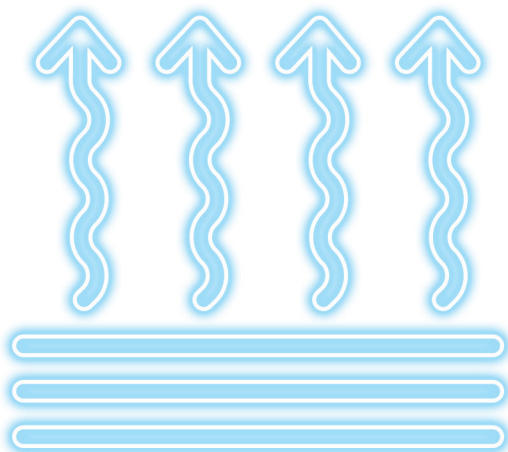
- ➔ Принимайте решение о том, какие технические сценарии отопления и охлаждения стоит реализовать, исходя не только из коммерческо-экономических соображений, но и, что важнее, из социально-экономических соображений. Это обеспечит охват проектами более широких социальных целей, таких как декарбонизация, создание рабочих мест и снижение загрязнения воздуха. Для источников энергии, таких как геотермальные источники, которые являются узкоспециализированными и для которых у сотрудников местных властей может отсутствовать опыт в оценке и количественном определении, используйте передовые отраслевые методы и услуги технической помощи специализированных компаний или учреждений для анализа данных и оценки ресурсного потенциала, а также для передачи навыков и технологий, необходимых для дальнейшей оценки ресурсов.

«Спрос на отопление и охлаждение для зданий в городе может быть определён посредством измерения фактического спроса, моделирования потребления зданий «снизу вверх» и моделирования спроса на тепло «сверху вниз»»

Интеграция низкотемпературного снабжения в существующие здания и сети районного теплоснабжения

С технической точки зрения на интеграцию новых источников тепла в существующие районные энергетические системы в значительной степени влияет разница температур между расчётной температурой рабочей системы и источником тепла. Например, для интеграции средне- и высокотемпературных геотермальных ресурсов в существующие системы и здания нет препятствий. Однако могут потребоваться корректировки, если температура источника тепла ниже, чем рабочая температура сети.

Технические проблемы, возникающие при развёртывании системы районного теплоснабжения четвёртого поколения, которая работает с более низкими температурами распределения по сравнению с системами предыдущих поколений (более 70°C в системах первого-третьего поколения), могут быть связаны либо с трубопроводной сетью, либо с фондом зданий, и они будут зависеть от предполагаемой области применения (Volkova, Mašatin and Siirde, 2018).



Переход к системе районного теплоснабжения нового поколения требует, прежде всего, анализа совместимости с подключениями потребителей. Кроме того, необходимы учёт фонда зданий, надлежащее проектирование сети и стратегия ремонта зданий, согласованные со стратегией перехода к низкотемпературному и экологически устойчивому снабжению. Всё это будет работать, чтобы обеспечить экономически эффективную декарбонизацию и избежать эффекта укоренения технологий, несовместимых с долгосрочными целями (например, конденсаторных газовых котлов). Эта оценка также даёт возможность рассмотреть, как интегрировать охлаждение в существующую систему районного теплоснабжения.

«Лица, ответственные за разработку политики, должны интегрировать планы ремонта зданий, изменения снабжения и модернизации сети, чтобы достичь оптимального уровня производительности и избежать эффекта укоренения бесперспективных технологий и отключений.»»

Краткий обзор технических проблем совместимости существующих тепловых сетей и зданий

Новое поколение систем районного теплоснабжения обещает использовать больше вырабатываемой энергии и позволить использовать низкотемпературные возобновляемые источники. Однако переход от существующих систем РТХС к современным требует надлежащего проектирования сетей и совместимости с подключениями потребителей и системами отопления в фонде зданий. Ниже представлены краткие рекомендации для государственных и местных властей по оценке того, где и в какой степени модернизация будет наиболее выгодной, и по обеспечению её стратегического планирования.

Интегрируйте планы по ремонту зданий и изменению снабжения, а также модернизации сети, чтобы достичь оптимального уровня производительности и избежать эффекта укоренения бесперспективных технологий и отключений.

