

Лучшие практики использования альтернативных источников теплоснабжения

Москва
2023

Настоящий сборник информации о лучших практиках использования альтернативных источников теплоснабжения подготовлен публично-правовой компанией «Фонд развития территорий» (до декабря 2022 года – государственная корпорация – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства) (далее – Фонд) в рамках реализации задачи по осуществлению информационно-разъяснительной деятельности, направленной на просвещение граждан в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Сборник охватывает различные направления использования возобновляемых источников энергии на цели теплоснабжения зданий, преимущественно жилого назначения, включая как многоквартирные дома, так и индивидуальный жилой фонд, и его использование не требует специальных знаний или подготовки.

Сборник предназначен для широкого круга читателей: граждан – собственников и пользователей жилых помещений и зданий, проектных и строительных организаций, специалистов учебно-научных организаций, общественных объединений и ассоциаций, а также органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, отвечающих за управление, эксплуатацию и развитие жилищного и коммунального хозяйства.

Материалы сборника могут свободно использоваться и перепечатываться, ссылка при цитировании или перепечатке обязательна.

Оглавление

1	Введение.....	4
2	Тепловые насосы для теплоснабжения.....	5
2.1	Принцип действия теплового насоса.....	5
2.2	Характеристики источников низкотемпературной тепловой энергии.....	7
2.3	Применение тепловых насосов для теплоснабжения.....	9
3	Солнечное теплоснабжение.....	11
3.1	Пассивные системы солнечного теплоснабжения.....	11
3.2	Активные системы солнечного теплоснабжения.....	12
3.3	Влияние климатических условий на выбор режима работы солнечной установки.....	13
4	Кинетическая энергия ветра.....	14
5	Биоэнергетика.....	14
5.1	Древесина.....	15
5.2	Топливные брикеты и пеллеты.....	15
5.3	Торф.....	16
5.4	Биогаз.....	16
5.5	Полевые культуры и водоросли.....	17
5.6	Бытовые отходы.....	17
5.7	Котельное оборудование для биотоплива.....	17
6	Опыт применения ВИЭ и ВЭР для теплоснабжения в России.....	18
6.1	Применение ВИЭ и ВЭР при проведении капитального ремонта жилых многоквартирных зданий18	
6.1.1	Технические рекомендации по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов при капитальном ремонте.....	19
6.1.2	Утилизация тепла вентиляционных выбросов.....	21
6.1.3	ИТП с утилизацией тепла вентиляционных выбросов и теплонасосной системой....	22
6.1.4	Система утилизации тепла грунтового массива.....	23
6.2	Строительство энергоэффективных домов с участием Фонда.....	25
6.3	Энергоэффективный жилой комплекс EcoMoldova (Кишинёв).....	59
6.4	Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения индивидуальных домов.....	61
6.5	Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения общественных и коммерческих зданий68	
6.6	Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения объектов сельскохозяйственного назначения.....	90
7	Текущая ситуация и перспективы развития ВИЭ и ВЭР для теплоснабжения в России.....	92
	Литература.....	95

1. Введение

Энергосбережение – одна из приоритетных задач, обусловленных дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также глобальными экологическими проблемами. Экономия энергии – это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни. Такое определение было сформулировано на Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН.

Здание в соответствии с требованиями Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» должно быть спроектировано и возведено таким образом, чтобы при выполнении установленных требований к внутреннему микроклимату помещений и другим условиям проживания обеспечивалось эффективное и экономное расходование энергетических ресурсов при его эксплуатации.

Актуальным трендом современной мировой экономики является переход на низкоуглеродные технологии. Киотское, а затем и Парижское соглашения по климату определили основные подходы и принципы взаимодействия стран по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу с целью предотвращения глобального повышения температуры воздуха.

Россия, являясь участницей Парижского соглашения, приняла 2 июля 2021 года Федеральный закон № 296-ФЗ «О выбросах парниковых газов», который создает правовые предпосылки для развития в стране климатической повестки, внедрения климатических проектов и энергосберегающих технологий во всех сегментах экономики.

Наиболее значимым источником выбросов парниковых газов является сжигание ископаемого топлива для выработки тепловой и электрической энергии. 45 % вырабатываемой тепловой энергии в Российской Федерации используется на отопление зданий [1].

Сократить потребление тепловой энергии на отопление, получаемой за счет сжигания ископаемого топлива, можно путем использования возобновляемых энергетических ресурсов (ВИЭ) и вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

К ВИЭ, которые можно использовать для теплоснабжения жилых и общественных зданий, относятся следующие:

- низкопотенциальная теплота грунта;
- низкопотенциальная теплота атмосферного воздуха;
- солнечная энергия;
- низкопотенциальная теплота водоемов;
- кинетическая энергия ветра;
- теплота сгорания различных видов биотоплива, включая отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства.

В жилых и общественных зданиях могут быть использованы ВЭР, такие как:

- низкопотенциальная теплота удаляемого вентиляционного воздуха;
- низкопотенциальная теплота сточных вод;
- теплота конденсации холодильных установок,

При проектировании, строительстве и капитальном ремонте жилых и общественных зданий, в которых предусматривается использование ВИЭ и ВЭР, необходимо стремиться к созданию энергетически эффективного здания, теплотери и энергетические затраты которого сведены к минимуму.

Целесообразность теплоснабжения объектов капитального строительства при помощи альтернативных источников тепловой энергии должна рассматриваться в схемах теплоснабжения соответствующих муниципальных образований, а также собственниками таких объектов. При этом, принимая во внимание климатические особенности субъектов Российской Федерации, для обеспечения надежности теплоснабжения целесообразно сооружать резервные источники тепловой энергии при использовании альтернативных источников тепловой энергии, однако данное решение негативно сказывается как на капитальных затратах при строительстве объекта капитального строительства, так и на эксплуатационных затратах.

1.1.1.1 Тепловые насосы для теплоснабжения

Вторичные энергетические ресурсы и возобновляемые источники тепловой энергии (за исключением солнечной радиации) имеют низкий температурный потенциал, что, как правило, не позволяет напрямую использовать эти источники энергии в теплоснабжении зданий – требуется преобразование этой энергии с повышением ее температурного уровня.

Наиболее эффективным способом использования низкопотенциального тепла (включая грунт, водоемы, воздух) является использование тепловых насосов (ТН).

1.2 Принцип действия теплового насоса

Тепловой насос – это установка для переноса теплоты от более холодного теплоносителя к более горячему за счет подвода внешней энергии или затраты работы. ТН используются для выработки теплоты в системах централизованного и индивидуального отопления и горячего водоснабжения. Они более экономичны и безопасны, чем котлы на ископаемом топливе, и поэтому являются хорошей альтернативой для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения как многоквартирных, так и индивидуальных жилых домов.

Принцип действия и конструкция ТН идентичны холодильной машине и установке для кондиционирования воздуха (кондиционеру), в этих устройствах различна лишь задача: холодильники и кондиционеры используются для охлаждения, а ТН – для нагрева. Из-за одинаковой конструкции бытовые кондиционеры часто могут выполнять и функции теплового насоса в так называемом режиме обогрева.

Принцип действия ТН основан на отдаче и поглощении теплоты рабочего агента «хладагента» в цикле при периодическом переходе его из одного состояния в другое.

ТН по виду рабочего агента разделяются на три типа: парокомпрессионные, абсорбционные и термоэлектрические.

Парокомпрессионные ТН. В парокомпрессионных ТН (рис. 1) используется теплота испарения и конденсации хладагента, которым обычно являются фреоны.

При более высоком давлении температура конденсации (кипения) повышается, поэтому хладагент конденсируется при более высокой температуре, чем испаряется. Поэтому ТН позволяет передавать теплоту от холодного теплоносителя к горячему. При этом он потребляет энергию $E_{сж}$, необходимую для сжатия хладагента, но эта энергия должна быть меньше, чем количество теплоты $Q_{и}$, получаемое горячим теплоносителем. Эффективность теплового насоса тем выше, чем больше величина $Q_{и}$ превышает работу $E_{сж}$. Отношение теплоты, переданной горячему теплоносителю, к работе, затрачиваемой на сжатие, называется коэффициентом преобразования теплоты (КПТ).

$$КПТ = \frac{Q_{и}}{E_{сж}}$$



Рисунок 1. Принцип действия парокомпрессионного теплового насоса

Значение КПТ должно быть больше 1, чем оно выше, тем работа теплового насоса эффективней. При $\text{КПТ} = 1$ работа теплового насоса теряет смысл, так как электроэнергию, затрачиваемую на сжатие, можно использовать для получения теплоты с помощью намного более дешевых, чем тепловые насосы, электронагревателей. КПТ зависит от соотношения температур источника теплоты и температуры теплоприемника, а также от условий теплообмена. КПТ современных тепловых насосов может достигать до 5 и даже немного выше.

Компрессионные тепловые насосы являются самыми распространенными.

Абсорбционные ТН. В абсорбционном ТН в качестве рабочего тела используется смесь хладагента с его раствором в жидкости, имеющей более высокую температуру кипения. В отличие от чистых веществ растворы обладают способностью абсорбировать пар раствора одного состава жидким раствором другого состава даже в том случае, когда температура жидкости выше температуры пара. Схема абсорбционной установки аналогична схеме идеальной парокомпрессионной установке, только компрессор заменен абсорбционным узлом (рис. 2).

Преимущество этого способа сжатия хладагента заключается в том, что для повышения давления используется насос, а не компрессор. Затрата работы на привод насоса пренебрежимо мала по сравнению с затратой работы в компрессоре. Выигрыш в работе, затрачиваемой на привод компрессора, компенсируется затратой теплоты в генераторе пара. Эта теплота отводится затем холодным теплоносителем в абсорбере.

К недостаткам абсорбционных насосов можно отнести наличие двух теплообменников (абсорбера и генератора), к которым соответственно необходимо подводить холодный и горячий теплоноситель.

Абсорбционные холодильные установки целесообразно применять в том случае, когда может быть использован отработавший пар или другие теплоносители низкого температурного потенциала.

С развитием компрессоростроения абсорбционные холодильные установки были вытеснены парокомпрессионными установками.

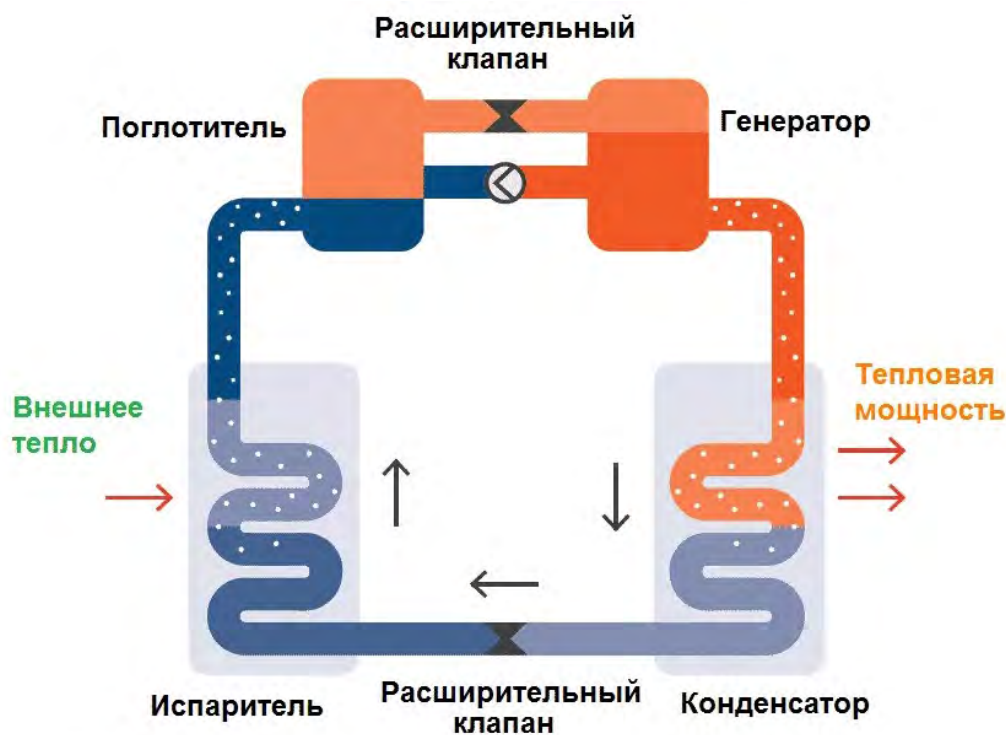


Рисунок 2. Принцип действия абсорбционного теплового насоса

Термоэлектрические ТН. Термоэлектрические ТН используют эффект возникновения электрического тока при нагреве спаев разнородных металлов и обратный эффект – охлаждение спаев при пропускании через них электрического тока. Для целей теплоснабжения жилых домов термоэлектрические тепловые насосы не используются.

1.3 Характеристики источников низкотемпературной тепловой энергии

Воздух. Тепло, содержащееся в воздухе, может использоваться непосредственно в тепловом насосе. Этот источник является легкодоступным. Учитывая, что температура воздуха в отопительном периоде значительно меняется, применение данного источника в это время не всегда целесообразно для качественного и надежного теплоснабжения потребителя. Некоторыми компаниями внедряются решения, которые позволяют ТН в летний период за счет наружного воздуха вырабатывать горячую воду, а в отопительный сезон насос переключается на другой источник низкотемпературной тепловой энергии (например, на подземную воду).

В ряде зданий проведение мероприятий по модернизации и реконструкции ограждающих конструкций приводит к тому, что вентиляционные выбросы составляют значительную часть тепловых потерь. При этом внедряются системы приточно-вытяжной вентиляции, которые создают технические возможности для организации утилизации тепловых выбросов. ТН позволяет обеспечивать глубокую и круглогодичную утилизацию тепла вентиляционных выбросов.

Подземная вода. Тепло, содержащееся в подземной воде и подземных озерах, напрямую подается в ТН. Вода должна иметь соответствующий состав, температуру не менее + 8 °С на протяжении всего года, а также должна быть чистой (с точки зрения заноса теплообменника) и в достаточном количестве.

При использовании в качестве источника теплоты подземной воды также имеются нюансы, главный из них: охлажденную в ТН воду нельзя возвращать назад прямо в место отбора, т. к. при этом колодец охлаждается. Инженерные решения предлагают сбрасывать отдавшую тепловую энергию воду в другой колодец так, чтобы направление течения подземных вод было от места сброса к месту отбора.

Геотермальное тепло или тепло грунта. Известным фактом является то обстоятельство, что на определенной глубине почвы ее температура положительна (и по мере увеличения углубления температура растет). Тепловая энергия, содержащаяся в почве, посредством теплообменника (коллектора) в углублении и теплоносителя передается через циркуляционную схему в ТН. Теплоносителем в данном случае должна являться незамерзающая, экологически безвредная жидкость, а циркуляцию обеспечивает циркуляционный насос. Теплообменник может быть помещен в землю на различное расстояние, в зависимости от требуемой мощности. Для получения большой тепловой мощности рекомендуется скважина глубиной 100–150 м. Для получения низких мощностей достаточно поместить теплообменник в плоскостной или траншейный коллектор на глубину 1,5–2 м.

Минусом установки теплообменника на малую глубину является то обстоятельство, что вокруг площадки, куда погружен коллектор, температура почвы из-за постоянного теплосъема понижается, тем самым при определенных температурных условиях этот участок почвы также может промерзнуть. Наиболее качественным и надежным способом является бурение скважин и установка теплообменников на большой глубине.

Поверхностная вода. При использовании поверхностной воды к ней предъявляются определенные требования, как и для подземной воды. При внедрении ТН с использованием данного источника низкотемпературной тепловой энергии очень часто возникают проблемы с чистотой воды, а также со стабильностью ее температуры (очень часто температура поверхностной воды поддерживается за счет стоков промышленных предприятий).

В климатических зонах с мягким климатом и постоянством температуры поверхностной воды ТН может быть отличным решением для решения проблем с ГВС.

В России и за рубежом ведутся работы по разработке и внедрению решений по утилизации тепловой энергии морской воды.

Солнечная энергия. Использование солнечной энергии возможно при помощи солнечных коллекторов или в комбинации с дополнительным источником низкотемпературной тепловой энергии. Возможны варианты с использованием аккумуляторов солнечной энергии в виде прудов с рассолом.

Большинство специалистов склоняется к тому, что такое использование ТН экономически неэффективно из-за больших капитальных затрат. Более эффективно при достаточной солнечной интенсивности использовать системы теплоснабжения без ТН, которых разработано уже большое количество.

Отработанное тепло промышленных предприятий. В результате технологических процессов на промышленных предприятиях возникает большое количество низкотемпературной тепловой энергии, которая не используется в технологическом цикле. В зависимости от конкретных условий отработанную тепловую энергию можно использовать в ТН для теплоснабжения цехов, мастерских, складов промышленного предприятия и т. д. В частных домах, жилых многоквартирных домах отработанная тепловая энергия используется крайне редко из-за зависимости от графика работы промышленного оборудования и удаленности от потребителя промышленных предприятий.

Стоки. Вода, однократно потребляемая промышленными предприятиями (около 40 % всего объема), в конечном счете сбрасывается и канализируется в естественные водоемы. При современных требованиях к защите окружающей среды и промышленные, и коммунально-бытовые стоки перед сбросом в водоемы должны проходить сложную систему очистки на водоочистных сооружениях или на станциях аэрации (в крупных городах). В Москве, например, несколько станций аэрации сбрасывают в Москву-реку более 5 млн м³/сут. очищенной воды температурой 16...22 °С; вместе с водой поступает и тепловой поток в 34 млн кВт, который можно использовать в ТНУ и преобразовать низкопотенциальную теплоту в теплоту более высокой температуры, способную удовлетворить определенную часть потребностей и сократить расход топлива [2].

1.4 Применение тепловых насосов для теплоснабжения

Согласно мировой практике 60–70 % тепловых насосов устанавливаются для индивидуального теплоснабжения.

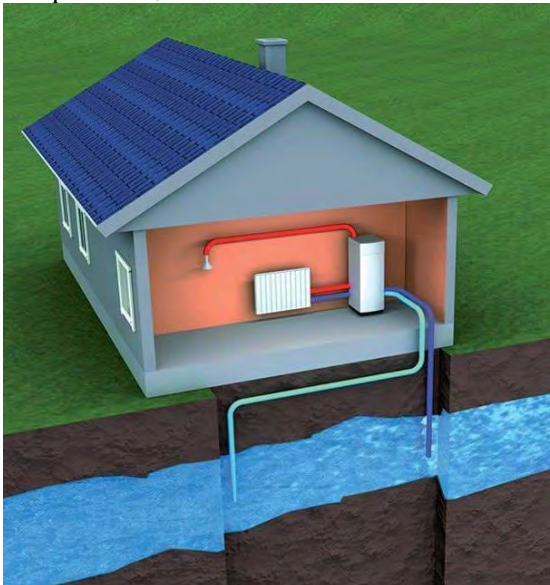
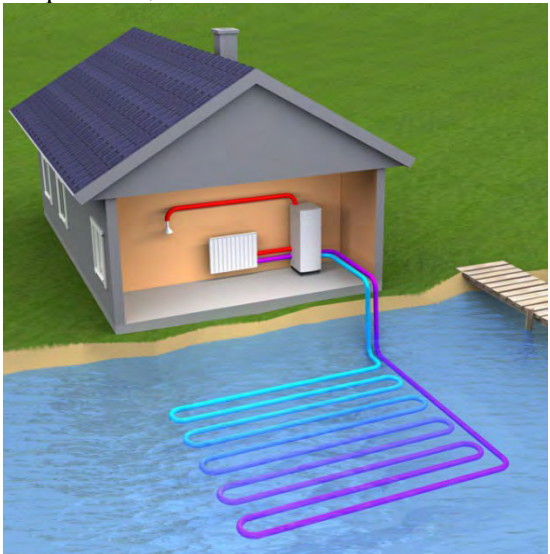
В качестве источников низкопотенциальной теплоты в тепловых насосах может быть использована теплота грунта [3], воздуха, грунтовых вод и воды в естественных водоемах.

