



II КЛИМАТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ ГОРОДОВ
МОСКВА / 2018

Энерго- эффективные и автономные здания: будущее рядом

Москва - 2018

Возобновляемая энергетика: будущее рядом

Под редакцией Е.Г. Гашо и Р.Н. Разоренова

В брошюре использованы материалы

- В. Афанасьева («Аквапласт»),
- Д. Давыдова («АСВ-Инжиниринг»),
- Н. Дриги («Свояэнергия»),
- И. Москаленко («Корса»),
- А. Говорина и И. Султангузина (НИУ МЭИ),
- А. Скоробатюка («Новый полюс»),
- А. Нечаева («ТНС»)
- А. Темерова («АльтЭнергия»)
- А. Коваленко («Эко Молдова»)

<http://corsaltd.ru>

<http://www.альтэнергия.рф>

<http://www.altalgroup.com>

<http://www.alter7.ru>

<http://www.newpolus.ru>

<http://svoyaenergiya.ru>

<http://www.hp-s.ru>

Список использованных сокращений:

- ВИЭ – возобновляемые источники энергии;
- ВЭР – вторичные энергоресурсы;
- ВИТЭ – вторичный источник тепловой энергии;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- СК – солнечный коллектор;
- ТН – тепловой насос;
- ТНУ – теплонасосная установка;
- ТЭН – теплоэлектронагреватель;
- СОР – коэффициент преобразования (трансформации) теплового насоса

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ ВИЭ:	
✓ Индивидуальное строительство	5
✓ Крестьянско-фермерское хозяйство	21
✓ Административные здания и социальные объекты	23
✓ Коммерческая недвижимость	29
✓ Жилой комплекс	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
ПРИЛОЖЕНИЕ	38



ВВЕДЕНИЕ

История развития ВИЭ в СССР и России насыщена и разнообразна: от первых приливных и геотермальных электростанций к тысячам мини-ГЭС в небольших поселках и деревнях. Потребность в энергии для послевоенного восстановления и развития страны подгоняла инженерную мысль в разное время. Несмотря на широко распространенное мнение о безнадежном оставании нашей страны в развитии возобновляемой энергетики, очень многие направления ВИЭ получили развитие именно в СССР более полувека назад.

Потом наша большая страна построила протяженные ЛЭП, провела во многие города газ, и острая нужда во многих таких источниках на ВИЭ отпала. И в конце прошлого века, когда западные страны под влиянием нехватки и удорожания ресурсов активно создавали индустрию ВИЭ, новая Россия развивала то, что было под рукой. Хотя в последнее время и начался достаточно активный рост мощностей ветровых и солнечных станций, это по-прежнему не стало массовым явлением. Причин этому так много, что их перечислению и анализу пришлось бы посвятить соответствующие книги.

Время летит быстро, и жизнь не стоит на месте, меняются экономические показатели и доступность энергии, появляется новая техника, активно проявляются новые потребительские предпочтения, растет экологическое сознание людей, и возобновляемая энергетика вновь выходит на передовые позиции в информационном поле. Несмотря на малую плотность энергопотока и сезонную (дневную) изменчивость солнца, ветра, возникают ситуации, когда именно ВИЭ способны решить проблемы эффективного энергообеспечения. Это касается удаленных и труднодоступных территорий, небольших поселений с неустойчивым энергоснабжением, отсутствием надежной инфраструктуры. Напомним, что доля таких распределенных поселений на карте – свыше 75% территории России. Появляются новые гибридные схемы, включающие в себя как топливные, так и возобновляемые элементы, интегрирующие разнообразные аккумулирующие и резервирующие системы, преобразующие реакторы и топливные элементы.

В предлагаемой вашему вниманию брошюре собран опыт реализации ряда проектов, на основе возобновляемых энергоисточников в небольших и средних объектах: частных коттеджах, школах и мини-отелях, жилых и общественных зданиях в разных климатических зонах. Их всех объединяет творческая мысль поиска оптимальных решений конкретных проблем надежного и недорогого энергоснабжения и обустройства жизни людей. И таких объектов по стране – уже сотни и даже тысячи, взгляните на них.

Примеры внедрения ВИЭ: ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Объект 1, его особенности	Жилой дом с автономным энерго- снабжением п. Индустриальный (г. Краснодар)
Проблемы энергообеспечения:	Отсутствие подключения ко всем ком- муникациям
Решения и эффекты:	Комплексное решение – полностью автономное энергоснабжение дома

Описание системы энергоснабжения

Здание не подключено к коммуникациям, полностью независимо в течение пяти лет. В течение всего года дом не требует использования бензогенератора.

Установлены объекты ВИЭ:

- 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, ёмкость- 48В x 225 А/ч,
- Система мониторинга – встроенная, с опциональной возможностью дистанционного управления.
- Твердотопливный котел с пеллетной горелкой – российский, мощность 25 кВт,
- Тепловой насос – российский, мощность 6 кВт,
- Бойлеры – электрические и косвенного нагрева,
- Сплит-система.