- ➔ Организуйте взаимодействие между стратегиями для обеспечения районного энергоснабжения и энергоэффективности зданий. Рассмотрите, например, подход на уровне района к одновременной реализации мер по повышению энергоэффективности в плане предложения и спроса.
- ➔ Уделите первостепенное внимание плохо изолированным зданиям и крупнейшим потребителям, которым требуется больше энергии, для реализации политики реновации.
- ➔ Переходите к выставлению счетов на основе потребления для всех потребителей, чтобы поощрять более энергоэффективные методы.

Кроме того, операторы районного энергоснабжения могут принимать следующие меры, которые обеспечивают совместимость районных энергетических сетей с низкотемпературным снабжением.

Как для существующих, так и для новых систем районного теплоснабжения в существующих районах необходимо выполнить оценку и обеспечить совместимость с существующим фондом зданий.

- ➔ Выполните модернизацию ограждающих конструкций существующих зданий, чтобы повысить энергоэффективность на уровне здания и снизить пиковую нагрузку на уровне энергосистемы. Это позволит интегрировать низкотемпературные местные энергетические источники, в том числе возобновляемые.
- ➔ Установленное в настоящее время отопительное оборудование (радиаторы) может не адаптироваться для низкотемпературного использования. Поэтому

перепроектируйте и замените оборудование одновременно с реновацией фонда зданий.

- ➔ Установите оборудование управления, например, термостатические клапаны, для регулирования расхода и уровня комфорта.
- ➔ Низкие температуры в системах горячего водоснабжения могут привести к размножению бактерий (например, легионеллы) в резервуаре для воды. В качестве решения установите устройства для мгновенного приготовления КГВС, например, пластинчатые теплообменники. Для гораздо более низких же температур применяйте альтернативные технические решения, например, стерилизацию с использованием методов химической / механической обработки или интеграцию тепловых насосов или электрических нагревателей для повышения температуры.
- ➔ Адаптируйте поведение людей к передовым методам управления отоплением в здании, чтобы позволить переключение на низкотемпературное снабжение. Сюда может относиться избегание настройки индивидуальных регуляторов теплового режима в помещениях по периоду (например, на снижение температуры отопления в ночное время).
- ➔ Продвигайте новые концепции подстанций.

Оцените и обеспечьте совместимость с существующей тепловой сетью.

- ➔ Переключение на более низкую температуру снабжения может привести к увеличению расхода, что может повредить сеть. Чтобы этого не допустить, убедитесь, что температура обратного потока из здания в сеть также снижена (например, с помощью перехода к комфортной ванной).
- ➔ В случае если температура снабжения слишком низкая для удовлетворения спроса на отопление, используйте технологию повышения температуры (тепловые насосы) либо для повышения температуры от источника снабжения, либо для повышения температуры в определённых местах сети в холодное время года, либо для удовлетворения требований пикового спроса.
- ➔ Уменьшите чрезмерные теплопотери в сети, чтобы предотвратить недостаточный обогрев зданий. Этого можно добиться за счёт надлежащей изоляции труб.

Создайте местный потенциал для решения технических проблем по интеграции низкотемпературных источников тепла в существующие сети и фонд зданий.

- ➔ Поскольку районное энергоснабжение и энергоэффективность в зданиях носят технический характер, властям необходимо выделять средства на повышение квалификации местных специалистов.

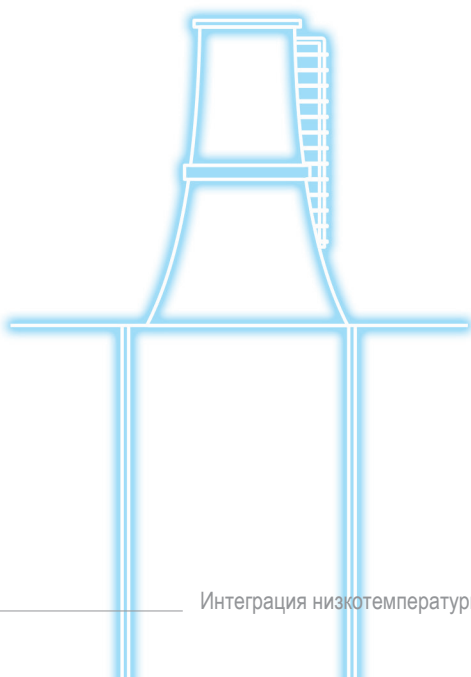
Решение технических проблем при использовании низкотемпературных источников энергии