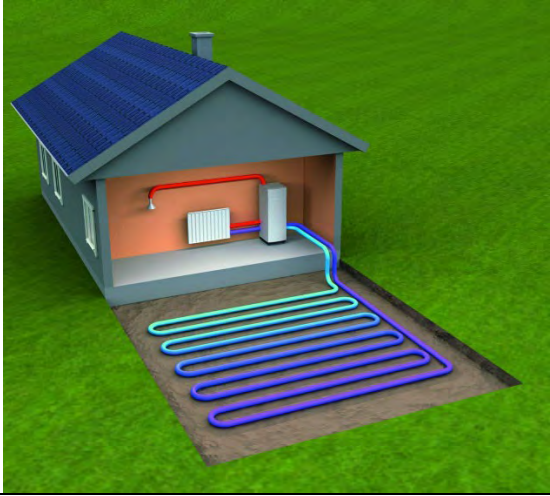
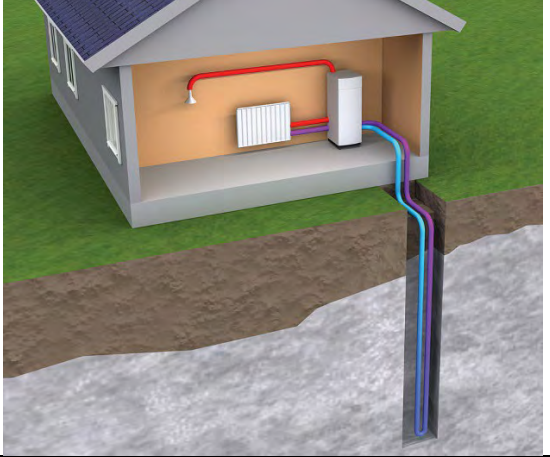
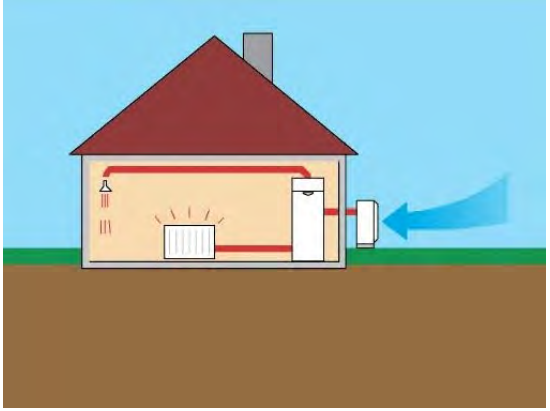
ТН, использующие низкопотенциальное тепло Земли (грунт, вода), называют «геотермальные тепловые насосы», в англоязычной технической литературе такие системы обозначаются как «GHP» – «geothermal heat pumps».

В следующей таблице приведены основные схемы использования низкопотенциальной теплоты тепловым насосом [4].

Таблица 1

Схемы использования низкопотенциальной теплоты тепловым насосом

Наименование	Особенности схемы	Параметры теплоносителя
Открытый цикл 	Используются грунтовые воды, теплоноситель забирается из водоносного слоя и возвращается в него. Схема характеризуется простотой, так как отсутствует промежуточный контур теплоносителя, но стоимость монтажа водозабора может быть высокой.	При использовании теплоты грунтовых вод теплоноситель – вода с температурой 8...15 °С.
Закрытый цикл 	Промежуточный теплоноситель прокачивается через замкнутый контур, расположенный в водоеме, водоносном слое или бытовых стоках. Высокая стоимость монтажа испарителя.	При использовании теплоты грунтовых вод теплоноситель – вода с температурой 8...15 °С, воды из открытых водоемов – антифриз или рассол (1...10 °С), бытовых стоков – вода (10...17 °С).

Наименование	Особенности схемы	Параметры теплоносителя
<p>Грунтовый горизонтальный теплообменник</p> 	<p>Замкнутый контур теплообменника укладывается в горизонтальные траншеи глубиной 4–6 м и длиной до 100 м. Требуют большой площади поверхности.</p>	<p>Промежуточный теплоноситель – антифриз или рассол. Температура грунта на глубине свыше 4 м постоянна и соответствует среднегодовой температуре воздуха (2...10 °С).</p>
<p>Грунтовый вертикальный теплообменник</p> 	<p>Замкнутый контур теплообменника устанавливается вертикально в пробуренные отверстия на глубину до 100 м. Применяется в тяжелом грунте или при ограниченной площади поверхности.</p>	<p>То же</p>
<p>Воздушный теплообменник</p> 	<p>Испаритель помещается в вентиляционные воздуховоды, удаляющие нагретый воздух из помещения, или в атмосферный воздух. Использование воздуха характеризуется быстрым падением мощности при снижении его температуры, образованием измороси на поверхности испарителя при температуре воздуха ниже 6 °С.</p>	<p>Промежуточного контура нет, температура вытяжного воздуха 18...25 °С, атмосферного воздуха в отопительный период – 10...10 °С.</p>

Популярность ТН возникла во многом из-за того, что тепловая энергия получается непосредственно на месте установки оборудования. При высокой экологичности (нет шума, вибрации, запахов, огня)

обладает высокой степенью пожаро- и взрывобезопасности, т. к. нет процессов горения топлива и выбросов продуктов сгорания. Тепловые насосы не требуют прокладки топливных (газовых) магистралей и систем дымоудаления, а следовательно, соответствующих затрат.

Если сравнивать ТН с централизованными системами теплоснабжения, то особенность технологии в том, что не требуется протяженных тепловых сетей до потребителя, источник теплоснабжения располагается непосредственно на месте или в близком расположении от потребителя.

В настоящее время в мире работает более 30 млн ТН различной мощности от нескольких кВт до сотен МВт [5]. В США более 30 % жилых зданий оборудованы ТН (совмещенные системы отопления и кондиционирования на базе ТН). В Швеции за последние годы введены в действие более 100 ТН (мощностью от 5 до 80 МВт). В Японии ежегодно продается 3 млн ТН (для сравнения, в США – 1 млн).

Благодаря Швейцарской национальной программе энергосбережения, за три года в стране было резко увеличено производство тепла с помощью ТН, при этом для реализации программы инвесторам были выделены значительные дотации.

В России есть существенный интерес к теплонасосным технологиям, однако количество реализованных проектов относительно невелико, что объясняется целым рядом климатических, социально-экономических и технических особенностей их применения. Примеры успешного применения ТН для теплоснабжения в России описаны в разделе 6 данного пособия.

2 Солнечное теплоснабжение

Солнечное теплоснабжение зданий основано на применении двух принципиальных схем — пассивного и активного использования энергии Солнца.

2.1 Пассивные системы солнечного теплоснабжения

Здание с пассивным использованием энергии Солнца можно определить как климатически сбалансированное здание, в котором максимально используется теплота солнечной радиации для обогрева помещений без применения специальных технических устройств. Задача проектирования здания с пассивным использованием энергии Солнца состоит в применении научно обоснованных взаимосвязанных архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных мероприятий, способствующих утилизации теплоты солнечной радиации в тепловом балансе помещения в холодный период года и не приводящих к перегреву помещения в теплый период года. Наибольший эффект экономии энергии достигается в здании с одновременным сбалансированным использованием активных и пассивных систем утилизации энергии Солнца [6].

Задача проектирования зданий с пассивными приемами по использованию теплоты солнечной радиации для снижения расхода энергии на обогрев помещений должна решаться при научно обоснованном выборе:

- ориентации здания;
- степени остекления наружных ограждений;
- местоположения светового проема в наружном ограждении и соотношения длины и высоты проема;
- способа регулирования тепло- и солнцезащиты заполнения светового проема;
- теплотехнических показателей материалов внутренних поверхностей помещения.

Рациональной можно считать такую ориентацию здания, которая обеспечивает максимальные теплопоступления от солнечной радиации в холодный период года, а планировочное решение — максимальные теплопоступления в жилые помещения.

2.2 Активные системы солнечного теплоснабжения

Активное использование солнечной энергии, в отличие от пассивного, основывается на применении гелиоустановок, преобразующих солнечную энергию в тепловую, используемую для теплоснабжения зданий. В простейшем случае гелиоустановка состоит из солнечного коллектора, утилизирующего солнечную энергию, и теплового аккумулятора. Теплоноситель (вода или воздух) нагревается, протекая через коллектор, и затем поступает в систему теплоснабжения здания и в тепловой аккумулятор, где отдает теплоту теплоаккумулирующему веществу. Тепловой аккумулятор выполняет функцию теплоисточника в периоды отсутствия солнечной радиации.

Активные гелиосистемы подразделяются на следующие виды [7]:

- по назначению (системы горячего водоснабжения, отопления, комбинированные системы для целей тепло- и холодоснабжения);
- по виду используемого теплоносителя (жидкостные — вода, антифриз и воздушные);
- по продолжительности работы (круглогодичные, сезонные);
- по техническому решению схем (одно-, двух-, многоконтурные).

Для активных систем солнечного отопления применяют гелиоприемники двух типов: концентрирующие и плоские.

Воздух является широко распространенным незамерзающим во всем диапазоне рабочих параметров теплоносителем. При применении его в качестве теплоносителя возможно совмещение систем отопления с системой вентиляции. Однако воздух — малотеплоемкий теплоноситель, что ведет к увеличению расхода металла на устройство систем воздушного отопления по сравнению с водяными системами. Вода является теплоемким и широкодоступным теплоносителем. Однако при температурах ниже 0°C в нее необходимо добавлять незамерзающие жидкости. Кроме того, нужно учитывать, что вода, насыщенная кислородом, вызывает коррозию трубопроводов и аппаратов. Но расход металла в водяных гелиосистемах значительно ниже, что в большой степени способствует более широкому их применению.

Сезонные гелиосистемы горячего водоснабжения обычно одноконтурные и функционируют в летние и переходные месяцы, в периоды с положительной температурой наружного воздуха. Они могут иметь дополнительный источник теплоты или обходиться без него в зависимости от назначения обслуживаемого объекта и условий эксплуатации.

Солнечная водонагревательная установка (рисунок 3) состоит из солнечного коллектора и теплообменника-аккумулятора. Через солнечный коллектор циркулирует теплоноситель (антифриз). Теплоноситель нагревается в солнечном коллекторе энергией Солнца и отдает затем тепловую энергию воде через теплообменник, вмонтированный в бак-аккумулятор. В баке-аккумуляторе хранится горячая вода до момента ее использования, поэтому он должен иметь хорошую теплоизоляцию. В первом контуре, где расположен солнечный коллектор, может использоваться естественная или принудительная циркуляция теплоносителя. В бак-аккумулятор может устанавливаться электрический или какой-либо другой автоматический нагреватель-дублер. В случае понижения температуры в баке-аккумуляторе ниже установленной (продолжительная пасмурная погода или малое количество часов солнечного сияния зимой) нагреватель-дублер автоматически включается и догревает воду до заданной температуры.

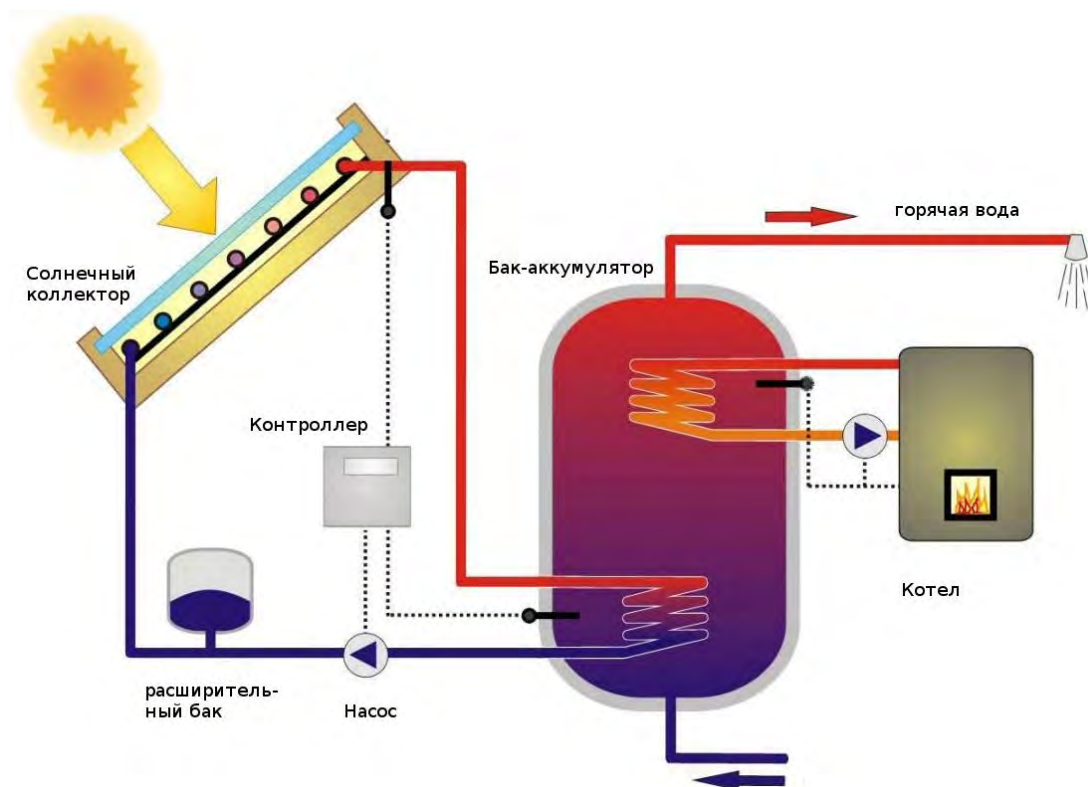


Рисунок 3. Схема водонагревательной солнечной установки

2.3 Влияние климатических условий на выбор режима работы солнечной установки

Анализ климатических характеристик регионов России [7] позволяет дать следующие рекомендации по применению солнечных установок теплоснабжения в России:

- При использовании солнечной установки в режиме теплоснабжения, то есть при участии ее в покрытии нагрузки отопления и ГВС, площадь солнечного коллектора должна составлять не менее 40 % от отапливаемой площади для достижения коэффициента замещения годовой тепловой нагрузки 0,25–0,40. В этом режиме удельная среднегодовая теплопроизводительность установки невелика вследствие недоиспользования ее тепловой мощности в летнее время. Поэтому применение солнечных установок в данном режиме в большинстве районов России (ее европейской части, Западной и Средней Сибири) нецелесообразно. Исключение составляют районы Забайкалья (особенно южного), юга Хабаровского и Приморского краев. В этих районах в силу особенностей климата работа установки в режиме теплоснабжения может быть достаточно эффективной.
- Использование солнечной установки в режиме круглогодичного ГВС обеспечивает высокие значения удельной теплопроизводительности, следовательно, и удельной годовой экономии топлива, так как в этом режиме тепловая мощность установки используется наиболее полно. Естественно, что более высокая годовая теплопроизводительность достигается в климатически наиболее благоприятных районах, таких как южная часть европейской территории РФ (южнее Самары), южная часть Западной и Средней Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока. В целом использование солнечных установок в данном режиме с той или иной степенью эффективности может быть рекомендовано повсеместно южнее 60° с. ш. как в европейской, так и в азиатской части России. Рекомендуемая площадь солнечного коллектора составляет при этом 1,0–1,5 м² на одного человека.
- Использование солнечных установок в режиме сезонного ГВС имеет существенное преимущество с точки зрения простоты схемы (используется одноконтурная схема без промежуточного теплообменника, нет необходимости в применении антифриза и т. п.), но

связано со снижением удельной теплопроизводительности в сравнении с режимом круглогодичного ГВС. Это снижение, естественно, тем больше, чем короче неотапительный период, то есть время использования установки в годичном цикле. Применение солнечных установок в режиме сезонного ГВС нецелесообразно там, где неотапительный период составляет менее пяти месяцев. Рекомендуемая площадь солнечного коллектора в данном режиме составляет 1 м² на одного человека.

Примеры успешного применения в России солнечных коллекторов для теплоснабжения описаны в разделе 6 данного пособия.

3 Кинетическая энергия ветра

Ветроэнергетика — отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования человеком. Это одна из самых традиционных и быстроразвивающихся отраслей возобновляемой энергетики. Так, в 2020 году в мире было установлено 93 ГВт новых мощностей, что на 53 % больше по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года [8]. В 2020 году рекордный рост был обусловлен всплеском установок в Китае и США — двух крупнейших мировых рынках ветроэнергетики — которые вместе установили почти 75 % новых установок в 2020 году, что составляет более половины всей мировой ветроэнергетики.

Крупные ветроэнергетические установки (ВЭУ) включаются в общую сеть электроснабжения, более мелкие, автономные ветрогенераторы используются для снабжения электрической и тепловой энергией удаленных районов.

Автономные ВЭУ могут функционировать самостоятельно или использоваться как дублер любого другого генератора или применяться в сочетании с другими энергетическими установками в качестве компонента комбинированной системы энергоснабжения. Такие системы используются, например, для подъема воды, тепло- и электроснабжения [9].

Применение ВЭУ для теплоснабжения потребителей подразумевает подключение этих агрегатов в существующую систему теплоснабжения небольших городов и поселков, расположенных в ветреных районах страны и испытывающих трудности в обеспечении работающих котельных топливом по разным причинам: трудности транспортировки, постоянный рост цен на традиционные энергоносители и т. п. [10].

При использовании ВЭУ для нужд теплоснабжения появляется возможность успешно бороться с основным недостатком ветровой энергии – непостоянством во времени. Кратковременные (секундные и минутные) изменения мощности ВЭУ могут сглаживаться за счет аккумулирующей способности системы теплоснабжения. Более продолжительные колебания (от нескольких минут до нескольких часов) могут выравниваться за счет аккумулирующей способности самих отапливаемых зданий. Во время более длительных перерывов (затиший) в работу можно включать специальные аккумулирующие устройства или источники тепла на органическом топливе, выполняющие роль вспомогательного резервного оборудования.

4 Биоэнергетика

Фотосинтез зеленых растений позволяет аккумулировать энергию, получаемую от солнечных лучей, в органическом веществе, которое синтезируется из углекислого газа, воды и некоторых «биогенных» элементов почвы. Ежегодно на Земле фотосинтез образует около 120 млрд т сухого органического вещества, что энергетически эквивалентно 40 млрд т нефти (более чем в 10 раз превышает мировой уровень ее потребления). Химическая энергия, запасенная растениями, может использоваться энергетикой. В целом биомасса дает седьмую часть потребляемого в мире топлива. Энергия, получаемая из биомассы, в 4 раза превосходит суммарную энергию АЭС мира.

В странах Европейского союза доля энергии биомассы от общего производства нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии составляет 55 %. Наиболее эффективно энергия биомассы используется в Португалии, Испании, Франции, Германии, Дании, Италии. Общие ресурсы биомассы в Западной Европе (в млн т сухой массы за год) составляют: древесина и древесные отходы – 150, сельскохозяйственные отходы – 250, бытовые отходы и городской мусор – 75, биомасса, выращиваемая специально на энергетических плантациях, – 250 млн т [11].

Достоверная статистика по использованию биоэнергетических ресурсов для теплоснабжения в Российской Федерации отсутствует. Не разработаны меры государственного стимулирования использования биоресурсов. В нашей стране в наибольших объемах для теплоснабжения используются древесина и отходы ее переработки. За 2019 год было заготовлено и использовано 14 млн м³ дров разных пород [12], что, по усредненной оценке, составило 9 млн т, а в тепловом эквиваленте 25 тыс. ГВт*ч/год при КПД котлов около 60 %. Помимо дров, в теплоснабжении применяются также топливная щепа, топливные брикеты и пеллеты (топливные гранулы).

4.1 Древесина

Наиболее традиционным видом твердого биотоплива являются дрова. Дрова обычно заготавливают путем целенаправленной вырубki деревьев в лесном массиве. При этом значительная часть древесной массы, образующейся при заготовке дров, в виде веток, сучьев, опилок не используется и остается или сжигается на месте вырубki. Аналогичная ситуация с отходами имеет место и при заготовке древесины для деревообрабатывающей промышленности.

Помимо дров, в качестве топлива часто используются и отходы деревообрабатывающей промышленности в виде щепы, обрезков и т. п. Щепа используется и как сырье для целлюлозно-бумажной промышленности. Вместе с тем опилки, мелкие обрезки часто не находят использования и свозятся на полигоны вместе с другими видами отходов производства.

Сжигание отходов лесозаготовок и целлюлозно-бумажной промышленности в Финляндии, Канаде составляет существенную долю топливно-энергетического баланса. К сожалению, в РФ 75 % этих отходов не используется [11].

В ряде стран быстрорастущие виды деревьев специально выращиваются как топливо на энергетических плантациях. В Японии и Италии для этой цели выбраны эвкалипты, в Канаде выведена разновидность тополя, которая наращивает биомассу вчетверо быстрее обычной породы. Для России эти направления менее актуальны, для нас важнее совершенствовать транспортную инфраструктуру, включая в оборот труднодоступные лесные массивы.

Важная задача лесопромышленного комплекса – использование древесных отходов, включая зеленую массу лесозаготовок, и отходов лесоперерабатывающего производства (горбыль, опилки, кора, стружка, и т. д.), применение теплогенераторов на древесных отходах и переработку отходов в жидкое и газообразное топливо [11].

4.2 Топливные брикеты и пеллеты

Решить проблему утилизации отходов и полезного использования отходов, образующихся как при вырубке леса, так и в деревообрабатывающей промышленности, позволяет производство топливных брикетов и пеллет. Брикеты и пеллеты производятся из некондиционной древесины – коры, веток, опилок, обрезков, а также щепы. Пеллеты получают путем формирования мелких цилиндров или брикетов под воздействием высокого давления и температуры из перемолотого древесного сырья.

Помимо древесной массы, для изготовления твердого топлива используют солому, ореховую шелуху, внешние оболочки растений. Такое сырье прессуется и гранулируется.

Не менее часто пеллеты изготавливают из навоза. Современные технологии позволяют устранить неприятный запах из такого вида топлива. Это хороший способ использования отходов жизнедеятельности животных. Кроме того, это дешевое сырье очень быстро возобновляется.

В нашей стране освоено крупномасштабное производство топливных брикетов и пеллет. При годовом выпуске топливных брикетов за 2019 год в объеме 450 тыс. т их российское потребление оценивается в статье [13] в 230 тыс. т, что в тепловом эквиваленте составило 645 ГВт*ч/год при КПД котлов около 70 %. Годовое производство пеллет в 2019 году составляло 1,9 млн т, а их внутреннее потребление не превышало 5 %, то есть 95 тыс. т [14], что соответствует 76 ГВт*ч/год при КПД котлов 80 %.

4.3 Торф

Это горючее ископаемое, образующееся в процессе естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях избыточного увлажнения и недостаточного доступа воздуха. Влажность торфа (в залежи) составляет 85–95 %, зольность – 2–30 %, теплота сгорания сухой массы – до 24 МДж/кг.

На всей планете месторождения торфа занимают более 4 миллионов км² и содержат более 3 млрд м³ этого топлива. Мировые запасы торфа ежегодно увеличиваются, их прирост превышает расход. В Финляндии, Швеции, Ирландии доля торфа в приходной части энергетического баланса составляет от 10 до 20 %. Россия в добыче торфа занимает четвертое место в мире, хотя, безусловно, лидирует по его запасам: российские месторождения торфа занимают 1,5 млрд км². Во всем мире добыча торфа неуклонно возрастает, в России она столь же неуклонно падает. Причина заключается в недостатке финансирования и современных технологий добычи, обработки, сжигания.

Торф как топливо применяется в основном в котельных для отопления небольших населенных пунктов, хотя на нем работали еще первые ТЭС, построенные по плану ГОЭЛРО. Для многих населенных пунктов, удаленных от центра, перевод систем теплоснабжения на торф стал бы гарантией энергетической безопасности. Вместе с тем торф – источник повышения плодородия почвы, торфяные удобрения, торфоперегнойные брикеты для рассады широко используются сельским хозяйством [11].

4.4 Биогаз

Метановое брожение при переработке сельскохозяйственных и бытовых отходов позволяет получать биогаз с содержанием метана около 70 % и оксида углерода около 15 %, а также обеззараженное органическое удобрение. Один килограмм органических отходов дает примерно один литр биогаза. Теплота сгорания биогаза составляет 22–24 МДж/кг. Длительность процесса брожения – 5–7 суток. Ферментеры для получения биогаза широко применяются в Китае, Японии, США. В современном сельском хозяйстве, при растущих потребностях в топливе и удобрениях, переработка отходов агропромышленных комплексов, животноводческих ферм, с использованием биогазовых технологий позволяет решать проблемы сушки сена, зерна, отопления ферм и жилых помещений, производства электроэнергии.

В КНР отдаленные сельские местности газифицируют с помощью установок, перерабатывающих органические отходы сельского хозяйства. Каждая такая индивидуальная установка крестьянского двора дает в год около 6500 кВт*ч. электроэнергии и 5 т органического удобрения.

Российская Федерация имеет хорошие предпосылки для эффективного развития сектора биоэнергетики, поскольку обладает большим потенциалом биомассы, доступной для производства энергии. Постоянным источником биомассы для производства биогаза могут служить органическая фракция твердых коммунальных отходов и органическая фракция отходов животноводства и птицеводства, а также донные иловые отложения.

4.5 Полевые культуры и водоросли

В России, особенно в южных районах, издавна используются в качестве топлива солома, камыш. После обмолота стебли и початки кукурузы, подсолнечника сжигают для сушки зерна. После уборки урожая остатки культур могут служить топливом.

Наиболее активно процесс фотосинтеза органического вещества идет в водорослях, особенно в самых мелких – фитопланктоне. Продуктивность образования органического вещества в водорослях достигает 5 кг на квадратный метр морской поверхности в год, что в 2–5 раз превышает продуктивность леса. Морские волны выбрасывают на берег водоросли, которые используются как удобрение и топливо. Отмирающий фитопланктон (сапропель) приводит к заиливанию и заболачиванию озер и водохранилищ. Разрабатываются технологии добычи, сушки, сжигания водорослей и сапропеля, однако они не имеют пока промышленного применения в энергетике [11].

4.6 Бытовые отходы

Системы очистных сооружений городской канализации включают баки-аэротенки. В них к воде канализации подмешиваются присадки активного ила, микроорганизмы которого используют органические вещества сточных вод для питания и размножения. Это аэробные микроорганизмы, для их развития через воду аэротенков прокачивается воздух. Далее вода с активным илом поступает в отстойники, затем иловые осадки перекачиваются в бурты-метантенки, где происходит анаэробное метановое сбраживание органического вещества. Выделяющийся газ содержит до 55 % метана и может служить топливом в котельных установках. Твердые остатки уплотняются и обезвоживаются в фильтр-прессах и размещаются на иловых площадках. Иловые осадки могут использоваться как удобрение и как топливо. В Японии сжигают 55 % иловых осадков, в США – 27 %. Имеется опыт сжигания иловых осадков в котельных установках на очистных сооружениях Санкт-Петербурга.

Современные города производят громадное количество твердых бытовых отходов (ТБО). К концу XX века мировое производство ТБО за год достигло 3 млрд т. В состав ТБО входят горючие вещества – макулатура, пищевые отходы, древесина, их теплота сгорания равна 7–12 МДж/кг. Отходы в свалках перерабатываются микроорганизмами с выделением метана. Общее количество антропогенных выбросов метана в атмосферу с очистных сооружений, свалок, нефтепромыслов превышает 200 млн т в год, а ведь метан, как и диоксид углерода, является парниковым газом и вносит свой вклад в потепление климата планеты.

В развитых странах практикуется раздельный сбор отходов в местах их образования. С 2017 года в России стартовала реформа обращения с отходами производства и потребления («мусорная реформа»), основой которой стал Федеральный закон № 89 «Об отходах производства и потребления», принятый еще в 1998 году и претерпевший значительные изменения в 2017–2019 годах. Реформа вводит поэтапный запрет на захоронение некоторых видов отходов на полигонах: с 2018 года запрещено захоронение черных и цветных металлов и отходов, содержащих ртуть; с 2019 года – картона и бумажной упаковки, покрышек, полиэтилена, стекла и стеклянной тары.

Переработка макулатуры и стекла из ТБО достигает 50 %. После отделения вторичных ресурсов в мировой практике все шире применяется сжигание ТБО в специальных котельных установках. В Швеции объем сжигаемых ТБО достигает 60 %, в Швейцарии – 75 %, в Японии – 80 %. Тепло, получаемое при сжигании ТБО, может использоваться для теплоснабжения жилых и общественных зданий.

4.7 Котельное оборудование для биотоплива

На мировом рынке представлено большое разнообразие котельного оборудования для сжигания биотоплива, отличающиеся технологией сжигания, диапазоном мощности, степенью автоматизации, видом используемого биотоплива.

В России технологии сжигания дров и древесных отходов развивались с 1930-х годов в основном двумя научными центрами: ВТИ в г. Москве и ЦКТИ им. Ползунова в г. Санкт-Петербурге [16]. Там были разработаны конструкции котлов с неподвижными и механическими колосниковыми шахтными топками и с факельным сжиганием измельченного топлива. В этих котлах в основном применяются две технологии: прямого сжигания и пиролиза. В 2021 г. в стране котлы на дровах, пеллетах, брикетах, древесных отходах производились десятком заводов.

На российском рынке присутствуют пеллетные котлы мощностью от 10 кВт до 100 кВт и более. Под пеллеты можно модифицировать обычные универсальные твердотопливные котлы (угольные, дровяные), подключив к ним пеллетную горелку. При этом эффективность модернизированного твердотопливного котла значительно повышается. Реальный КПД таких систем будет зависеть от КПД используемого теплообменника, КПД горелки, степени автоматизации процесса сжигания пеллет, например: наличия газоанализаторов, лямбда-зонда, погодозависимой автоматики, регулирующей температуру подающий воды в распределительный коллектор, наличия автоматической системы очистки горелки или теплообменника.

Твердотопливные котлы большей мощности (более 1 МВт) способны сжигать древесные отходы (щепа, отходы мебельного производства) без предварительной переработки отходов. Поэтому наиболее актуальным является использование пеллет в котельных, предназначенных для теплоснабжения индивидуальных домов и районных котельных с котлами небольшой мощности.

На российском рынке на настоящий момент присутствуют десятки производителей котельного оборудования, использующего пеллеты. Наиболее известные производители:

- Зота (Россия)
- Теплодар-Куппер (Россия)
- Светлобор (Россия)
- Общемаш (Россия)
- BUDERUS (Германия)
- Kiturami (Южная Корея)
- OPOP BIOPEL (Чехия)
- Wirbel (Австрия)
- Grandeg (Латвия)

Эти производители предлагают широкий спектр оборудования от индивидуальных котлов небольшой мощности (от 10 кВт) до блочно-модульных котельных, включающих несколько котлов и комплект необходимого оборудования для эффективной эксплуатации котельной (автоматика регулирования, бункеры для хранения топлива и т. п.). Мощность таких котельных ограничена только установленной нагрузкой потребителя.

По себестоимости вырабатываемой тепловой энергии котельные на биотопливе примерно в два раза эффективнее угольных и мазутных котельных, но проигрывают котельным на природном газе примерно в два раза. Стоимостная эффективность перехода на биотопливо зависит от региона, поскольку цены на различные виды топлива в значительной степени зависят от удаленности региона от места добычи / производства конкретного вида топлива.

5 Опыт применения ВИЭ и ВЭР для теплоснабжения в России

5.1 Применение ВИЭ и ВЭР при проведении капитального ремонта жилых многоквартирных зданий

Фонд и открытое акционерное общество «Инсолар-Инвест» (ОАО «Инсолар-Инвест») разработали и опубликовали Практическое пособие по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов (МКД) при капитальном ремонте [17] (далее – Пособие).

Цель Пособия – разработка практических рекомендаций по выбору и обоснованию принятия решений в области повышения энергетической эффективности МКД при капитальном ремонте. Пособие включает десять томов.

В первом томе Пособия представлены перечень, подробное описание и оценка экономического эффекта от внедрения энергоэффективных технологий при ремонте МКД. Значительная часть предлагаемых технологий основана на применении ВИЭ и ВЭР. В других девяти томах представлены результаты, достигнутые при ремонте МКД в 29 регионах Российской Федерации.

В главе 5 первого тома Пособия, наряду с энергосберегающими мероприятиями, приведены несколько энергоэффективных технологий с использованием ВИЭ и ВЭР и их основные характеристики.

В главе 6 первого тома Пособия представлены описания и чертежи технических решений, рекомендуемых для повышения энергетической эффективности многоквартирных домов при проведении капитального ремонта.

Предлагаются следующие технические решения с применением ВИЭ и ВЭР:

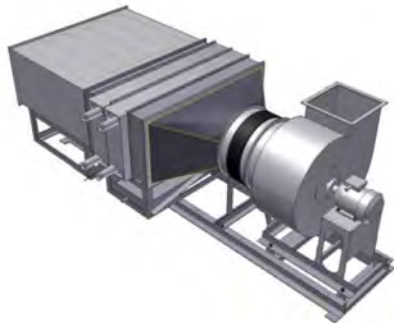
- утилизация тепла вентиляционных выбросов
- утилизация тепла вентиляционных выбросов с использованием ТН
- использование приточно-вытяжных стеновых устройств с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха
- утилизация тепла сточных вод для нужд горячего водоснабжения

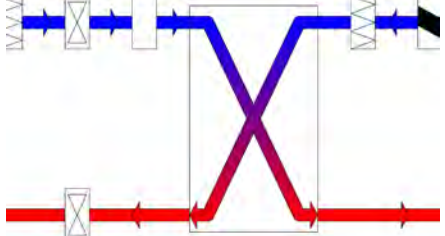

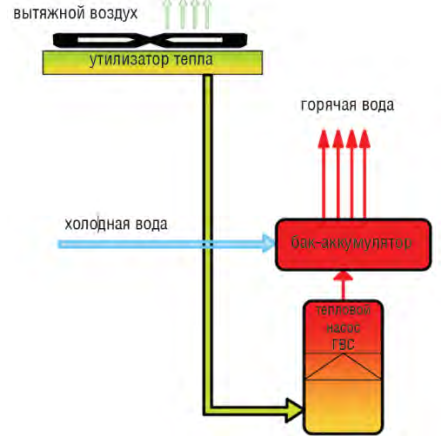
Ниже приводятся технические рекомендации по повышению энергетической эффективности МКД при капитальном ремонте и краткое описание технических решений с применением ВИЭ и ВЭР.

5.1.1 Технические рекомендации по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов при капитальном ремонте

Таблица 2

Перечень рекомендуемых энергоэффективных технологий для МКД

№	Наименование мероприятия	Снижение вида нагрузки или мощности систем ОВ, ГВС и ЭС, %	Снижение затрат электроэнергии на покрытие вида нагрузки, %	Срок службы, лет	Годовые затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, % от капитальных затрат	Схематичная иллюстрация мероприятия
3.14.	Нагрев 1-й степени приготовления горячей воды за счет утилизации тепла вентиляционных выбросов	15	9	20	4	

№	Наименование мероприятия	Снижение вида нагрузки или мощности систем ОВ, ГВС и ЭС, %	Снижение затрат электроэнергии на покрытие вида нагрузки, %	Срок службы, лет	Годовые затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, % от капитальных затрат	Схематичная иллюстрация мероприятия
3.17.	Устройство квартирных систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха	40	50	15	2	
3.18	Использование приточно-вытяжных стеновых устройств с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха	30	30	15	1	<p>АВТОРЕГУЛИРУЕМОЕ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА</p> <p>>50% ЭКОНОМИЯ ТЕПЛОТОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОДГРЕВ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА</p> <p>ОБЕСПЕЧИВАЕТ: - автоматический воздухообмен в соответствии с нормами СНиП - подогрев приточного воздуха</p> <p>ПРИМЕНЕНИЕ: - новые дома - реконструируемые дома - дома с централизованной вентиляцией</p> 
3.19	Утилизация теплоты вытяжного воздуха с помощью тепловых насосов для приготовления горячей воды	30	60	15	3	

№	Наименование мероприятия	Снижение вида нагрузки или мощности систем ОВ, ГВС и ЭС, %	Снижение затрат электроэнергии на покрытие вида нагрузки, %	Срок службы, лет	Годовые затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, % от капитальных затрат	Схематичная иллюстрация мероприятия
3.20	Устройство гибридной ГВС с аккумулярованием тепла и тепловыми насосами, использующими теплоту грунта и тепло вентиляционных выбросов	60	70	15	3	
3.21	Использование солнечной энергии для приготовления горячей воды	25	15	20	0,5	

5.1.2 Утилизация тепла вентиляционных выбросов

Теплоснабжение с помощью утилизации теплоты вентиляционных выбросов, являющихся вторичным энергетическим ресурсом, относится к области энергосберегающих экологически чистых технологий.

В конструкциях как новых зданий, так и зданий, завершенных капитальным ремонтом, выполнение требований по повышению теплоизоляции ограждающих конструкций (стен, окон, покрытий, перекрытий и т. п.) приводит к тому, что основным источником тепловых потерь, как правило, оказываются вентиляционные выбросы, причем повышение герметичности зданий в связи с применением стеклопакетов требует внедрения новых технических решений по организации контролируемого воздухообмена в помещениях. А это значит, что все более широкое применение будут находить системы приточно-вытяжной вентиляции, и, следовательно, будут созданы технические возможности для организации утилизации тепловых выбросов.

Для утилизации тепла вентиляционных выбросов в помещении теплого чердака возле вытяжных шахт, соединяющих чердак с атмосферой, устанавливаются утилизаторы теплоты вытяжного воздуха, внешний вид которых приведен на рисунке 4, и конструктивно состоящие из калориферов, вентиляторов и устройств шумопонижения.