Каждый низкотемпературный источник тепла, подключённый к районным энергетическим сетям, может создавать определённые проблемы. Поэтому может быть полезно изучить конкретные проблемы с учётом местных условий. Эти проблемы могут повлиять на результаты технических сценариев. Ниже представлены рекомендуемые действия по решению этих проблем применительно к каждому источнику тепла.

Ключевым фактором в решении технических проблем, связанных с использованием низкотемпературных источников энергии, является развитие местного кадрового потенциала. Как государственные, так и местные власти могут использовать имеющиеся программы технической помощи для передачи знаний. Кроме того, власти могут оказывать поддержку разработчикам районных энергетических систем в плане исследования и проектирования, которые, в свою очередь, будут инвестировать в инновации. Потенциал может быть ещё увеличен путём задействования передовых отраслевых методов и участия в форумах для обмена опытом.

Краткий обзор технических проблем и рекомендаций по использованию низкотемпературных источников энергии

Ниже приведены основные рекомендации государственным и местным властям и операторам систем РТХС по решению технических проблем при использовании низкотемпературных источников энергии.



Нарращивайте потенциал для решения технических проблем при использовании низкотемпературных возобновляемых источников или источников сбросного тепла.

- ➔ Наберите достаточное количество экспертов, включая государственные органы, в области технологий возобновляемой энергии, например, геотермальной энергии и солнечной тепловой энергии.
- ➔ Инвестируйте в повышение квалификации местных специалистов для обеспечения бесперебойной работы районных энергетических сетей. Это не только способствует оптимизации работы сетей, но и гарантирует решение технических проблем с минимальным нарушением энергоснабжения.

Для бесперебойной работы районных энергетических систем операторам необходимо реализовать в своих проектах следующие меры.

Придерживайтесь передовых методов эксплуатации энергетических систем, использующих геотермальные источники.

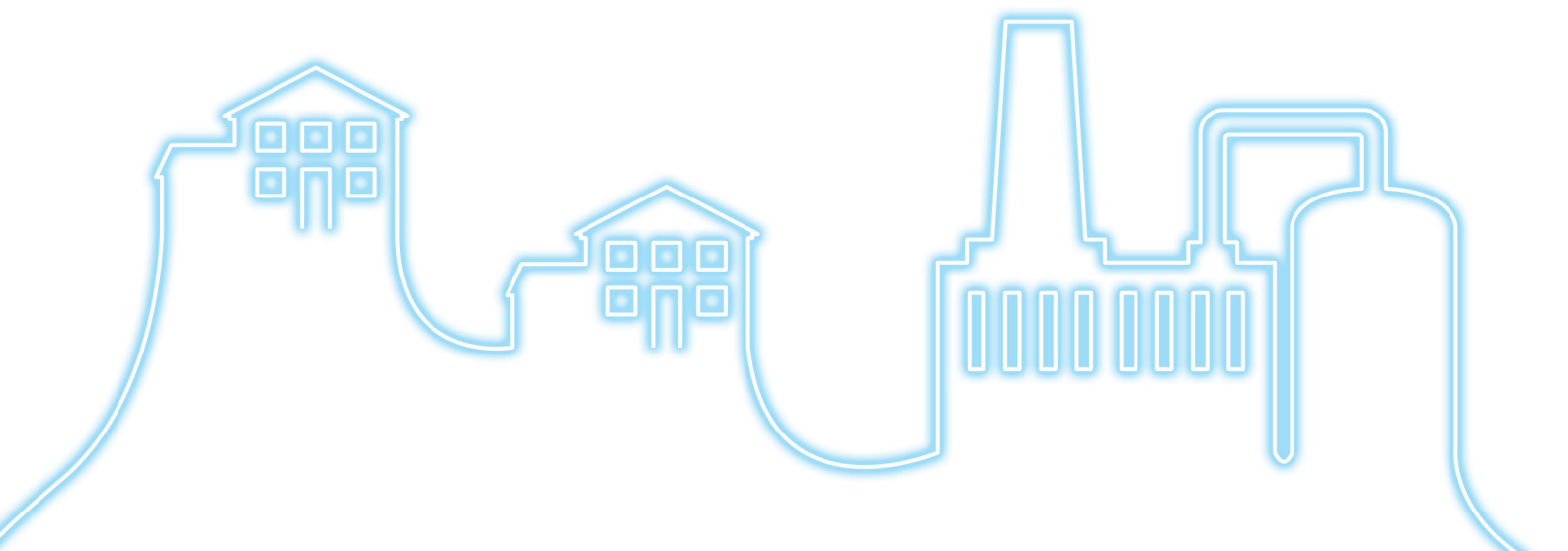
- ➔ Придерживайтесь передовых отраслевых методов в отношении управления резервуарами, а также эксплуатации и технического обслуживания оборудования в районных энергетических системах, использующих геотермальные источники. Эти передовые методы включают в себя повторную закачку отработанных геотермальных жидкостей для обеспечения экологической устойчивости резервуара, а также стратегии проектирования, призванные минимизировать образование накипи и коррозии.