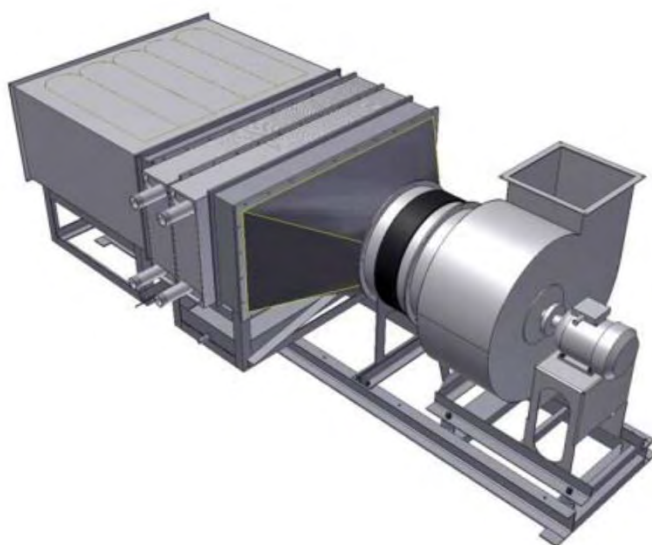


Рисунок 4. Общий вид утилизатора теплоты вентиляционных выбросов

Вытяжной воздух забирается из объема теплого чердака и прокачивается через калориферы при помощи вентиляторов, после чего выбрасывается в атмосферу. При прохождении через калориферы воздух охлаждается, нагревая воду, являющуюся теплоносителем контура утилизации теплоты вентиляционных выбросов. Далее этот теплоноситель направляется в теплообменник предварительного подогрева горячей воды, где отдает тепло нагреваемой воде. Система достаточно эффективно (до 17 % экономии энергии на подогрев ГВС) работает при низких (до 8 °С) температурах водопроводной воды. При температурах 10 °С и выше ее эффективность стремительно падает и, начиная с некоторой температуры, наступает момент, когда затраты энергии на привод циркуляционного насоса системы утилизации теплоты вентиляционных выбросов становятся сопоставимы с получаемым за счет утилизации энергетическим эффектом, что делает дальнейшую эксплуатацию системы утилизации нецелесообразной (если рассматривать экономическую сторону, то по причине разности тарифов на тепловую и электрическую энергии граница экономической эффективности будет достигнута даже раньше, чем граница эффективности энергетической). Таким образом, при температурах водопроводной воды выше определенной система утилизации должна быть остановлена. На этот период в конструкции индивидуального теплового пункта (ИТП) здания должна быть предусмотрена байпасная линия, обходящая теплообменник предварительного подогрева ГВС и оснащенная соленоидным вентилем.

5.1.3 ИТП с утилизацией тепла вентиляционных выбросов и теплонасосной системой

Технологические схемы ИТП определяются спецификой теплоэнергетической структуры зданий и сооружений, техническим заданием заказчика и требованиями теплоснабжающей организации. На

основании этих исходных данных в каждом конкретном случае разрабатывается индивидуальная схема с использованием стандартных блоков, отражающий технологический опыт и особенности проектирования и производства конкретного изготовителя.

В данном разделе приводится описание решения ИТП, позволяющее нивелировать большую часть из перечисленных выше недостатков традиционных тепловых пунктов. Речь идет о дополнении ИТП, утилизирующего теплоту вентиляционных выбросов зданий теплонасосным оборудованием, позволяющим, во-первых, осуществлять более глубокую утилизацию ВЭР – теплоты вентиляционных выбросов, и, во-вторых, обеспечивать вовлечение в энергобаланс здания ВИЭ, а именно теплоту грунтового массива.

Теплонасосное оборудование может быть использовано как для покрытия нагрузок ГВС, так и для системы отопления.

Сдерживающим фактором применения тепловых насосов на нужды отопления является непостоянство отопительной нагрузки в течение года. Несмотря на то, что отопительный период на большей территории России достаточно продолжительный, в Москве, например, более 40 % времени отопление в жилых домах по нормативам не требуется, в то время как горячее водоснабжение нужно постоянно на протяжении всего года. Таким образом, используя теплонасосную технологию для приготовления горячей воды, мы обеспечиваем более полную загрузку оборудования по сравнению с его применением для системы отопления, что для любого энергосберегающего оборудования крайне важно, поскольку самым непосредственным образом сказывается на сроках его окупаемости.

Решение применить теплонасосные системы, использующие ВИЭ и ВЭР, для получения горячей воды позволит повысить степень автономности здания, а также устранить или как минимум уменьшить проблемы, связанные с отключениями горячей воды в период проведения регламентных работ на тепловой сети. Еще одним результатом применения такого подхода является снижение необходимой зданию тепловой мощности, получаемой из городских тепловых сетей, а значит, и уменьшение обременений, связанных с реализацией технических условий на подключение к тепловым сетям.

Стоит отметить, что применение тепловых насосов позволяет без дополнительных затрат на холодильное оборудование придать многоэтажным жилым домам типовых массовых серий качества, ранее им не присущие, такие как центральное кондиционирование. При этом повышается комфортность проживания в таких домах и привлекательность их для жильцов.

Цель дополнения ИТП теплонасосным оборудованием с энергетической точки зрения сводится к тому, чтобы заместить часть энергии, обычно получаемой от тепловой сети, энергией, получаемой от ВИЭ и ВЭР. Наиболее удачным решением представляется использование этой энергии для осуществления подогрева воды для нужд ГВС, а именно подогрева подпиточной воды, потребляемой системой ГВС из сети водопровода для замещения расходуемой жильцами горячей воды.

Холодная вода, прошедшая через фильтры, входит в ИТП и направляется в теплообменник предварительного подогрева ГВС, где нагревается от теплоносителя

5.1.4 Система утилизации тепла грунтового массива

Источником повсеместно доступной низкопотенциальной тепловой энергии является теплота грунтового массива, относящаяся к возобновляемым источникам энергии. Теплота грунтового массива формируется из двух основных источников – солнечная энергия и радиогенная энергия глубинных слоев Земли. В условиях городской застройки дополнительным источником служит антропогенное воздействие – многочисленные городские коммуникации (канализация, электрические кабели, теплотрассы), которые осуществляют постоянный подогрев грунтового массива.

Существуют различные типы грунтовых теплообменников, но в условиях плотной городской застройки наиболее целесообразным является применение вертикальных теплообменников, размещаемых в скважинах (термоскважинах).

Глубина термоскважин определяется глубиной заложения водоносных горизонтов питьевого качества и составляет от 30 до 120 м. Для конкретных проектов глубина уточняется на основе данных о геологическом строении рассматриваемой площадки. Грунтовые теплообменники, как правило, размещаются на прилегающей к объекту территории, однако могут располагаться и непосредственно под ним.

В настоящее время применяются три типа конструктивного исполнения грунтовых теплообменников:

- коаксиальный, когда теплоноситель подается по центральной трубе и возвращается по межтрубному зазору, нагреваясь от грунта;
- U-образный, когда в скважине размещается U-образная пластиковая труба, внутри которой циркулирует теплоноситель;
- двойной U-образный, когда в одной скважине размещаются две U-образные пластиковые трубы, по которым циркулирует теплоноситель.

На рисунке 5 представлены схемы грунтовых теплообменников различного конструктивного исполнения [3].

Варианты конструкции отличаются своими стоимостными и теплотехническими характеристиками. Выбор конструкции для конкретного объекта производится в зависимости от тепловой нагрузки и планировочных условий на основе теплового и технико-экономического расчетов.

Оголовки термоскважин обычно располагаются в приятках, закрытых люками, что позволяет располагать их под проездами, придомовыми автостоянками и газонами.



Рисунок 5. Конструкции грунтовых теплообменников

5.2 Строительство энергоэффективных домов с участием Фонда

С 2010 года с участием средств Фонда в ряде регионов осуществляется переселение граждан из аварийного жилищного фонда в энергоэффективные дома. В этих домах применены современные энергоэффективные технологии, позволяющие в значительной степени сократить потребление энергоресурсов и уменьшить размер коммунальных платежей.

Основное преимущество энергоэффективных домов – это сохранение энергии за счет конструктивных особенностей дома, применения технологий с использованием ВИЭ и ВЭР. Жители самостоятельно регулируют микроклимат, автоматически поддерживают оптимальную температуру, влажность и чистоту воздуха. Технологии, используемые в доме, позволяют жильцам экономить до 70 % на оплате коммунальных услуг.

Всего за период с 2009 до 2022 года введено в эксплуатацию 1166 энергоэффективных (класс энергоэффективности не ниже В) МКД в 75 субъектах Российской Федерации. Ниже приведена информация о некоторых объектах, при строительстве которых были использованы технологии ВИЭ и/или ВЭР.

1. Дом в Белгородской области: г. Белгород, ул. Лосева, 17



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Белгород, мкр-н Восточный, ул. Лосева, 17, 3 этажа, 18 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	При отключенной Гео ТС: электроэнергия – минус 29,1 %, газ – 24,6 %; При работающей Гео ТС: электроэнергия – минус 140 %; газ – 46,1 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Насосы контура геоскважин – 4, насосы теплофикационного контура – 4, прокачивающие насосы – 18, фанкойлы – 48, квартирные щитки управления – 18, тепловой насос – 4
Дата ввода дома в эксплуатацию	24 декабря 2010

Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	При отключенном Гео ТС: электроэнергия – минус 17,3 %; газ – 31,5 %; При работающем Гео ТС: электроэнергия – минус 118,4 %; газ – 51,0 %
--	---

2. Дом во Владимирской области: г. Собинка, ул. Ленина, д. 18А



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Собинка, ул. Ленина, д. 18А, 3 этажа, 18 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	40 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные коллекторы – 2 шт., тепловые насосы – 4 шт., газовые котлы – 2 шт., поквартирные миниатюрные станции приготовления горячей воды
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	14 февраля 2013 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	41 %

3. Дом в Калужской области: г. Кондрово, ул. Чапаева, д. 40 (ЦФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Дзержинский р-н, г. Кондрово, ул. Чапаева, д. 40, 3 этажа, 27 квартир
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловые насосы «КОРСА 30» – 4 шт. Источник низкопотенциального тепла 36 геозондов по 50 м. Система внутридомового отопления «теплые полы»
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	5 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	19 июля 2011 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	60 %

4. Дом в Костромской области: г. Кострома, ул. Жужелинская, д. 31 (ЦФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Кострома, ул. Жужелинская, д. 31, 3 этажа, 18 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	4,86 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловой насос – 2 шт., рекуператор тепла, миниэлектростанция в комплекте с солнечными батареями. В каждой квартире для обеспечения теплоснабжения и ГВС установлен индивидуальный 2-контурный газовый котел
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	5 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	8 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	30 ноября 2011 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	50 %

5. Дом в Курской области: г. Щигры, ул. Степная, д. 30 (ЦФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Щигры, ул. Степная, д. 30, 3 этажа, 16 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	15 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловой насос "воздух-вода" для мест общего пользования – 1шт., приточно-вытяжные вентиляционные установки с рекуперацией
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	14 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	30 сентября 2013 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	23 %

6. Дом в Липецкой области: г. Грязи, ул. Осоавиахима, д. 16 (ЦФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Грязи, ул. Осоавиахима, д. 16, 3 этажа, 18 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	16 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные станция (40 панелей), солнечный коллектор (6 штук), автоматизированный индивидуальный тепловой пункт; вентилируемый фасад, усиленная теплоизоляция стен и кровли
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	5 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	31 декабря 2013
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	16 %

7. Дом в Московской области: Клинский р-н, р.п. Решетниково, ул. Парковая, 3 (ЦФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Клинский р-н, р.п. Решетниково, ул. Парковая, 3, 3-этажный, 56 квартир
Класс энергетической эффективности	A
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	70 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Наружные стены здания – керамический поризованный камень POROTHERM 25 10,7 NF с отделкой связанной системой утепления NEOPOR 35 130 мм, 3 тепловых насоса – для системы отопления,

	48 вертикальных геотермальных зондов, 1 тепловой насос – для системы горячего водоснабжения
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	5,5 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	2015 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	65 % отопление, 70 % ГВС

8. Дом в Волгоградской области: г. Волжский, ул. Карбышева, 77 (ЮФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Волжский, ул. Карбышева, 77, 3 этажа, 24 квартиры
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	Отопление – 15 %. Горячая вода – 83 %.
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные коллекторы – 2 контура для горячего водоснабжения с установкой термостатных балансировочных клапанов. Вентиляционные установки с рекуперацией тепла – 1 шт.
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса	12 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	09.07.2013
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	Отопление – 51 %. Горячая вода – 83 %.

9. Дом в Челябинской области: г. Копейск, пр. Победы, 30А (УФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Копейск, пр. Победы, 30А, 1523,1 кв. м, 3 этажа
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	44 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Дом оснащен гибридной системой теплоснабжения и подготовки ГВС, которая состоит из автоматизированного теплового пункта для подключения к системе центрального отопления, 2 тепловых насосов типа «воздух-вода», 16 солнечных коллекторов. Система введена в эксплуатацию с декабря 2014 г. Также в доме установлены система поквартирного учета тепла и отопит. приборы с термостатическими вентилями
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	8 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	01.07.2012 г.

10. Дом в Кировской области: Оричевский р-н, пос. Юбилейный, д. 36 (ПФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Кировская обл., Оричевский р-н, п. Юбилейный, д. 36, 2 этажа, 1314 кв. м, 12 квартир
Класс энергетической эффективности	A
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	47,86 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловые насосы – 2 шт., солнечные коллекторы – 4 шт., рекуператор тепла вентиляционной системы – 12 шт.
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса C	10–12 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	01.10.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	67,5 %

11. Дом в Республике Мордовия: г. Саранск, р.п. Луховка, ул. Октябрьская, 17в (ПФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Саранск, р.п. Луховка, ул. Октябрьская, 17в, 814,9 кв. м, 2 этажа, 8 квартир
Класс энергетической эффективности	С
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	12 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Бойлеры со съемными теплообменниками серия EXTRA; Система солнечных коллекторов с 30 тепловыми вакуумными трубками EE-SHS 300; Тепловой насос серии TERRA MAX, производимой мощностью 97,4 кВт
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	15–16 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	29.07.2013 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	36,4 %

12. Дом в Оренбургской области: Оренбургский р-н, с. Ивановка, ул. Андреева, 51 (ПФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Оренбургская обл., Оренбургский р-н, с. Ивановка, ул. Андреева, д. 52. Площадь 704,5 кв. м, 2 этажа
Класс энергетической эффективности	A
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	73 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловой насос; гелиосистема для подогрева горячей воды; солнечные панели; система УВРК-50 для вентиляции помещений
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	40 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса C	15–16 лет

Дата ввода дома в эксплуатацию	20.05.2011 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	75 %

13. Дом в Ставропольском крае: г. Изобильный, ул. Буденного, 40 (СКФО)

Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Изобильный, ул. Буденного, 40, общая площадь 1850,5 кв. м, 3 этажа
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Геотермальные тепловые насосы, трубчатые вакуумные солнечные коллекторы, тепловые установки
Дата ввода дома в эксплуатацию	30.07.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	13 %

14. Дом в Ставропольском крае: г. Изобильный, ул. Буденного, 38 (СКФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Изобильный, ул. Буденного, 38, 1641,6 кв. м, 3 этажа
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии.	Геотермальные тепловые насосы, трубчатые вакуумные солнечные коллекторы, тепловые установки
Дата ввода дома в эксплуатацию	30.07.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	17 %

15. Дом в Республике Дагестан: г. Избербаш, ул. Жданова, 5 (СКФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Избербаш, ул. Жданова, 5, 2681,4 кв. м, 36 квартир, 3 этажа
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	10 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные панели, геотермальные зонды – 66 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками % от общего ее потребления в аналогичном доме	25 %
Дата ввода дома в эксплуатацию	28.03.2012 г.

16. Дом в Республике Дагестан: г. Каспийск, мкр-н № 6, поз. № 7 (СКФО)

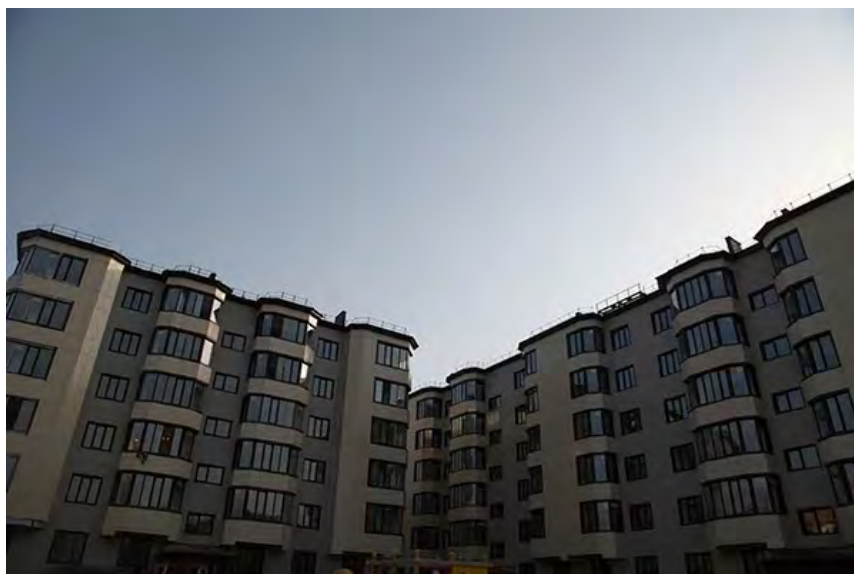


Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Каспийск, мкр-н № 6, поз. № 7, 3670 кв. м, 92 квартиры, 3 этажа
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	13 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные коллекторы – 48 шт., тепловые насосы 10кВт – 4 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	75 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	18 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	27.03.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	30 %

17. Дом в Ставропольском крае: г. Железноводск, ул. Некрасова, 6В (СКФО)

Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Железноводск, ул. Некрасова, 6В, 1213, 9 кв. м, 3 этажа, 19 квартир
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	20 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечный коллектор; емкостный нагреватель; регулятор солнечной установки с датчиком солнечного излучения; расширительный бак; предохранительный клапан ПК на холодной воде; комплект приборов учета (тепловычислитель ТС, расходомер сетевой воды, термометры)
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	20 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	7 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	13.05.2011 г.