Используйте решения для управления колебаниями в подаче солнечной тепловой энергии и сбросного тепла, чтобы избежать нестабильности в сети.

- ➔ Интегрируйте крупномасштабные накопители тепловой энергии в сети РТХС, чтобы улавливать излишки тепла, например, солнечное тепло и сбросное тепло, производимое в периоды низкого спроса, и сохранять их для будущего использования при увеличении спроса.
- ➔ Разработайте стратегии, обеспечивающие бесперебойное районное энергоснабжение, например, заключение долгосрочных контрактов на поставку сбросного тепла в районную энергетическую сеть.
- ➔ Колебания производительности и температуры на стороне предложения – очень вероятный сценарий для местных низкотемпературных источников энергии. В этом случае используйте тепловые насосы для повышения температуры, чтобы обеспечить удовлетворение спроса потребителей на отопление.

Основные проблемы и возможные решения для использования низкотемпературных возобновляемых источников энергии или источников сбросного тепла в РТХС

| ИСТОЧНИК | ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ | ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ |
|----------------------------|---|--|
| Геотермальная энергия | Высокая инвестиционная стоимость | Создание схем гарантий по рискам геотермальных ресурсов и по производительности скважин |
| | Риск осложнений при бурении по геологическим причинам | Проведение обширных геонаучных исследований |
| | Риск снижения производительности со временем | Мониторинг резервуаров и управление ресурсами (особенно в отношении закачки) |
| | Риск образования накипи и коррозии | Поддержание температуры геотермальной жидкости выше температуры насыщения растворённых веществ во время теплообмена, регулярное обслуживание теплообменников и другого оборудования, обработка геотермальных жидкостей химическими методами (например, средствами против отложения накипи) для уменьшения интенсивности осадков и образования накипи |
| Солнечная тепловая энергия | Разница между сезонной доступностью и спросом | Обеспечение использования в системах со спросом на КГВС |
| | Высокие инвестиционные затраты | Использование солнечной тепловой энергии для охлаждения при несоответствии спроса и предложения на отопление |
| | Ограничивающая температура | Использование тепловых аккумуляторов для сбережения избыточной солнечной тепловой энергии |
| | Ограничение пространства | Использование альтернативных пространств, например, крыш, канализационных бассейнов, бывших мусорных свалок и т.п. |
| Сбросное тепло | Экологическая устойчивость ресурса | Разработка договорных соглашений для обеспечения энергоснабжения |
| | Переменные условия энергоснабжения | Включение аккумулирования тепловой энергии в сети Комбинирование соединений для подачи высокой температуры в линию подачи и более низкой температуры в линию возврата |
| Естественное охлаждение | Сохранение качества воды и водной флоры и фауны | Фильтрация |
| | Риск загрязнения и коррозии | Процессы предотвращения образования осадка |



Благоприятные нормативные условия, модели финансирования и бизнес-модели

Как показано на рисунке ниже, проект РТХС подпадает под регулирование, разработанное и (или) применяемое на местном, государственном или под-государственном уровне (провинция / штат). Помимо этого, на конкретный проект также влияют общие нормы отопления и строительства, а также законодательство, регулирующее добычу ресурсов подземных вод (в случае геотермальных проектов), землепользование (особенно для проектов солнечной тепловой энергии) и энергетические системы. Проекты районного тепло- и холодоснабжения часто перекрывают несколько различных предметных областей, таких как тип здания и его ремонт, зонирование, энергоснабжение, содержание дорог для прокладки труб и т.п. Законодательство также определяет все эти элементы политики на всех правительственных уровнях.

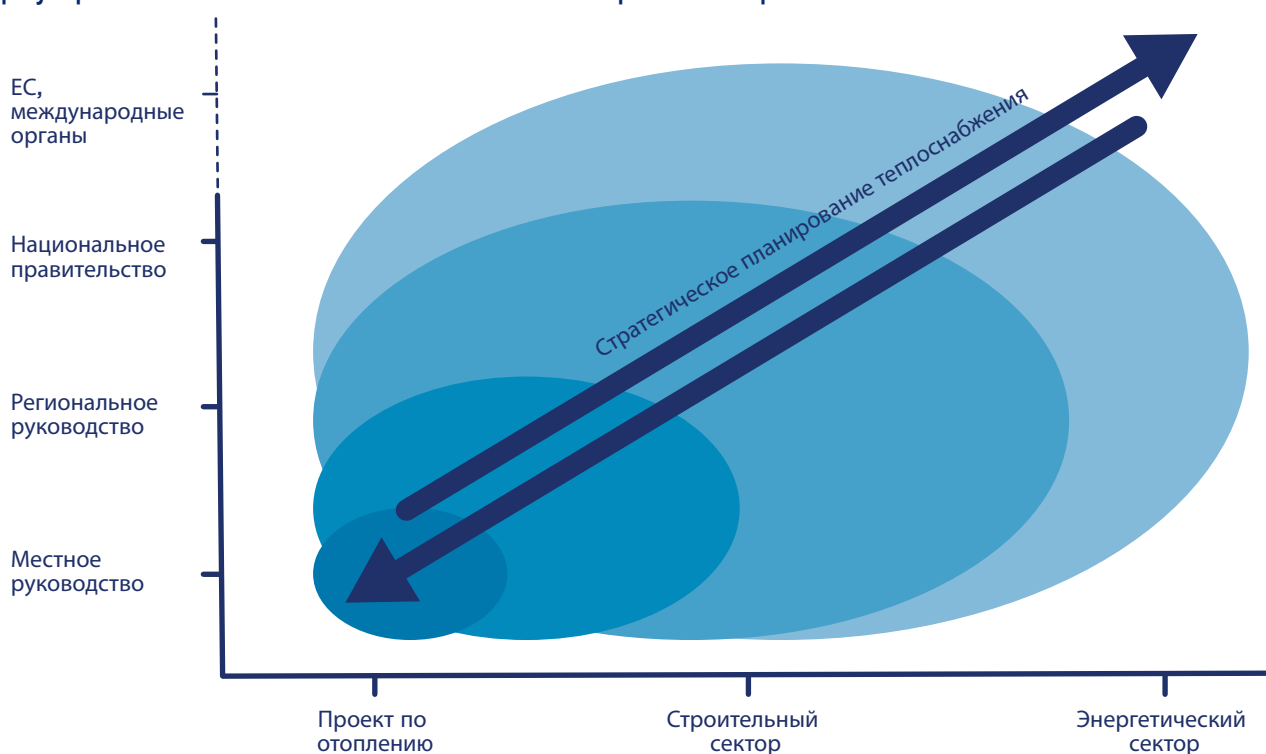
Органам государственной и местной власти необходимо принять как финансовые, так и нормативные меры для обеспечения отражения преимуществ систем РТХС в установленных режимах ценообразования. В то же время существующие режимы должны гарантировать, что системы РТХС не окажутся в невыгодном положении из-за субсидий (прямых или косвенных) в отношении других источников энергии.