18. Дом в Республике Ингушетия: г. Карабулак, ул. Осканова, 136а (СКФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Карабулак, ул. Осканова, 136а, 6437,7 кв. м, 6 этажей, 84 квартиры
Класс энергетической эффективности	V++
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	36 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Котлы стальные водогрейные SR 645-250 – 4 шт.; Система управления Logomatic 4321 – 4 шт.; Функциональный модуль FM456 – 2 шт.; Функциональный модуль FM441 – 2 шт.; Функциональный модуль FM443 – 2 шт.; Бак-накопитель PS 750 – 2 шт.; Тепловой насос Logoterm WPL10, AWC16L – 3 шт.; Мембранный расширитель бак N 80/6 – 2 шт.; Мембранный расширитель бак N 100/6 – 6 шт.; Солнечный коллектор CKN I,0s – 74 шт.; Бак водонагреватель SU 1000-100W – 9 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками в % от общего ее потребления в аналогичном доме, в котором не применялись ЭЭ мероприятия	10 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	20 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	26.12.2013
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	36 %

19. Дом в Амурской области: г. Шимановск, ул. Новостроящая, 52 (ДВФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Шимановск, ул. Новостроящая, 52, 1700,9 кв. м, 3 этажа, 28 квартир
Класс энергетической эффективности	С
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	12 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные коллекторы – 12 шт., Солнечные батареи – 3 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	12 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	25.12.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	12 %

20. Четыре однотипных дома в Республике Саха (Якутия): г.о. Жатай (ДВФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Республика Саха (Якутия), г.о. Жатай, четыре однотипных дома: ул. Комсомольская 3, ул. Матросова, 9, ул. Северная 20/1, ул. Северная 20/2, 1225,65 кв. м, 3 этажа, 23 квартиры
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	59 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	<p>Горячее водоснабжение дома осуществляется от двух источников:</p> <ul style="list-style-type: none"> • гелиоустановка с вакуумными трубчатыми солнечными коллекторами (1 комплект) с применением двухконтурной схемы подготовки ГВС; • настенный водонагревательный конденсационный котел с цилиндрической модульной газовой горелкой (1 шт.). <p>Вентиляция – принудительная приточная с подогревом воздуха от отопления (1 ед.). Коридорное освещение-антивандальные энергосберегающие светильники оборудованные датчиками движения</p>
Энергия, выработанная альтернативными источниками % от общего ее потребления в аналогичном доме	12 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного	10 лет

дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	
Дата ввода домов в эксплуатацию	2013–2015 годы
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	59 %

21. Три однотипных дома в Республике Саха (Якутия): г.о. Жатай, ул. Комсомольская, 4, 4/1 и 6 (ДВФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	<ol style="list-style-type: none"> 1) г.о Жатай, Комсомольская, 4, 3606,8 кв. м, 3 подъезда, 80 квартир, 3 этажа; 2) г.о. Жатай, Комсомольская, 4/1, 3555,8 кв. м, 3 этажа, 78 квартир; 3) г.о. Жатай, Комсомольская, 6, 3606,81 кв. м, 3 этажа, 80 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	59 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	<ul style="list-style-type: none"> • Автоматизированная крышная газовая каскадная котельная с установкой настенных конденсационных водогрейных котлов (6*80кВт) с инфракрасными модульными горелками. • Горячее водоснабжение дома осуществляется от двух источников: гелиоустановка с вакуумными трубчатыми

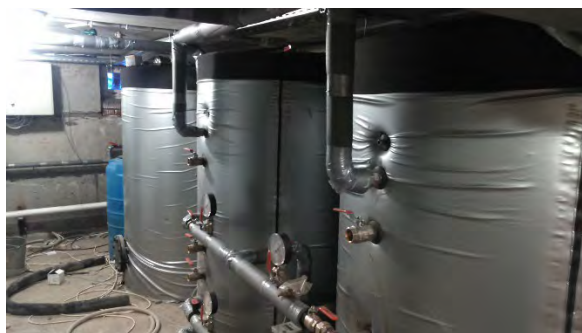
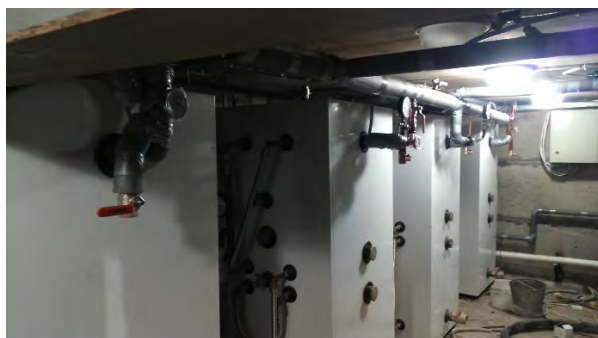
	<p>солнечными коллекторами (3 комплекта) с применением двухконтурной схемы подготовки ГВС; второй источник настенный водогрейный конденсационный котел с цилиндрической модульной газовой горелкой (3 ед.).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вентиляция – приточно-вытяжная с рекуперацией (2 комплекта)
Энергия, выработанная альтернативными источниками % от общего ее потребления в аналогичном доме	12 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	11.12.2015 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	59 %

22. Дом в Республике Саха (Якутия): г.о. Жатай, ул. Строда, 3/1 (ДВФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	Республика Саха (Якутия), г.о. Жатай, ул. Строда, д. 3/1. 1172,98 кв. м, 3 этажа, 33 квартиры
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	59 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные коллекторы, тепловая энергия которых идет на подогрев ГВС в период отсутствия центрального отопления (1 комплект); приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией теплоты выбрасываемого воздуха
Энергия, выработанная альтернативными источниками % от общего ее потребления в аналогичном доме	21 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	12 лет
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	55 %

23. Дом в Архангельской области: г. Новодвинск, ул. Ворошилова, 5 (СЗФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Новодвинск, ул. Ворошилова, 5, 900,3 кв. м, 3 этажа, 21 квартира
Класс энергетической эффективности	A+
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Тепловые насосы – 4 шт., солнечные коллекторы – 12 шт., мембранные расширительные баки – 4 шт., приборы учета (ГВС, ХВС, водопотребление, теплопотребление, электроэнергия)
Дата ввода дома в эксплуатацию	03.12.2015 г.

24. Пять домов в Алтайском крае: г. Бийск, ул. Боровая, д. 2, 4, 6, 8, 10 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Бийск, ул. Боровая, 2 (4 6, 8, 10). 1496,4 кв. м, 3 этажа, 30 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	61 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Система вентиляции с рекуперацией тепла. Солнечные коллекторы. Теплонасосная система, использующая низкопотенциальное тепло грунтовых вод, состоящая из ТН и двух дебетовых и одной инфильтрационной скважины. Система накопительных бойлеров для аккумуляции тепловой энергии. МиниТЭЦ для производства тепла и электроснабжения микрорайона на основе газопоршневых установок с котлами-утилизаторами
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	71,1 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	15 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	Декабрь 2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	53 %

25. Дом в Алтайском крае: г. Барнаул, ул. Смирнова, 67 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Барнаул, ул. Смирнова, 67, 1070,7 кв. м, 3 этажа, 19 квартир
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	Электроэнергия – 30,3 %, тепловая энергия – 22,5 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Газовые котлы – 2, вакуумные солнечные коллекторы, тепловой насос, система накопительных бойлеров, рекуперация тепла в системе вентиляции, солнечные коллекторы, миниТЭЦ «мокрый фасад»
Энергия, выработанная альтернативными источниками % от общего ее потребления в аналогичном доме	Электроэнергия – 5 %, тепловая энергия – 11 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	22.11.2010 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв.м. (%)	44–50 %

26. Дом в Иркутской области: г. Ангарск, кв-л 251, д. 14 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Ангарск, кв-л 251, д. 14, 1096,7 кв. м
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	60 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные вакуумные водонагреватели – 20 шт., грунтовый теплообменник – 1 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	19.12.2011

27. Дом в Иркутской области: г. Ангарск, кв-л 251, д. 17 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Ангарск, кв-л 251, д. 17, 1732,7 кв. м
Класс энергетической эффективности	A
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	60 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Солнечные вакуумные водонагреватели – 20 шт., чиллер с функцией «тепловой насос» – 1 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса C	10 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	06.08.2009

28. Дом в Новосибирской области: р.п. Маслянино, ул. 60 лет Октября, 28в (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	р.п. Маслянино, ул. 60 лет Октября, 28в, 662 кв. м, 3 этажа, 18 квартир
Класс энергетической эффективности	A
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	28 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Автономный источник теплоснабжения – газовый конденсационный настенный котел – 2; тепловые насосы; счетчики потребления коммунальных ресурсов; гелиоколлекторные установки; глубинные теплонасосные скважины; буферный бак-накопитель; плоские солнечные коллекторы
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	36 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного	4 года

дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	
Дата ввода дома в эксплуатацию	18.02.2013
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	47 %

29. Дом в Красноярском крае: г. Дивногорск, ул. Бочкина, 14А (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	г. Дивногорск, ул. Бочкина, 14А, 1045,1 кв. м, 3 этажа, 24 квартиры
Класс энергетической эффективности	А
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	32 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Энергоэффективная конструкция (кирпич S=600мм), пенополистирол (S=180мм), рекуператор системы вентиляции, гелиосистема солнечный коллектор, погодозависимый узел управления, тепловой насос воздух-вода 10кВт/ч
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	61 %
Дата ввода дома в эксплуатацию	01.11.2013 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	53 %

30. Дом в Омской области: р.п. Русская поляна, пер. Гагарина, 11 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	р.п. Русская поляна, пер. Гагарина, 11, 1144,5 кв. м, 2 этажа, 23 квартиры
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	30 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Панели солнечных батарей – 12 шт., 2 бака накопителя, узел рециркуляции подогретой воды с насосами – 2 шт., светодиодные светильники с датчиками движения – 9 шт., светодиодные светильники наружного освещения – 5 шт.
Энергия, выработанная альтернативными источниками, в % от общего ее потребления в аналогичном доме	10,8 %
Срок окупаемости разницы между фактически затраченными средствами на строительство данного энергоэффективного дома и стоимостью строительства аналогичного дома класса С	10–12 лет
Дата ввода дома в эксплуатацию	02.11.2012
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	30–35 %

31. Дом в Республике Хакасия: с. Белый Яр, ул. Кирова, 4 (СФО)



Адрес энергоэффективного дома, площадь, этажность	с. Белый Яр, ул. Кирова, 4, 445,4 кв. м, 2 этажа, 8 квартир
Класс энергетической эффективности	В
Экономия энергии от мероприятий по энергосбережению в % от общего ее потребления в аналогичном доме	27 %
Виды оборудования, вырабатывающего энергетические ресурсы с использованием возобновляемых источников энергии	Гелиоколлектор с буферным накопителем и регулятором в тепловом пункте
Энергия, выработанная альтернативными источниками в % от общего ее потребления в аналогичном доме, в котором не применялись ЭЭ мероприятия	85 %
Дата ввода дома в эксплуатацию	28.12.2012 г.
Экономия затрат на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в энергоэффективном доме относительно обычного дома в расчете на 1 кв. м (%)	11 %

5.3 Энергоэффективный жилой комплекс EcoMoldova (Кишинёв)

Жилой комплекс включает 22 дома общей площадью 92 тыс. кв. м. Дома включают 31 подъезд, 1652 квартиры, коммерческий центр площадью 27 тыс. кв. м, парковку на 1800 машино-мест.

Жилой комплекс является энергонезависимым кварталом с почти нулевым потреблением энергии Nearly Zero Energy Buildings (NZEB) (как по тепловой, так и по электрической энергии).



Жилой комплекс EcoMoldova

Необходимая тепловая энергия для содержания 1652 квартир:

- система отопления – 6348 МВт*ч/год;
- система ГВС – 2300 МВт*ч/год;
- кондиционирование – 3036 МВт*ч/год;
- суммарно – 11 684 МВт*ч/год.

В каждом подъезде оборудуются тепловые пункты: один – на крыше, другой – в подвальном помещении. В крышном теплопункте размещаются тепловые насосы «воздух–вода» (ALTAL*AWHP), бойлеры и баки для ГВС, отопления и кондиционирования, а также прочее оборудование для управления системой.

В подвальном теплопункте размещаются геотермальные тепловые насосы (ALTAL*GWHP), баки для системы отопления и кондиционирования, а также прочее оборудование для обеспечения работы системы в автоматическом режиме. Отличительной особенностью системы является объединение всех этих технологий в единый комплекс, который, помимо использования ресурсов воздуха, Земли, Солнца и ветра, оснащен системой рекуперации тепла воздуха (ALTAL*РПВУ) из вентиляционных каналов.

Рекуперация воздуха предусматривает повторное использование тепла из системы вентиляции для направления в блок тепловых насосов «воздух–вода». Дополнительно здесь организована система подачи воздуха из вентиляционных каналов с подземной автостоянки на крышу, где из-за разницы давлений и температур он стремится вверх. При контакте с внешним воздухом восходящий поток создаст турбулентность, которая будет благоприятствовать работе ветровых турбин с вертикальной осью. Здания оснащаются индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП). Тот факт, что для размещения ИТП не требуются особые условия, и они могут быть расположены либо в подвале, либо на крыше, дало возможность организации новой системы, как в строящихся зданиях, так и в существующих.

Цели проекта заключаются в уменьшении расходов на коммунальные услуги; улучшении экологии за счет сокращения выбросов парниковых газов; экономии энергоресурсов; а также энергетической

независимости. Дома, из которых построен энергоэффективный квартал, относятся к категории зданий с почти нулевым потреблением энергии Nearly Zero Energy Buildings (NZEB).



Строительство комплекса EcoMoldova

В конкретном случае отопление и охлаждение помещений было обеспечено при помощи энергии Земли (геотермальными и воздушными тепловыми насосами ALTAL). Система, в основу которой были положены технологии использования солнечной (солнечные коллекторы) и рекуперированной энергии (геотермальные и воздушные тепловые насосы), позволили организовать и систему независимого горячего водоснабжения (ГВС).

Электроэнергия также обеспечивается из возобновляемых источников (фотоэлектрические панели, ветрогенераторы с вертикальной осью вращения). Скважины геотермальных насосов размещены под фундаментами домов, солнечные коллекторы и ветрогенераторы – на крышах.

Тепловые насосы – востребованность электрической энергии – 2392 МВт*ч/год. Необходимость в электроэнергии для жилых помещений – 5780 МВт*ч/год. Суммарная потребность в электричестве – 8172 МВт*ч/год. Генерируемое электричество от возобновляемых источников – 3100 МВт*ч/год. Данный проект показывает, что альтернативный способ производства тепла, холода, горячей воды, электричества полностью себя оправдывает в климатических условиях Молдовы по многим параметрам в соответствии с современными реалиями.

Результаты внедрения проекта «Энергоэффективный жилой комплекс» EcoMoldova:

- Экономический эффект – снижение стоимости содержания квартиры на 55 %, по сравнению с отоплением настенными газовыми котлами и на 57 % ниже, чем при отоплении от центральных тепловых станций.
- Экологический эффект – исключение использования ископаемых видов топлива (1,05 млн м³ природного газа), а также исключение выбросов парниковых газов и тепла (2091 т).
- Снижение потребления энергетических ресурсов на 15,4 ГВт*ч/год.

5.4 Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения индивидуальных домов

В 2019 году Российская инженерная академия совместно с ассоциацией специалистов возобновляемой энергетики «Зеленый Киловатт» опубликовали брошюру «Возобновляемая энергетика: примеры и практики реального использования» [18].

В сборнике приведено описание пятидесяти объектов различного назначения, энергоснабжение которых осуществляется с использованием возобновляемых источников энергии. Практика показывает, что в некоторых случаях применение ВИЭ и ВЭР позволяет полностью отказаться от централизованного энергоснабжения и использования ископаемого топлива (дома с нулевым потреблением энергии).

Наиболее характерные примеры использования ВИЭ и ВЭР с целью теплоснабжения индивидуальных жилых домов описаны в данном разделе.

Примеры теплоснабжения общественных зданий, а также зданий сельскохозяйственного и другого назначения приведены в разделе 6.4.

2. Жилой дом с автономным энергоснабжением в поселке Индустриальный (г. Краснодар)



Жилой дом с автономным энергоснабжением

Дом расположен на территории, удаленной от городских коммуникаций. Благодаря использованию ВИЭ дом полностью обеспечен автономным энергоснабжением, для чего в доме установлено следующее оборудование:

- солнечные панели – поликристалл, китайских производителей, мощностью 3,8 кВт,
- ветрогенератор – производство Китай, мощность 1,5 кВт,
- инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 6 кВт, пиковая – 9 кВт,
- аккумуляторы – производство США, тяговые, специальная серия, емкость – 48В × 225 А·ч,
- система мониторинга – встроенная, с опциональной возможностью дистанционного управления,
- твердотопливный котел (российский) с пеллетной горелкой, мощность 25 кВт,
- тепловой насос – российский, мощность 6 кВт,
- бойлеры – электрические и косвенного нагрева,
- сплит-система.

Затраты на установку¹:

- ветро-солнечная система с аккумуляторами – 350 тыс. руб.,
- котел – около 100 тыс. руб.,
- теплонасосная установка – 100 тыс. руб.

3. Индивидуальный жилой дом, отапливаемый с использованием реверсивного грунтового теплового насоса и солнечных коллекторов (Республика Бурятия)

В данном случае для тепло- и холодоснабжения жилого дома используется реверсивный тепловой насос, в холодное время года он отапливает дом, в теплое – охлаждает. Источник тепла и холода – три скважины по 100 м. Помимо теплового насоса, для теплоснабжения дома и теплиц используется водонагревательная солнечная установка с вакуумными солнечными коллекторами.



Внешний вид дома



Вакуумные солнечные коллекторы



Теплонасосная установка



Теплица с обогревом от солнечных коллекторов

¹ Здесь и далее затраты в ценах 2019 года, если не указано иное.

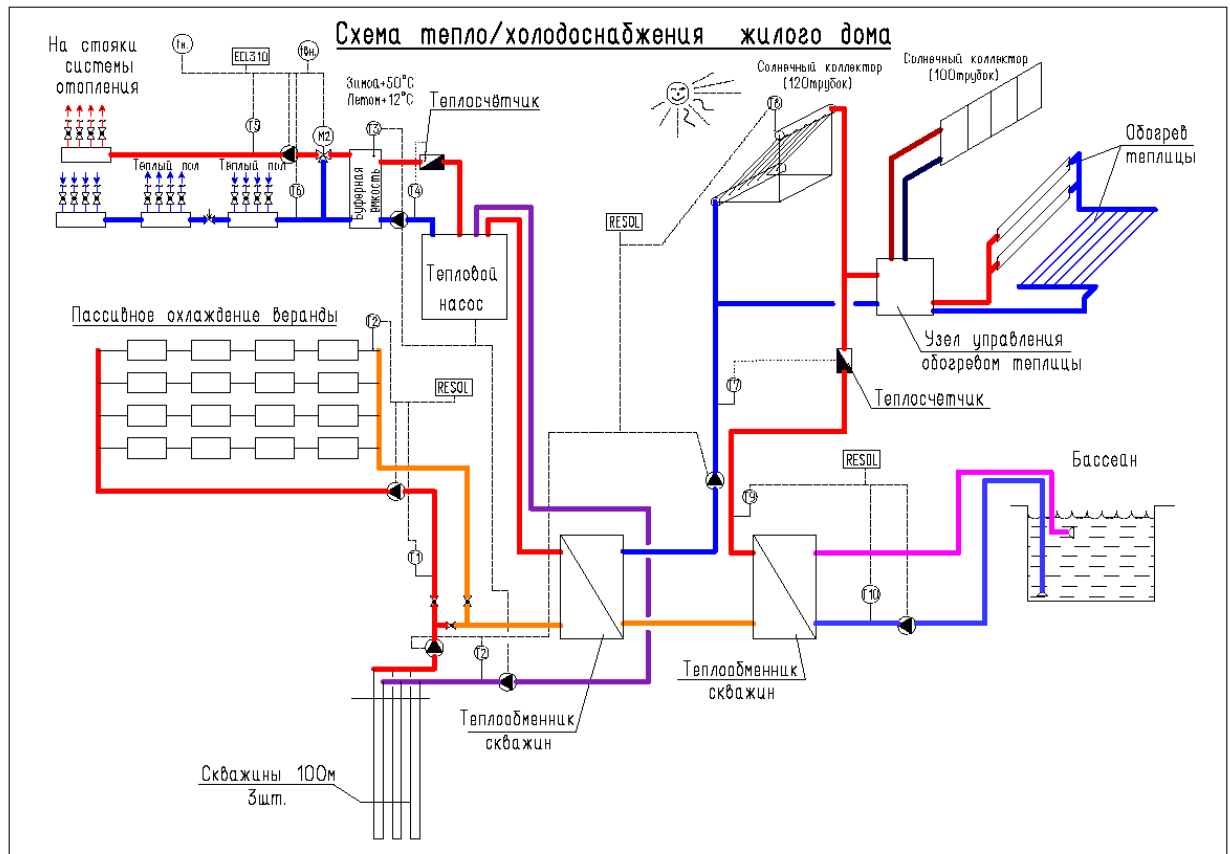


Схема тепло- и холодоснабжения жилого дома

Применяются две группы вакуумных солнечных коллекторов (СК): на крыше дома 120 трубок и на теплице 100 трубок (итого 18 м²). В зимнее время все 220 трубок работают на подогрев низкого контура ТН и покрывают 15–17 % от годового потребления тепловой энергии на отопление.