Реализация нового проекта районного энергоснабжения (или перехода от ископаемых видов топлива на другие виды топлива) обычно требует значительных инвестиций, которые должны вноситься одним инвестором, в отличие от затрат на индивидуальное оборудование, которые распространяются на большую группу потребителей / инвесторов. По сравнению с другими вариантами системы районного энергоснабжения, основанные на источниках сбросного тепла и возобновляемых источниках энергии, могут оказаться в невыгодном положении из-за режимов формирования цен на электроэнергию, рыночных структур и высоких авансовых капитальных затрат. Таким образом, важно оценивать проект районного энергоснабжения в долгосрочной перспективе, поскольку в короткие сроки может быть сложно выйти на уровень окупаемости.

Системы районного энергоснабжения, основанные на низкотемпературной солнечной тепловой энергии, геотермальной или гибридной системах, требуют бизнес-моделей, адаптированных под каждый конкретный проект. Подобная модель должна гарантировать финансовую отдачу для всех заинтересованных сторон, а также вести к достижению любых более значительных преследуемых социально-экономических выгод.

С учётом вышесказанного выбор структуры собственности и моделей регулирования цен влияет на варианты, которые могут применяться для интеграции низкотемпературных источников энергии в системы районного энергоснабжения.

Местное / стратегическое планирование теплоснабжения в контексте государственного и международного регулирования и согласование с множественными интересами и потребностями



Краткий обзор проблем и рекомендаций по благоприятным базовым условиям, моделям финансирования и бизнес-моделям

В данном разделе кратко рассматриваются различные модели и проблемы, связанные со структурой собственности, ценообразованием, финансированием и регулированием систем РТХС. Указанные различные факторы тесно связаны и обычно влияют друг на друга. Таким образом, государственный или частный застройщик или компания РТХС должны одновременно учитывать все эти факторы для создания доверия к системе районного энергоснабжения.

Из этой взаимосвязи следует, что комплексная схема управления РТХС должна включать в себя сочетание мер. К ним относятся знание местных условий, восприятие и принятие РТХС, эксплуатация систем, знания и практика проектирования, а также доступ к ресурсам. Выбранная схема управления должна обеспечивать рентабельность инвестиций, выгоду потребителя за счёт конкурентоспособных цен, а также способствовать прозрачности ценообразования.

Создание комплексной схемы управления районным энергоснабжением.

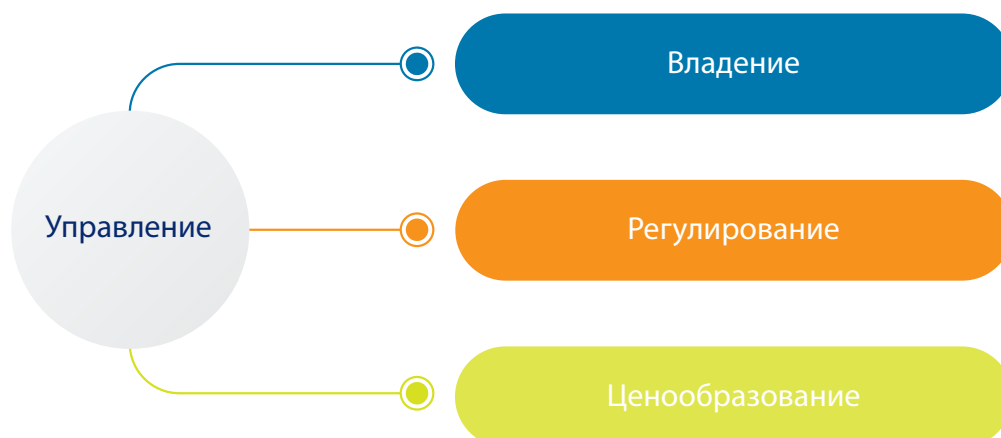
Государственные и местные органы власти могут применять различные методы управления в секторе районного энергоснабжения для достижения конкретных экономических и социальных целей.