С середины марта 100 трубок, установленных на теплице, переключаются на обогрев почвы в теплице и уже через месяц, в середине апреля, высаживается рассада. В конце мая все коллекторы работают на подогрев воды в уличном бассейне и на подогрев скважин.

Производительность СК при таком низкотемпературном режиме работы составляет 1 МВт/м² в год. Коэффициент преобразования теплоты теплового насоса равен 3.

При годовой потребности 60 000 кВт*ч тепла на отопление около 50 % дают скважины (3 шт.), 17 % – коллекторы, примерно 33 % за счет потребления электроэнергии.

Затраты на установку оборудования составили около 1,5 млн рублей.

4. Деревянный жилой дом площадью 180 м² (Московская область)

Для отопления и горячего водоснабжения деревянного жилого дома применяются теплонасосная установка и солнечный коллектор, установленный на крыше дома.



Внешний вид дома



Солнечная панель на крыше дома



Теплонасосная установка



Схема теплонасосной установки

Установлено следующее основное оборудование:

- тепловой насос производства Stiebel El-tron WPF 13 new S номинальной мощностью 13 кВт;
- накопительная емкость (бойлер) горячей воды объемом 400 литров со встроенным электрическим ТЭН для покрытия пиковых нагрузок на систему отопления и горячего водоснабжения и двумя теплообменниками, которая служит еще и аккумулятором тепловой энергии;
- солнечный коллектор, установленный на крыше, с площадью поглощения 5 м².

Первый теплообменник бойлера подключен к тепловому насосу, а второй – к солнечным коллекторам. В обычном режиме солнце подогревает горячую воду, после достижения заданной температуры контур переключается на геотермальные скважины. Если при этом работает компрессор теплового насоса, то через промежуточный теплообменник солнце подогревает теплоноситель на входе в тепловой насос. Если компрессор выключен, то контроллер солнечных

коллекторов запускает циркуляционный насос геотермального поля и утилизирует избыточное тепло в скважины. Коэффициент преобразования теплоты составил 3,1–3,2. Суммарная длина геотермальных скважин составляет 300 м.

Обогрев здание осуществляется стандартными водяными радиаторами, установленными на первом и втором этажах дома.

Затраты на установку бойлера, теплового насоса и солнечных коллекторов с автоматикой составили около 800 тыс. руб. Расчетный срок окупаемости оборудования за счет экономии электроэнергии составляет в среднем 6,5–7,5 лет.

5. Энергоэффективный жилой дом с минимальным потреблением энергии от внешних сетей (д.п. Ашукино Московской области)

Частный двухэтажный дом общей площадью 160 кв. м с подвальным помещением 40 кв. м (север Московской области). Отсутствует подключение к системе централизованного газоснабжения.



Внешний вид дома



Солнечные коллекторы и фотоэлектрические панели на крыше дома

При строительстве дома и оснащении инженерными системами жизнеобеспечения применялись следующие технические решения

- теплозащита стеновых, кровельных и оконных конструкций по требованиям для пассивного дома,
- геотермальный тепловой насос;
- тепловой аккумулятор;
- солнечные коллекторы;
- система пассивного охлаждения от геотермальных скважин;
- рекуператор тепла в системе вентиляции;
- теплый пол;
- система хранения солнечной энергии в грунте.

Реализованные технологии в инженерных системах:

- Гелиосистема «ЯSolar» российского производителя «Новый Полюс», которая выполняет функции нагрева горячего водоснабжения и поддержки отопления, а также прогрева грунта через геотермальные скважины.
- Геотермальный тепловой насос BUDERUS Logatherm WPS 11.
- Тепловой аккумулятор JASPI GTV Teknik RD с функцией проточного приготовления горячей воды и подключение солнечных коллекторов.
- Пассивная система охлаждения здания работает за счет циркуляции теплоносителя через геотермальные зонды.
- Низкотемпературная система отопления, теплый пол с улучшенными характеристиками.
- Низкотемпературная система отопления – потолочные панели MC-system. Работа в диапазоне теплоносителя 22–30 градусов.
- Управление всем инженерным оборудованием осуществляется на основе системы ГидроЛОГО.
- Сбор информации реализован в АСКУЭ на базе ПТК «ПолиТЭР».
- Рекуператор на систему вентиляции Турков ZENIT 550 НЕСО.
- Теплоаккумулирующий камин Tulikivi KTU 1010/92 с КПД = 91 %.
- Все системы объединены в гибридную систему и работают на получение максимального энергосберегающего эффекта.

Затраты на вышеуказанные системы составили около 1,9 млн руб. Расчетный период окупаемости проекта – 3,4–4 года. Планируется переход на автономное существование без присоединения к внешним сетям.

6. Индивидуальный жилой дом (д. Усть-Заостровка, Омская область)

Индивидуальный жилой дом площадью 270 м². Материал стен – кирпич с утеплением экструдированным пенополистиролом 100 мм, фасад – облицовочный кирпич с воздушной прослойкой. Утепление пола двойное – 50 мм и 100 мм, экструдированный пенополистирол. Утепление кровли – 200 мм, минеральная вата.

Дом имеет значительную площадь остекления с применением энергоэффективных стеклопакетов.



Внешний вид дома



Тепловые насосы

Внутренняя система отопления – водяные теплые полы с применением труб из сшитого полиэтилена с шагом укладки не более 100 мм. Для предотвращения запотевания окон реализована дополнительная система «теплый подоконник» с применением труб из гофрированной нержавеющей стали в полимерной оболочке.

В качестве отопительных агрегатов установлен каскад из двух тепловых насосов Экомер-ЭКО 12 Inverter суммарной мощностью 24 кВт*ч.

Каждый тепловой насос имеет собственный геоконтур прямого кипения (DX), который представляет из себя комплекс из 24 медных коаксиальных зондов, собранных в единый коллектор. Суммарная протяженность геоконтура всего каскада – 700 м.

Приготовление ГВС осуществляется при помощи специального модуля. По сути, это тепловой насос типа «вода-вода» мощностью 3,5 кВт*ч, который в качестве источника энергии использует теплоноситель из системы отопления и способен нагревать воду до температуры +65 °С.

Система снабжена функцией удаленного инженерного мониторинга.

Затраты на установку тепловых насосов – 1,2 млн руб. Расчетный период окупаемости – 6–7 лет.

7. Индивидуальный жилой дом (г. Прокопьевск, Кемеровская область)

Реконструированный индивидуальный жилой дом из бруса с каркасной надстройкой. Отсутствует подключение к системе централизованного газоснабжения.



Внешний вид дома



Тепловой насос

Внутренняя система отопления – водяные теплые полы по сухой технологии с применением теплоотражающих пластин.

В качестве отопительного агрегата установлен тепловой насос Экомер-ЭКО 12 Inverter мощностью 12 кВт*ч.

Суммарная протяженность геоконтура – 350 м.

Система снабжена функцией удаленного инженерного мониторинга.

Затраты на установку теплового насоса – 599 тыс. руб.

8. Частный дом (г. Тюмень)

Частный жилой дом в г. Тюмени введен в эксплуатацию в 2014 году. Отсутствует централизованная система газоснабжения.



Теплонасосная установка

Для теплоснабжения дома применяется следующее оборудование:

- тепловой насос с вертикальными геотермальными зондами;
- буферная емкость на 200 литров;
- распределительный колодец Meibes на 3 выхода.

Отопление здания и нагрев горячей воды осуществляются с помощью геотермального теплового насоса. Установлены буферная емкость на 200 литров и распределительный коллектор Meibes на три выхода. Отопление осуществляется с помощью водяного теплого пола. Суммарная мощность котельной – 14 кВт. Установка использует низкопотенциальную геотермальную энергию за счет тепловых насосов.

5.5 Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения общественных и коммерческих зданий

1. Энергоэффективная мини-гостиница (3 этажа) с магазином и офисом (г. Анапа)

Применены гибридные солнечные коллекторы, солнечные батареи, система пассивного охлаждения/отопления, ветрогенератор, теплый плинтус, фанкойлы, воздушная система отопления – в итоге получился дом с максимальным потреблением энергии на содержание от возобновляемых источников энергии и с минимальным потреблением от внешних сетей



Внешний вид мини-гостиницы

Гибридная гелиосистема, которая выполняет функцию нагрева горячего водоснабжения и поддержку отопления, а также горячего воздуха для воздушной системы отопления. Солнечная электрическая система обеспечивает работы электроприборов.

Система отопления реализована через «теплый пол» и теплый плинтус. Воздушная система отопления подает в помещения теплый воздух, который получается бесплатным в результате конвекции от работы гибридного коллектора. Тихоходный вертикально-осевой ветрогенератор вырабатывает и электричество, и теплую воду. Все системы объединены в гибридную систему и работают на получение максимального энергосберегающего эффекта.

Результаты проекта: минимальное потребления от внешних сетей, собственное потребление 15–20 Вт на 1 кв. м. Планируется переход на автономное существование, без притоков энергии от внешних сетей.

Затраты. Бюджет проекта – около 5–5,5 млн руб. Расчетный период окупаемости проекта – 3–3,5 года.

2. Два корпуса детского лагеря «Новое поколение» (Пермский край)

Для теплоснабжения и нагрева воды для ГВС двух корпусах детского лагеря «Новое поколение» были установлены тепловые насосы «Nibe» «воздух-вода».

Здания из силикатного кирпича, площадью 750 кв. м имеют радиаторную систему отопления (чугунные радиаторы, подключенные по однотрубной схеме с замыкающим участком).

Здания получают тепло на отопление от электростанции, в которой установлены индукционные электроды 55 кВт. Для приготовления горячей воды использовался проточный электроводонагреватель ЭВПН 30.

Для снижения затрат на электроэнергию было решено установить тепловые насосы с теплообменниками «воздух-воздух».



Внешние блоки тепловых насосов

В первом корпусе были установлены два тепловых насоса Nibe F2040-16 и накопительный бак косвенного нагрева «Nibe» VPB 500 с электротеном 9 кВт, электрический котел был заменен на «Эван» 42 кВт. Эксплуатация тепловых насосов в отопительный период 2017–2018 годов показала

снижение затрат на электроэнергию в 2 раза, что подтверждается показаниями установленных тепловых и электрических счетчиков. В летний период ТН используются для горячего водоснабжения.

Во втором корпусе были установлены тепловые насосы Nibe F2300-20, водонагреватель Nibe VPB 500 и электродкотел «ЭВАН» 42 кВт.

Прогнозируемое снижение затрат на электроэнергию составляет 2,5–2,7 раза за год, что обусловлено значительным потреблением горячей воды во время полного заполнения лагеря в период детских каникул.

Затраты на проектирование, установку и монтаж современных ТН без реконструкции систем отопления составили для каждого корпуса около 1,7 млн рублей.

3. Детский сад (с. Иркилик Прибайкальского района Республики Бурятия)

Теплоснабжение детского сада в с. Иркилик Прибайкальского района Республики Бурятия осуществлялось от твердотельной котельной. Основным видом топлива – дрова. Физически и морально изношенная котельная была заменена теплонасосной установкой (ТНУ).



Здание детского сада и дровяной склад на прогулочной площадке



Теплонасосная установка

Фактические удельные затраты на отопление объекта в результате применения ТНУ снизились в 2,3 раза.

4. Гибридная комплексная система отопления и охлаждения административного здания прокуратуры (Республика Бурятия)

В 2014 г. при реконструкции со строительством пристройки здания прокуратуры Республики Бурятия применена комплексная гибридная схема с применением теплового насоса. В холодное время ТН работают на обогрев до температуры наружного воздуха $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, в пиковый период теплоснабжение осуществляется с использованием тепловой энергии от централизованной теплосети. При нормативном удельном расходе $0,313\text{ Вт}/(\text{м}^3\cdot^{\circ}\text{C})$ фактический расход составил

0,132 Вт/(м³·°С), т. е. в 2,37 раза меньше норматива. В теплый период ТН обеспечивает холодоснабжение здания.



Внешний вид здания прокуратуры

За апрель 2015 г. в режиме отопления затрачено 2161 кВт*ч электроэнергии, получено 6104 кВт*ч тепла, COP = 2,82. За июнь 2015 г. в режиме охлаждения затрачено 3423 кВт*ч, электроэнергии, получено 12713 кВт*ч холода, COP = 3,71.

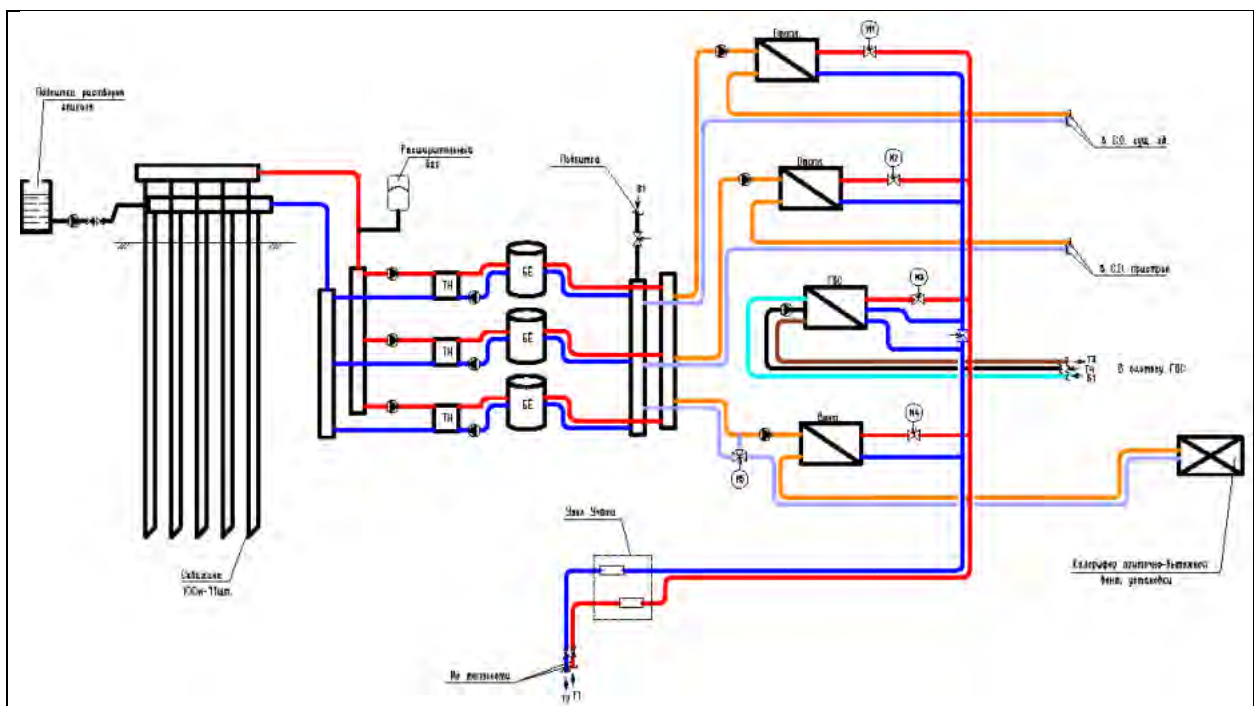


Схема тепло- и холодоснабжения административного здания

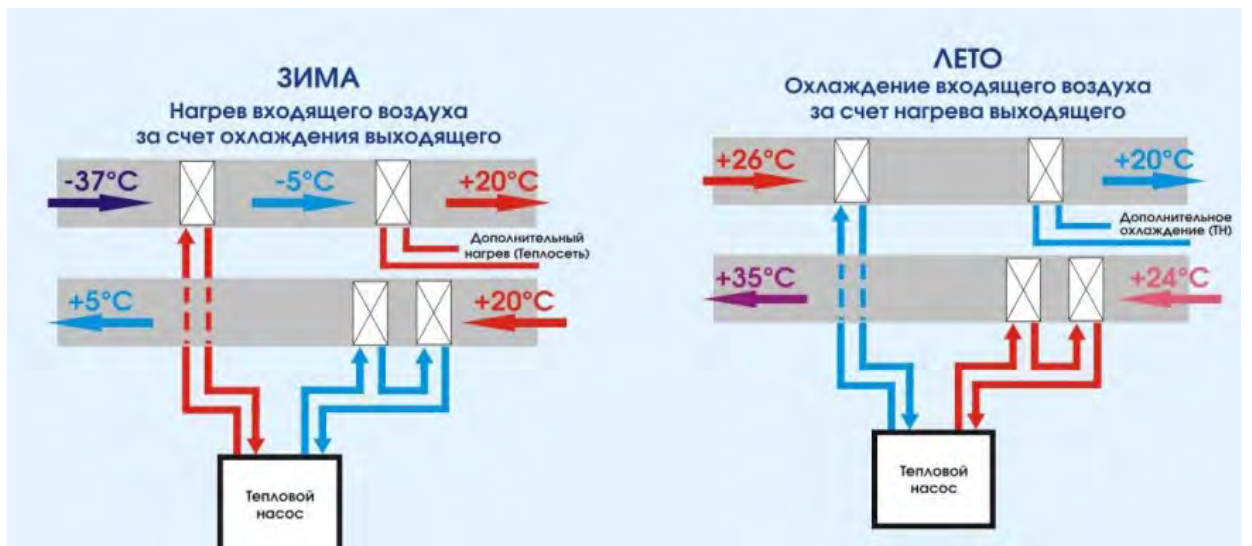


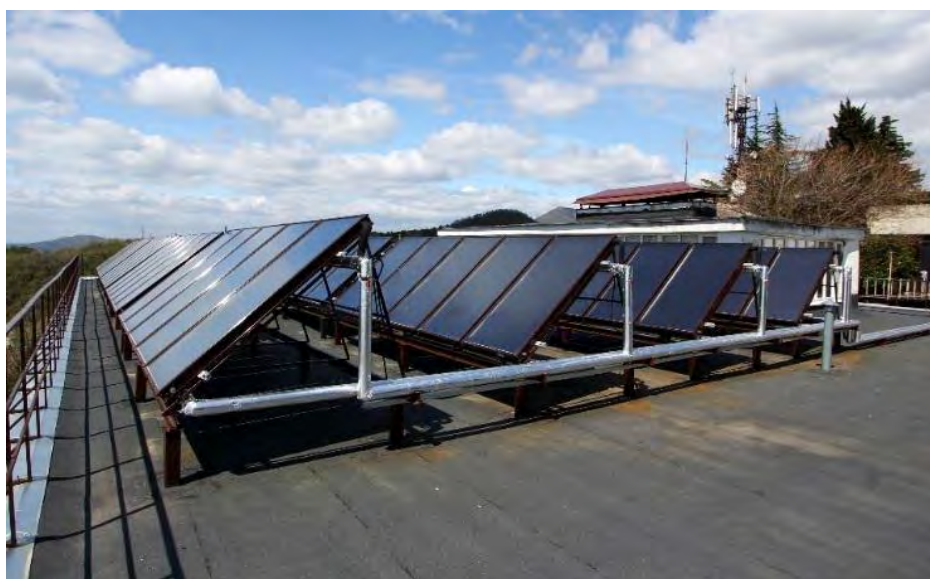
Схема приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла с помощью ТНУ

5. Детский лагерь ОАО «РЖД» (г. Дедеркой, Краснодарский край)

ГВС детского лагеря ОАО «РЖД» в г. Дедеркое Краснодарского края осуществлялось от устаревшей котельной на дизельном топливе. Вместо котельной используются плоские солнечные коллекторы и бойлеры из нержавеющей стали. В итоге детский лагерь полностью обеспечивается горячей водой от Солнца.



Гелиополе



Солнечные коллекторы

Площадь установленного гелиополя – 240 кв. м. Это 120 шт. солнечных коллекторов ЯSolar с суммарной мощностью до 180 кВт.

Солнечные коллекторы нагревают горячую воду в 4 бойлерах объемом 3000 литров каждый. Горячей воды хватает для 900 детей, 150 человек обслуживающего персонала и потребление столовой.

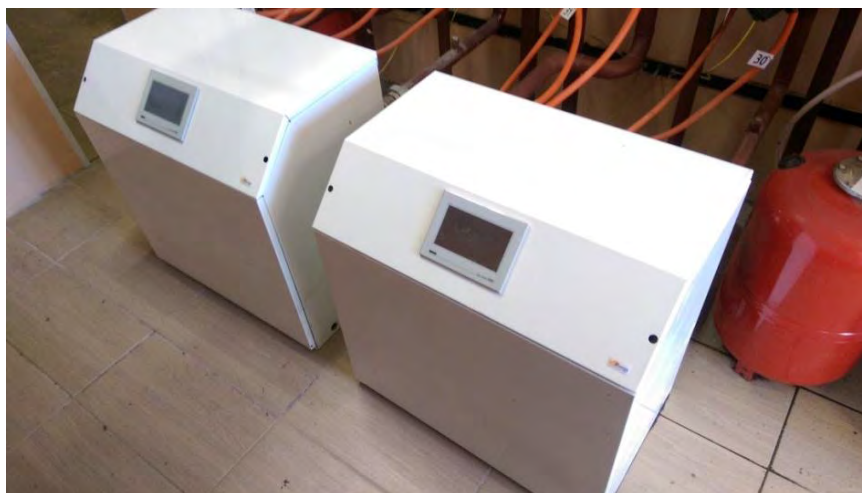
Были применены уникальные инженерные решения: «горячий» резерв насоса, автоматическая система утилизации тепла и другие. Гарантия на оборудование – 5 лет.

Затраты. Бюджет проекта – 7,9 млн рублей. Расчетный период окупаемости проекта – 4 года.

6. Общественная баня (пос. Дзержинского, Ленинградская обл.)

Общественная баня в пос. Дзержинского Ленинградской области снабжалась тепловой энергией от централизованной системы теплоснабжения. Из-за высокой степени изношенности тепловой сети и высоких тарифов на теплоснабжение было принято решение о переходе на альтернативный источник теплоснабжения.

Были установлены геотермальные ТНУ с вертикальными зондами и драйкулером. Организована работа систем отопления и ГВС от двух источников низкопотенциальной энергии: грунт и воздух.



Теплонасосные установки

Установленное оборудование:

- тепловой насос ТМЕ (Россия) GHP-20 (тепловая мощность 20 кВт) – 2 шт.;
- бак-водонагреватель 1000 л. – 2 шт.;
- теплообменник ГВС 40 кВт;
- буферный бак 500 л;
- ТЭН для ГВС 6 кВт;
- ТЭН для отопления 6 кВт;
- драйкулер 40 кВт;
- низкотемпературные радиаторы;
- насосы циркуляционные (все насосы зарезервированы);
- геотермальный зонд 100 м – 7 шт.

Уникальность данному проекту придает использование двух источников низкопотенциальной энергии, а именно: грунт (7 вертикальных геотермальных зондов по 100 метров) и воздух (драйкулер).

На стадии разработки технического решения на основании расчетов и аналитической работы было выявлено, что из-за большой и круглогодичной нагрузки на систему ГВС объем буровых работ доходил до 1400 метров.

Использование драйкулера в геотермальном контуре позволило сократить объем бурения до 700 метров, гарантированно исключить замораживание скважин и сократить первоначальные затраты.

Затраты. Капитальные затраты проекта – 5,19 млн рублей. Расчетный срок окупаемости проекта – 5 лет.

7. Административное здание на станции канализационных очистных сооружений (г. Приозерск, Ленинградская область)

Для снижения затрат на теплоснабжение административного здания площадью 1200 м² на станции канализационных очистных сооружений в г. Приозерске Ленинградской области применен геотермальный тепловой насос с теплообменником из нержавеющей стали, помещенный в сточные воды.



Теплообменник ТНУ

Установленное оборудование:

- тепловой насос ТМЕ (Россия) GHP-68S (теплопроизводительность 68 кВт) – 1 шт.;
- буферный бак 500 л;
- электродкотел 70 кВт;
- теплообменник сточных вод;
- теплотрасса 260 метров к теплообменнику сточных вод;
- насосы циркуляционные (все насосы зарезервированы);
- низкотемпературные радиаторы.

Источником тепла в данной системе являются сточные воды, температура которых круглогодично составляет +12 °С и выше. Благодаря высокой температуре сточных вод, теплонасосная установка работает на 20 % эффективнее, чем классическая схема с геотермальными источниками тепла.

В сточные воды погружен теплообменник из нержавеющей стали, который обеспечивает отбор тепла. Теплообменник спроектирован и изготовлен на основании анализа химического состава воды, расчета скорости потока в накопительной емкости сточных вод и особенностей монтажа.

На данном объекте предусмотрено резервирование циркуляционных насосов с возможностью ротации и автоматическим переключением на резервные. Щит управления подключен к контроллеру теплового насоса и передает всю информацию по основным параметрам работы теплового пункта (температуры, аварии, параметры электроснабжения). Кроме того, контроллер имеет возможность передачи данных на диспетчерский пульт или удаленный сервер.

Данная система показала низкое энергопотребление, что позволило сократить затраты на отопление в 4,5 раза.

Затраты. Капитальные затраты проекта – 7,19 млн рублей. Расчетный срок окупаемости проекта – 6,5 лет.

8. Административное здание на станции канализационных очистных сооружений (п. Лесколово, Ленинградская область)

Для снижения затрат на теплоснабжение административного здания площадью 400 м² на станции канализационных очистных сооружений в п. Лесколово Ленинградской области применен геотермальный тепловой насос с теплообменником из нержавеющей стали, помещенный в сточные воды.



Теплонасосная установка

Установленное оборудование:

- тепловой насос ТМЕ (Россия) GHP-40S (теплопроизводительностью. 40 кВт) – 1 шт.;
- буферный бак 300 л;
- электродкотел 35 кВт;
- теплообменник сточных вод;
- насосы циркуляционные (все насосы зарезервированы);
- тепловентильаторы – 2 шт.;
- низкотемпературные радиаторы.

В 2018 году запущен в эксплуатацию тепловой пункт на базе теплового насос ТМЕ (Россия) GHP-40S, который работает на тепле сточных вод, в п. Лесколово на станции канализационных очистных сооружений. Для отбора низкопотенциальной энергии от стоков используется специальный теплообменник, выполненный из кислотостойкой нержавеющей стали. Тепловой пункт полностью автоматизирован и работает по погодозависимому графику, что позволяет дополнительно снизить эксплуатационные затраты. В качестве доводчиков тепла используются низкотемпературные радиаторы для офисных помещений и тепловентильаторы для машинного зала.

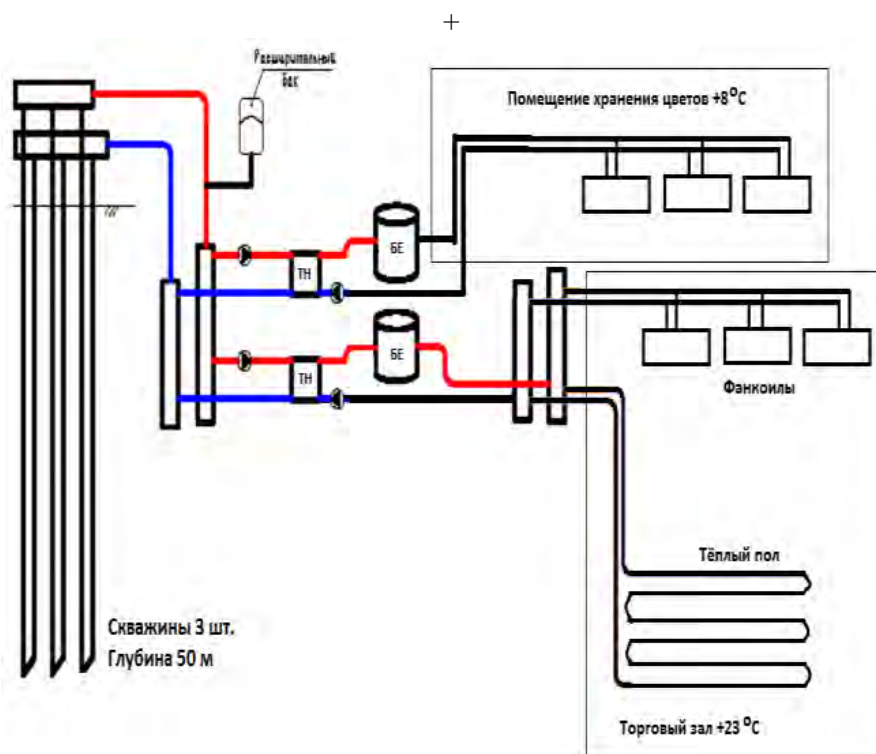
Затраты. Капитальные затраты проекта – 5,48 млн рублей. Расчетный срок окупаемости проекта – 6,9 лет.

9. Тепло-холодоснабжение павильона «Цветы» (коммерческое здание), Улан-Удэ, Республика Бурятия

Основной проблемой тепло-холодоснабжения здания является обеспечение отличающихся температурно-влажностных режимов в разных зонах.



Здание павильона «Цветы»



В 2015 году был выполнен монтаж системы тепло- и холодоснабжения павильона «Цветы» – объект ВИЭ, где организованы две зоны с разными температурами. Помещение хранения цветов охлаждается постоянно до температуры 8–10 °С (фанкойлы), торговый зал зимой отапливается, а летом охлаждается, средняя температура – 20–25 °С (теплый пол и фанкойлы).

Удельный расход электроэнергии на 1 м²/год по сравнению с аналогичными павильонами без ТН оказался в четыре раза меньше.

10. Гостиница в г. Менделеевске (Республика Татарстан)

Для снижения затрат на приготовление горячей воды в системе ГВС гостиницы применяются солнечные коллекторы, установленные на крыше здания.



Здание гостиницы



Бойлер ГВС

Для нагрева воды используются промежуточный бойлер 300 л и 3 плоских солнечных коллектора российского производства.

Принцип работы – в существующую систему горячего водоснабжения от электроводонагревателей вместо подачи в них холодной воды подается вода от солнечного водонагревателя, что позволяет значительно снизить затраты на электроэнергию.

Затраты составили в 2015 году около 350 тыс. рублей.

11. Логистический комплекс (г. Ростов-на-Дону)

Для снижения затрат на приготовление горячей воды в системе ГВС применяются солнечные коллекторы.



Гелиополе

Площадь установленного гелиополя составляет 160 кв. м и включает 80 солнечных коллекторов ЯSolar с суммарной мощностью до 120 кВт. Солнечные коллекторы нагревают горячую воду через пластинчатый теплообменник. Горячая вода используется на санитарно-бытовые нужды комплекса в дневной период.

Затраты. Бюджет проекта – 4,1 млн рублей. Расчетный период окупаемости проекта – 5 лет.

12. База отдыха «Чайка», г. Анапа, Краснодарский край

На базе отдыха «Чайка», г. Анапа, Краснодарский край, для обеспечения горячего водоснабжения, поддержки отопления и охлаждения подсобных помещений установлена гелиосистема.



Солнечные коллекторы на крыше здания

На объекте установлено следующее оборудование:

- плоские солнечные коллекторы «АльтЭнергия» – 24 шт.,
- бойлеры «СТанк»: 1 т – 2 шт.; 5 т – 1 шт.,
- контроллер (Китай) – 1 шт.,
- насосная станция 2-трубная (Италия) – 1 шт.,
- источник бесперебойного питания «Эксморк» 600 Вт, 12 В – 1 шт.,
- аккумуляторная батарея 180 А·ч – 1 шт.,
- система отопления/охлаждения – фанкойлы, 8 шт.

В летний период гелиосистема выдает ГВС в нужном объеме для круглосуточно проживающих 80–90 человек (2500 литров).

В межсезонье гелиосистема обеспечивает нагрев ГВС в объеме 500 л и осуществляет поддержку отопления в здании, где постоянно проживает обслуживающий персонал.

Электроснабжение базы отдыха осуществляется от двух трансформаторов. В межсезонье один из трансформаторов отключается (по заявлению потребителя) и не оплачиваются потери электроэнергии, а это существенные денежные средства, которые ежемесячно составляют 15–18 тыс. руб. Только на отключении этого трансформатора заказчик экономит около 140 тыс. руб. в год.

Имеется основной источник тепла на время отсутствия солнечной активности – электрический бойлер мощностью 6 кВт, что вполне достаточно для обеспечения объекта теплом в период слабой инсоляции (декабрь – январь).

В период с февраля по апрель гелиосистема практически полностью обеспечивает теплоснабжение и ГВС и электрическая энергия практически не тратится.

Затраты

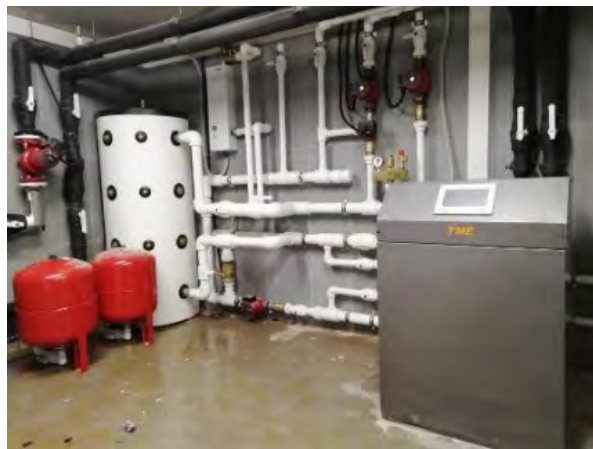
При общих затратах примерно в 1,5 млн руб. и экономии, полученной от гелиосистемы в 540 тыс. руб. по году эксплуатации, окупаемость составляет менее трех лет.

13. Ансамбль Дома отдыха «Плѐс», реставрация исторически значимого объекта 1920 г., (Ивановская область, г. Плѐс)

Для обеспечения зданий дома отдыха площадью 400 м² отоплением и ГВС используется геотермальная теплонасосная установка (ТНУ) с вертикальными геотермальными зондами.



Здание дома отдыха



Теплонасосная установка

В здании, входящем в ансамбль дома отдыха «Плѐс» 1920 года постройки, в 2017 году установлен тепловой насос ТМЕ (Россия) GHP-15S. Тепловой насос решает задачи отопления, кондиционирования и приготовления горячей воды. Тепловой насос был выбран как оптимальный способ отопления из доступных вариантов из-за низких эксплуатационных затрат.

Затраты. Капитальные затраты проекта – 1,4 млн рублей. Расчетный срок окупаемости проекта – 3,7 года.

14. Здание магазина (р.п. Сузун, Новосибирская область)

Вновь возведенное здание площадью 600 м², предназначенное для аренды под небольшой супермаркет. Здание построено по технологии монолитного литья с добавлением в раствор древесных опилок, с утеплением по фасаду 100 мм экструдированным пенополистиролом.

Внутренняя система отопления здания – водяные теплые полы из металлопластиковых труб с шагом укладки не более 100 мм.

В качестве отопительных агрегатов установлен каскад из трех тепловых насосов Экомер-ЭКО 12 Inverter суммарной мощностью 36 кВт.

Каждый тепловой насос имеет собственный геоконтур прямого кипения, который представляет из себя комплекс из 24 медных коаксиальных зондов, собранных в единый коллектор. Суммарная протяженность геоконтура всего каскада – 1050 м.

Система снабжена функцией удаленного инженерного мониторинга.

Весь комплекс работ, включая бурение и запуск оборудования, выполнен монтажной бригадой из двух человек за 10 рабочих дней без привлечения спецтехники.



Внешний вид здания



Теплонасосная установка

Затраты. Затраты на установку тепловых насосов – 1,9 млн руб. Расчетный период окупаемости – 5–6 лет.

15. Офисное здание (Ильинское ш., Московская область)

Офисное здание ООО «Логрус Экспедиция» площадью 1200 м², расположенное на Ильинском шоссе в Московской области, не подключено к системе централизованного теплоснабжения.



Теплонасосные установки

Для обеспечения теплоснабжения здания в 2015 году установлены тепловые насосы (вода/вода) КОРСА (55 кВт и 35 кВт), которые обеспечивают отопление (теплые полы), вентиляцию и ГВС. Вода ГВС подогревается газовым котлом.

Затраты. Стоимость теплового пункта – 3 млн руб.

16. Гостиничный комплекс «ГАММА» (п. Ольгинка, Туапсинский р-н, Краснодарский край)

В августе 2008 г. завершено строительство 4-звездочного комплекса гостиницы «ГАММА». Общая площадь зданий комплекса составляет 1500 кв. м и включает холлы, крытый бассейн, SPA-центр, тренажерный зал, мини-бары, рестораны, конгресс-центр единовременной вместимостью 700 мест, боулинг, номерной фонд «люкс-класса». Зона семейного отдыха: пять отдельно стоящих спальных корпусов общей вместимостью 150 номеров общей площадью 7 400 кв. м.



Гостиничный комплекс



Теплонасосные установки

Для обеспечения теплоснабжения комплекса зданий спроектирован и запущен в эксплуатацию энергоцентр с использованием технологии «теплового насоса» общей тепловой мощностью 1,0 МВт, которая позволила решить вопросы отопления, горячего водоснабжения (ГВС) и кондиционирования гостиницы отдельно стоящих пятиэтажных спальных корпусов (S=7 400 кв. м, 150 номеров), в зоне семейного отдыха, без подвода газовой магистрали.

В энергоцентре комплекса «Гамма» установлены 8 тепловых насосов, фирмы «RHOSS» (Италия) общей тепловой мощностью 1,0 МВт, работающих по независимой друг от друга схеме, обеспечивая отоплением, кондиционированием и горячим водоснабжением все помещения инфраструктуры отеля «Гамма» (S=13 000 кв. м) и 5 отдельно стоящих спальных корпусов (S=7 400 кв. м).

Все оборудование энергоцентра размещено на площади около 50 кв. м. Основным источником низкопотенциального тепла служит тепло грунтовой воды (система съема тепла состоит из двух скважин, расположенных в зоне высотного здания). Резервным источником низкопотенциального тепла является окружающий воздух (система съема состоит из 8 драйкулеров, расположенных на крыше теплового пункта).

Подача тепла/холода в помещения комплекса осуществляется посредством системы водяных фанкойлов, горячей воды – системой трубопроводов. Система тепловых насосных установок проектировалась для работы со средним КОП = 5,0 (по паспорту), но т. к. в проекте были применены аккумуляторы тепла/холода, а также в «летний» период работы использовался режим «пассивного» кондиционирования, т. е. без включения в работу ТНУ (при небольших суточных тепловых нагрузках – утро, вечер), то это позволило существенно сократить потребление электроэнергии и получить фактический среднегодовой коэффициент эффективности работы установки порядка 11–13, т. е. для потребления объектом 1000 кВт*ч тепловой/холодильной энергии затрачивалось 75–90 кВт*ч сетевой электроэнергии.

Затраты. Стоимость строительства энергоцентра составила 18 млн руб. За время эксплуатации энергоцентра, построенного на базе «тепловых насосов», энергозатраты комплекса только по электричеству снизились в 15 раз.