- ➔ Определение и внедрение схемы управления, гарантирующей, что система районного энергоснабжения принесёт наибольшую социальную пользу. Данная схема может означать сочетание различных аспектов, таких как регулирование цен, структура собственности и законодательство. Например, принцип истинных затрат привёл к низким ценам в сочетании с государственной или общественной структурой собственности в датских системах районного теплоснабжения.

Обеспечение равных условий игры.

Чтобы сделать проекты районного энергоснабжения, основанные на возобновляемых источниках энергии, конкурентоспособными по сравнению с другими существующими вариантами тепло- и холодоснабжения, государственные и местные органы власти должны играть ключевую роль.

Факторы, формирующие схему управления районным теплоснабжением



- ➔ Признание сетей районного энергоснабжения объектом жизнеобеспечения населения. Часто рекомендуется инфраструктура, которая хотя бы частично находится в государственной собственности, поскольку для успешного создания компании районного энергоснабжения и связанной с ней инфраструктуры нередко требуются значительные инвестиции. Благодаря этому проекты могут привлекать недорогие и долгосрочные варианты финансирования, что способствует снижению стоимости энергоснабжения.
- ➔ Содействие конкуренции на местных рынках тепловой энергии, например, путём тендеров на производство тепловой энергии. Множество теплогенераторов, конкурирующих по цене на энергоснабжение, устраняет опасность естественной монополии и поощряет инновации и эффективность производства, что приводит к удешевлению энергии.
- ➔ Внедрение различных инструментов на государственном и местном уровнях для обеспечения равных условий игры: тарифы на тепловую энергию, налоговые рычаги, оптимизированное законодательство в сфере РТХС, регулирование и мониторинг цен, а также инструменты, устраняющие факторы внешнего порядка, например, формирование цен на CO₂. Все варианты развития экологически устойчивых систем следует рассматривать на комплексной основе, например, те, которые касаются строительных норм.
- ➔ Создание благоприятной среды для возобновляемых источников энергии, таких как источники геотермальной и солнечной тепловой энергии, путём устранения нормативных барьеров, а также путём оптимизации и упрощения нормативных требований на местном и государственном уровнях. Это может повлечь за

собой нормы о доступе, разведке и эксплуатации геотермальных ресурсов, а также лицензировании проектов по солнечной тепловой энергии.

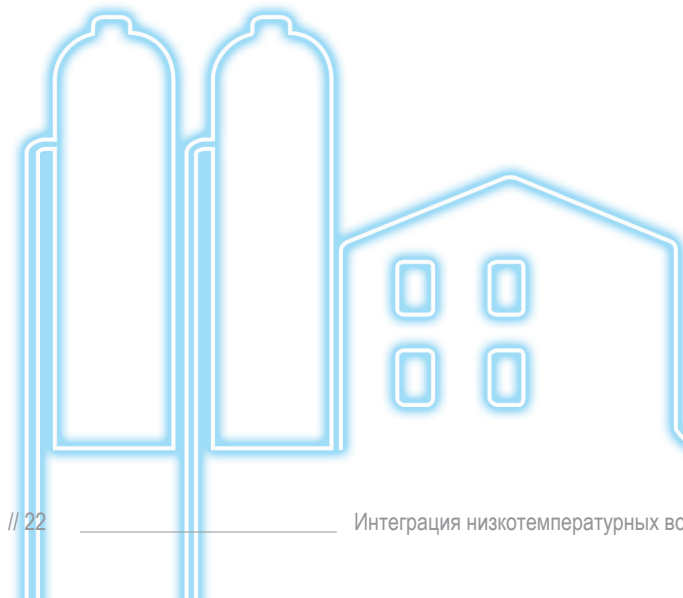
Устранение препятствий на пути следования инвестиций для обеспечения капиталоемкого перехода.

Государственные и местные органы власти могут поддерживать операторов районного энергоснабжения, сводя к минимуму определённые риски, связанные с энергоресурсами, для привлечения дополнительного финансирования.