Окупаемость проекта составила 3 года относительно решения с электродотельной и чиллером.

17. Гостиница «Парк Отель» (г. Краснодар)

В сентябре 2012 года сдана в эксплуатацию гостиница «Парк Отель», г. Краснодар (Центральный район). Из-за высокой стоимости подключения к централизованным системам газо- и теплоснабжения для теплоснабжения здания была спроектирована и установлена система теплообеспечения с теплонасосной установкой.



Здание гостиницы

Установлена теплонасосная установка «вода–вода» из 5 агрегатов фирмы «Mammoth» общей тепловой мощностью 330 кВт, которая обеспечивает отопление, кондиционирование, ГВС, контрастные бассейны SPA-комплекса (подогрев/охлаждение).

Источник низкопотенциального тепла – грунтовая вода из скважин.

Затраты. Стоимость строительства составила 1,1 млн руб. Срок окупаемости составил 3 года относительно решения с городской теплосетью и установкой мультizonальных VRV- систем.

18. Частная стоматологическая клиника в жилом многоэтажном доме (г. Сочи)

Частная стоматологическая клиника площадью 90 кв. м. расположена в жилом многоэтажном доме. Из-за высокой стоимости обеспечения клиники централизованным теплоснабжением было принято решение об использовании альтернативного источника теплоснабжения – теплонасосной установки.



Здание клиники



Теплонасосная установка

Установлен тепловой насос «Mammoth» MAC 12H, «воздух-вода», схема EVI, тепловая мощность 12 кВт.

Функции: отопление/кондиционирование (напольные фанкойлы, приточно-вытяжная установка системы вентиляции), горячее водоснабжение с температурой воды до +90 °С посредством догрева электробойлером.

Установка теплового насоса решила вопросы при отсутствии в доме центрального кондиционирования и наличия высоких платежей за центральное теплоснабжение.

Затраты на установку теплонасосной установки «под ключ» составилИ 450 тыс. руб. Срок окупаемости составил 2 года.

19. Многофункциональный центр «РОССТРО» (г. Кингисепп)

Из-за высокой стоимости подключения к системе централизованного обеспечения природным газом здание многофункционального центра площадью 2500 кв. м было оснащено системой теплоснабжения с теплонасосной установкой.



Общий вид здания



Теплонасосная установка



Сухие градирни

Состав оборудования:

- тепловые насосы мощностью 120 кВт с геотермальным скважинным контуром (2400 погонных метров);
- буферный бак 500 л – 2 шт.;
- бак косвенного нагрева ГВС 750 л – 2 шт.;
- сухие градирни для подогрева теплоносителя внешнего контура;
- реле времени для программирования режимов вкл./отключения градирен;
- кассетные фанкойлы в помещении ресторана.

20. Объекты Дирекции по эксплуатации зданий и сооружений ПАО «РЖД»

Для снижения эксплуатационных затрат на отопление вокзалов и других помещений в 2013 и 2014 годах ПАО «РЖД» реализована комплексная программа внедрения тепловых насосов на объектах Дирекции по эксплуатации зданий и сооружений. В рамках программы был закрыт ряд устаревших угольных котельных. Ниже приведен ряд примеров реализации программы.

1. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-24kW (Швеция) типа «грунт-вода» на посту ЭЦ ст. Зеленоградск

Эффекты:

- годовая экономия угля – 20,3 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,795 млн руб./год.



Здание поста



Теплонасосная установка

2. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-17kW (Швеция) типа «грунт-вода» на посту ЭЦ ст. Пионерский курорт.

Эффекты:

- годовая экономия угля – 15,6 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,683 млн руб./год.



Здание поста



Теплонасосная установка

3. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-24kW (Швеция) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Полесск.

Эффекты:

- годовая экономия угля – 30,8 т;
- сокращение персонала – 3 кочегара;
- экономический эффект – 0,677 млн руб./год.



Здание вокзала



Теплонасосная установка



Щит управления

4. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-30kW (Швеция) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Гвардейск.

Эффекты:

- годовая экономия угля – 29,7 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,483 млн руб./год.



Здание вокзала



Зал вокзала



Теплонасосная установка

5. Внедрение тепловых насосов Viessmann Vitocal 300 G (Германия) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Междуречье

Эффекты:

- годовая экономия угля – 43,6 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,857 млн руб./год.



Здание вокзала



Теплонасосные установки



Тепловой пункт

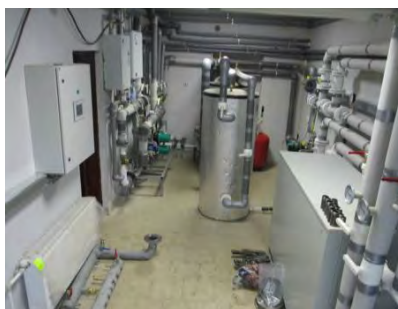
6. Внедрение тепловых насосов EKWD021 CRDV(Китай) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Большаково

Эффекты:

- годовая экономия угля – 42,1 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,862 млн руб./год.



Здание станции



Тепловой пункт



Теплонасосные установки

7. Внедрение тепловых насосов Zubodan (Япония) типа «воздух-вода» на вокзале ст. Железнодорожный

Эффекты:

- годовая экономия угля – 32,3 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,75 млн руб./год.



Здание станции



Теплонасосные установки



Тепловой пункт

8. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-30kW (Швеция) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Знаменск

Эффекты:

- годовая экономия угля – 32,3 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,75 млн руб./год.



Здание вокзала



Геотермальные скважины



ТНУ

9. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-17kW (Швеция) типа «грунт-вода» на посту ЭЦ ст. Владимир

Эффекты:

- годовая экономия угля – 26,9 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,45 млн руб./год.



Геотермальные скважины



Теплонасосные установки



Щит управления

10. Внедрение тепловых насосов Nibe Fighter 1345-30kW (Швеция) типа «грунт-вода» на вокзале ст. Гусев

Эффекты:

- годовая экономия угля – 50,6 т;
- сокращение персонала – 4 кочегара;
- экономический эффект – 0,84 млн руб./год.



Здание вокзала



Тепловой пункт



Теплонасосные установки

21. Музей-усадьба дворян Леонтьевых (Ярославская область, Ростовский район, с. Воронино)

Музей-усадьба дворян Леонтьевых в селе Воронино Ростовского района Ярославской области представляет собой комплекс зданий постройки XVIII века. В районе расположения усадьбы отсутствует система централизованного теплоснабжения. Район не газифицирован.



Общий вид музея-усадьбы



План музея-усадьбы

1. Основное здание: господский дом - 1200 кв. метров (музей истории семьи Леонтьевых)



Основное здание



Тепловой пункт

Отопление здания осуществляется двумя геотермальными тепловыми насосами КОРСА 50 (на поршневых компрессорах). Система отопления – настенные радиаторы и теплый пол.

Источник низкопотенциального тепла – 32 U-образных зонда по 50 м глубиной.

В летний период один тепловой насос, получая низкопотенциальное тепло от воздушного теплообменника, расположенного на улице (драйкулера), прогревает подвальные помещения, производит предварительный подогрев холодной воды для ГВС, при этом излишки тепла направляет в охлажденный за отопительный сезон геотермальный контур.



ТНУ и щиты управления



Теплообменник ТНУ

2. Малый гостевой дом: 450 кв. м – 10 номеров



Малый гостевой дом



ТНУ и щиты управления

Для отопления здания используются два высокотемпературных тепловых насоса КОРСА 10В и КОРСА 30В, работающих на один буферный тепловой аккумулятор. Система отопления – радиаторы и теплый пол.

Источник низкопотенциального тепла – 16 геозондов по 50 м.

3. Большой гостевой дом 650 кв. м (19 номеров, ресторан)



Большой гостевой дом



Схема теплового пункта

Тепловой пункт здания включает два тепловых насоса КОРСА 30В. Геотермальное поле – 30 геозондов по 50 м. Система отопления – радиаторы и теплый пол.

Затраты. Общая стоимость трех тепловых пунктов зданий усадьбы составила 9 млн руб. Работы проводились с 2010 по 2012 гг. параллельно со строительством и реконструкцией зданий. В результате применения тепловых насосов вместо электродотлов экономия только на подключении электрической мощности составила около 1,5 млн рублей. Среднегодовая экономия по сравнению с предполагаемым ранее электрическим отоплением составляет свыше 1 млн руб./год (ежегодные затраты – около 450 тыс. руб.).

5.6 Примеры использования ВИЭ для теплоснабжения объектов сельскохозяйственного назначения

1. Крестьянско-фермерское хозяйство (г. Анапа)

Крестьянско-фермерское хозяйство в г. Анапа полностью автономно по электро- и теплоснабжению. Отсутствует подключение к внешним сетям. Солнечная электростанция обеспечивает круглогодичное электроснабжение.



Солнечные панели

Для энергоснабжения объектов хозяйства используется следующее оборудование:

- солнечные панели – микроморфные, Pramac (Швейцария) номинальной мощностью 3,125 кВт,
- контроллер – российский, профессиональная серия,
- инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 6 кВт, пиковая – 9 кВт,
- аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 48 В × 400 А·ч,
- система мониторинга – встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления,
- твердотопливный котел с пеллетной горелкой 25 кВт – российского производства.

Затраты. Ориентировочные затраты 450 тыс. рублей.

6 Текущая ситуация и перспективы развития ВИЭ и ВЭР для теплоснабжения в России

Приведенные примеры использования ВИЭ и ВЭР показывают, что для целей теплоснабжения в коммунально-бытовом секторе Российской Федерации в разной степени используются практически все известные ВИЭ и ВЭР. Количество и виды установок ВИЭ и ВЭР варьируется от региона к региону и зависят от многих факторов: климатических условий, наличия или отсутствия доступных и дешевых традиционных источников энергии (например, природного газа) и других условий.

Практически все приведенные примеры относятся к использованию ВИЭ и ВЭР в децентрализованных системах теплоснабжения (местных или индивидуальных). Примеры использования ВИЭ в централизованных системах теплоснабжения ограничиваются применением различных видов биотоплива на районных котельных небольшой мощности.

Биотопливо

Для теплоснабжения в России используются в основном следующие виды биомассы: дрова, отходы древесины и сельскохозяйственного производства. Согласно Стратегии развития лесного комплекса (распоряжение Правительства РФ от 11 февраля 2021 года № 312-Р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2023 г.») в 2019 году в стране было заготовлено 14 млн плотных кубометров дров, что эквивалентно 29 тыс. ГВт•ч/год тепловой энергии. Из общего количества отходов лесозаготовки (23 млн т) и деревопереработки (20 млн т) для использования в теплоснабжении актуальны топливная щепа, топливные брикеты и пеллеты (топливные гранулы) [19].

Топливная щепа в России пока не получила широкого применения. Производством топливных брикетов в 2019 году в России занимались 280 предприятий с годовым объемом производства 450 тыс. т при внутреннем потреблении 230 тыс. т [14], что эквивалентно 748 ГВт•ч/год. Пеллеты (топливные гранулы) в 2019 году в России производились на 300 заводах в объеме 1,9 млн т (в 2020 году – 2,2 млн т [12]) при внутреннем потреблении не более 5 %. Общее годовое количество тепловой энергии пеллет оценивается в 88 ГВт•ч/год. Таким образом, суммарное количество тепловой энергии при сжигании дров, топливных брикетов и пеллет в 2019 году составило 29 836 ГВт•ч/год, где доля дров – 97 %.

Крупнейшие котельные на древесных отходах работают на заводах швейцарской фирмы Swiss Kropo (пос. Ветлужный, Шарьинский р-н, Костромская обл.) мощностью 96 МВт и шведской фирмы IKEA (дер. Подберезье, Новгородская обл.) мощностью 85,5 МВт [20].

Лидером в использовании биотоплива является Архангельская область, в которой 420 котельных из 650 (37,5 %, или 1,1 ГВт установленной мощности) работают на биотопливе (дрова, древесная щепа, отходы ЛПК, топливные гранулы и брикеты), на этих котельных вырабатывается 42,8 % тепла в регионе. В соответствии с принятой в 2014 году региональной концепцией развития локального теплоснабжения к 2030 году доля тепла на биотопливе должна составить 44 %, следовательно, можно говорить о том, что строительство биотопливных котельных в регионе реализуется более быстрыми темпами, чем было запланировано.

Древесное топливо активно используется в Карелии, Вологодской, Ярославской, Костромской областях. В пос. Импилахти (Карелия) ООО «Сетлес» с 2007 года эксплуатирует котельную со сжиганием древесной коры мощностью 10 МВт с котлами финской компании «Wärtsilä». В Хабаровском крае из 400 муниципальных котельных на древесине работают 60 котельных (15 %) общей мощностью 107 МВт. [23].

Теплонасосные установки

Применение тепловых насосов с использованием низкопотенциального тепла грунта является хорошей альтернативой традиционным источникам тепловой энергии на ископаемом топливе, особенно при отсутствии централизованного газоснабжения. В разделе 6 данного пособия приведено несколько десятков примеров использования ТНУ, применяемых для теплоснабжения как общественных, так и жилых зданий. Срок окупаемости проектов по использованию ТНУ колеблется в диапазоне от 2 до 16 лет в зависимости от исходных условий и необходимой мощности.

Следует отметить, что в большинстве приведенных примеров использовались ТНУ, выпущенные за пределами Российской Федерации. В условиях отсутствия государственной поддержки в настоящее время в России не существует устойчивого рынка геотермальных тепловых насосов. Их установкой и сооружением скважин занимаются около 50 частных предприятий, а статистика их эксплуатации отсутствует. В 2021 году фирма «Термекс» (Ленинградская область, Тосно) приступила к производству геотермальных тепловых насосов мощностью до 56 кВт [23].

Солнечная энергетика

Установленная мощность гелиоустановок в 2020 году оценивалась в 70 МВт [22]. Наибольшее распространение солнечные коллекторы нашли в южных регионах Российской Федерации (Волгоградская область, Краснодарский край), а также в Алтайском крае, Республике Саха (Якутия).

Исследовательскую деятельность в области ведут Объединенный институт высоких температур (ОИВТ) РАН, лаборатория ВИЭ МГУ им. Ломоносова, Кубанский государственный аграрный университет. Проектирование гелиоустановок в основном осуществляют ООО «Энерготехнологии-Сервис» (Краснодар) и ООО «Новый Полюс» (Москва). Последнее производит солнечные коллекторы по полному технологическому циклу, в том числе абсорберы. Компания также занимается монтажом гелиоустановок. В номенклатуру этого производства входят жидкостные плоские и трубчатые вакуумные; воздушные и комбинированные солнечные коллекторы. Второй российский производитель, АО «ВПК «НПО Машиностроения», в 2020–2021 годах производил сборку жидкостных плоских солнечных коллекторов «Сокол-Эффект» из импортных комплектующих с медными и алюминиевыми абсорберами.

Перспективы развития

На рисунке 6 представлены данные об установленной мощности и выработке тепловой энергии на основе ВИЭ в России в 2020 году [23].



Рисунок 6. Установленные мощности и выработка тепловой энергии на основе ВИЭ в России в 2020 году

Несмотря на наличие положительных примеров использования ВИЭ, следует отметить значительное отставание России от стран Западной Европы и некоторых азиатских стран (Япония, Южная Корея, Китай) в развитии технологической базы и доли ВИЭ в обеспечении теплоснабжения объектов коммунально-бытового сектора (см. разделы 2.3, 5.6 данного пособия).

Рынок теплоснабжения с использованием ВИЭ практически отсутствует, отсутствует и внятная государственная политика в области государственной поддержки. Отсутствует государственная программа развития тепловой энергетики на базе ВИЭ.

Созданное в России пеллетное производство было ориентировано в основном на экспорт продукции. Цены на его продукцию неконкурентны в большинстве регионов страны. Национальные исследования по проблемам комплексного использования ВИЭ в народнохозяйственном комплексе практически не ведутся.

Целесообразность теплоснабжения объектов капитального строительства при помощи альтернативных источников тепловой энергии должна рассматриваться в схемах теплоснабжения соответствующих муниципальных образований, а также собственниками таких объектов. При этом, принимая во внимание климатические особенности субъектов Российской Федерации, для обеспечения надежности теплоснабжения целесообразно сооружать резервные источники тепловой энергии при использовании альтернативных источников тепловой энергии, однако данное решение негативно сказывается как на капитальных затратах при строительстве объекта капитального строительства, так и на эксплуатационных затратах. Данный факт также обуславливает низкое развитие альтернативного теплоснабжения в Российской Федерации.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации». Москва, 2019
2. Использование тепловых насосов для повышения энергоэффективности теплоснабжения потребителей // Журнал «Энергосовет» № 1 (6), 2010 г., http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=38
3. Васильев Г.П. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных установках // АВОК, № 2, 2003
4. Трубаев П.А., Гришко Б.М., Тепловые насосы: учеб. пособие // Белгород: Издательство БГТУ, 2010. – 143 с.
5. Закиров Д.Г., Будущее за теплонасосными технологиями // Журнал «Новости теплоснабжения» № 08 (72), 2006 г., http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2378
6. Лекция МАРХИ. Альтернативные источники энергии для энергоэффективных архитектурных объектов, <http://www.open-marhi.ru/upload/iblock/f94/5.pdf>
7. Гарнижевский Б.В. Оценка эффективности применения солнечного теплоснабжения в России. // «Теплоэнергетика» № 5, 1996
8. Global Wind Report 2021 | Global Wind Energy Council. Дата обращения: 12 августа 2021. Архивировано 11 августа 2021 года.
9. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности. <http://www.intersolar.ru/wind>.
10. А.В. Бежан. Теплоснабжение с применением ветроэнергетических установок. Энергосбережение, № 6, 2007
11. В. Г. Лайбеш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2003
12. Никольская В. Инновационная поленица. Дрова — устаревший товар или современное биотопливо? // ЛесПромИнформ, 2019. №5. С. 122–128.
13. В.А. Бутусов. Энергия биомассы в электро- и теплоснабжении России. // <https://www.c-o-k.ru/articles/energiya-biomassy-v-elektro-i-teplosnabzhenii-rossii>
14. Тамби А., Забелин А. Топливные брикеты — рынок растёт // ЛесПромИнформ, 2019. №7. С. 122–125.
15. Каким быть топливу будущего? Конгресс и выставка «Биомасса: топливо и энергия» // ЛесПромИнформ, 2021. №3. С. 116–121.
16. Рябов В.А. Питун Д.С. Водогрейные котлы для сжигания древесных отходов // Новости теплоснабжения. 2020. № 2. С. 21-24
17. Практическое пособие (актуализированная редакция) по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов (МКД) при капитальном ремонте. Москва, 2015. <https://ean.su/home/posobiya/>
18. Возобновляемая энергетика: примеры и практики реального использования. Под редакцией Е.Г. Гашо, Р.Н. Разоренова. Москва, 2019. <https://mpei.ru/personal/Lists/CadrePapers/Attachments/2997/%D0%92%D0%98%D0%AD%20%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BA%2001.12.19.pdf>
19. . Ракитова О. Каким быть топливу будущего? Конгресс и выставка «Биомасса: топливо и энергия» // Леспром. Журнал профессионалов ЛПК. 2020. № 3.
20. Карасевич В. А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // СОК. 2021. № 5. С. 56–58.
21. Карасевич В. А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // СОК. 2021. № 5. С. 56–58.
22. Бутузов В. А. Эксплуатация российских гелиоустановок // Энергосбережение. 2021. № 1. С. 64–67.
23. Бутузов В. А. Российская возобновляемая энергетика. Достижения и перспективы // АВОК, № 4, 2022