- ➔ Поддержка разработки схем страхования для снижения риска, связанного с возобновляемыми источниками энергии, например, геотермальными источниками, путём выплаты компенсации инвесторам за бурение непродуктивных скважин и (или) за снижение продуктивности скважин.
- ➔ Обеспечение прямого финансирования из государственного сектора или разработка программ технического содействия. Эти средства могут использоваться для оценки целесообразности проектов, развития инфраструктуры районного энергоснабжения на новых рынках или для оценки вариантов поставок возобновляемой энергии.

На уровне проекта можно принять следующие меры для привлечения финансирования.

- ➔ Оценка варианта по линии наименьшего сопротивления. Начните с потребителей с высоким спросом или с общественных зданий. При этом убедитесь, что потенциал может быть использован в полную силу. Эта стратегия обеспечивает устранение неопределённости, связанной со спросом в новых застраиваемых районах, с целью разблокирования финансирования.
- ➔ Изучение инновационных методов финансирования, предполагающих партнёрство. Меры по повышению энергоэффективности на уровне здания могут финансироваться с помощью партнёрства с ЭСК или поставщиками технологий, а краудфандинг может использоваться для извлечения выгод от недорогого капитала, например, из пенсионных фондов.



ПАМЯТКА

Обеспечение интеграции низкотемпературных возобновляемых источников энергии в РТХС

| ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ ЛИЦ И ИХ ВОВЛЕЧЕНИЕ | КАРТИРОВАНИЕ СПРОСА И РЕСУРСОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОЕКТОВ | РЕШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ С ФОНДОМ ЗДАНИЙ, СЕТЯМИ И ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ | СОЗДАНИЕ БЛАГОПРИЯТНЫХ БАЗОВЫХ УСЛОВИЙ, МОДЕЛЕЙ ФИНАНСИРОВАНИЯ И БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">☑ Уточнение основных движущих факторов и целей☑ Определение заинтересованных сторон и их интересов☑ Разработка стратегии вовлечения заинтересованных сторон, включающей граждан☑ Осуществление процесса вовлечения | <ul style="list-style-type: none">☑ Картирование спроса на отопление и охлаждение с использованием данных измерений и (или) смоделированного / оценочного спроса с помощью инструментов пространственного анализа☑ Картирование источников энергии и анализ их потенциала для районного энергоснабжения с учётом наилучших доступных технологий для использования имеющихся низкотемпературных источников энергии☑ Балансирование теплосбережения и перепроектирования снабжения для избежания избыточных мощностей☑ Создание сценариев с нужным уровнем детализации, необходимым для принятия решений, с учётом социальных целей, мотивировавших процесс стратегического энергетического планирования (СЭП)☑ Применение итеративного подхода для продвижения к всё более детализированному проекту | <ul style="list-style-type: none">☑ Оценка совместимости существующего фонда зданий и сети для областей с существующими системами районного теплоснабжения☑ Интеграция при необходимости планов модернизации РТХС и ремонта зданий, включая улучшение систем управления, измерение потребления и выставление счетов на основе потребления, а также предоставление консультаций для населения☑ Внимание к приготовлению КГВС и другим второстепенным мерам по снижению рабочего диапазона температуры системы☑ Оценка того, является ли диаметр труб слишком большим или требуется ли замена в существующих системах РТХС☑ Решение технических проблем при использовании низкотемпературных источников энергии☑ Геотермальная энергия: оценка рисков бурения, образования накипи и закачки, а также температуры и расхода☑ Солнечная энергия: оценка наземной или кровельной доступности и накопления☑ Сбросное тепло: определение температуры и расхода, доступности во времени, местоположения и временного несоответствия | <ul style="list-style-type: none">☑ Выбор модели формы собственности, которая будет эффективно учитывать различные интересы заинтересованных сторон☑ Выбор правильного варианта регулирования ценообразования для обеспечения конкурентоспособных цен на рынке тепловой энергии☑ Снижение рисков благодаря инновационным схемам финансирования / страхования и использованию, прежде всего, того, что само идёт в руки☑ Обеспечение равных условий игры при помощи фискальных рычагов и законодательства с учётом факторов внешнего порядка |



IRENA

International Renewable Energy Agency

P.O. Box 236

Абу-Даби, Объединённые Арабские Эмираты (ОАЭ)

Тел.: +971 2 4179000

www.irena.org

Copyright © IRENA 2021