Ветро-солнечная система с аккумуляторами **350 тыс. руб.**, котел около **100 тыс. руб.**, ТНУ **100 тыс.руб.**



Объект 2, его особенности	Индивидуальный жилой дом, отапливаемый с использованием реверсивного грунтового теплового насоса и солнечных коллекторов (Республика Бурятия)
Проблемы энергообеспечения:	Организация отопления и охлаждения частного дома
Решения и эффекты:	Обеспечение теплом дома и теплицы

Описание системы энергоснабжения

В данном случае используется реверсивный тепловой насос, в холодное время года он отапливает дом, в теплое – охлаждает. Источник тепла и холода – три скважины по 100 м.

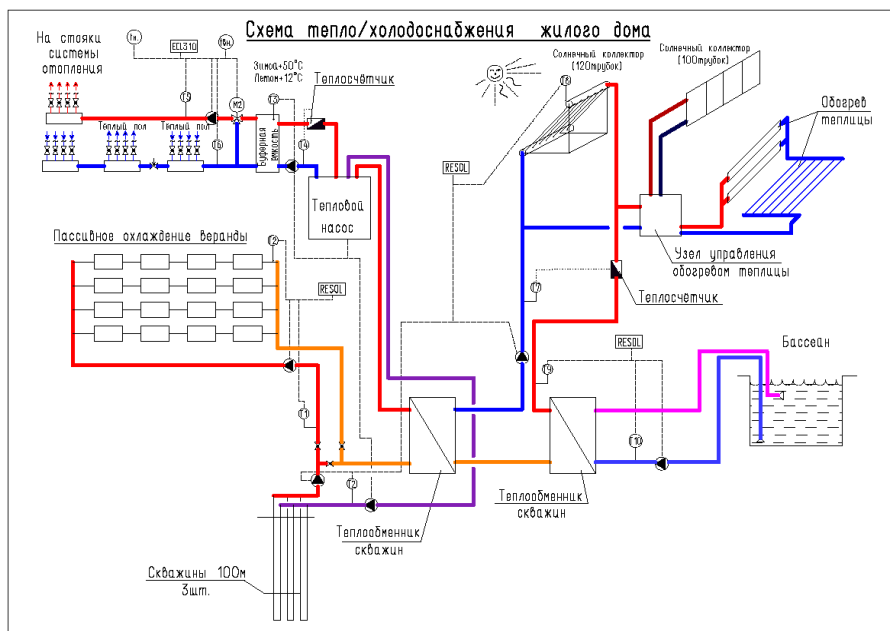
Установлены объекты ВИЭ: две группы вакуумных солнечных коллекторов (СК). На крыше дома 120 трубок и на теплице 100 трубок (итого 18 м²). У СК несколько режимов (вариантов) работы. Зимой все 220 трубок работают на подогрев низкого контура ТН и покрывают 15-17% годового потребления тепловой энергии на отопление. С середины марта месяца 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. COP ТН = 3.

При годовой потребности 60 000 кВт·ч тепла на отопление около 50% дают скважины (3шт.), 17% – коллекторы и примерно 33% потребляется электроэнергии.

Затраты составили **около 1,5 млн рублей.**





Объект 3, его особенности	Гостевой дом в частной застройке с гибридной солнечной электростанцией мощностью 45 кВт (п.Агой Краснодарского края)
Проблемы энергообеспечения:	Частые отключения электроэнергии
Решения и эффекты:	Обеспечение бесперебойного электроснабжения гостевого дома

Описание системы энергоснабжения

Солнечная электростанция обеспечивает дополнительную мощность сверх сетевых ограничений, значительный резерв на случай аварийной ситуации экономит текущее энергопотребление из сети.

Установлены объекты ВИЭ:

- Солнечные панели – китайские, поликристалл, номинальной мощностью 7,5 кВт,
- Контроллер – российский, профессиональная серия,
- Инвертор высокой мощности российский, профессиональная серия, трехфазный, гибридного типа, максимальная мощность 45 кВт, пиковая – 57 кВт,
- Аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 48В x 210 А/ч,
- Система мониторинга – встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления.

Затраты в пределах 1,2 млн руб.



Объект 4, его особенности	Дача с автономной ветро-солнечной электростанцией 4,5 кВт (п.Дивноморское Краснодарского края)
Проблемы энергообеспечения:	Отсутствие подключений к коммуникациям
Решения и эффекты:	Ветро-солнечная электростанция обеспечивает круглогодичное электроснабжение двух домов

Установлены объекты ВИЭ:

- Солнечные панели – микроморфные, Pramac (Швейцария) номинальной мощностью 3,25 кВт,
- Контроллер – российский, профессиональная серия,
- Ветрогенератор – китайский, номинальной мощностью 2 кВт,
- Инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 6 кВт, пиковая – 9 кВт,
- Аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 2 комплекта по 48В x 210 А/ч,
- Система мониторинга – дистанционная.

Затраты ориентировочно 450 тыс.руб.



Объект 5, его особенности	Деревянный жилой дом площадью 180 м² (Московская область)
Проблемы энергообеспечения:	Ошибки при работе геотермального тепло- вого насоса для отопления жилого дома
Решения и эффекты:	Замена теплового насоса и обвязки, ис- пользование солнечной панели, нормали- зация работы системы отопления и ГВС. Обеспечение тепловой энергией жилого дома, теплицы и бассейна

Описание системы энергоснабжения

Этот дом является хорошим примером того, как по-разному можно внедрять тепловой насос как объект ВИЭ. Первый вариант был не вполне удачный и тепловой насос пришлось заменить, а обвязку переделать. Второй вариант получился успешным и оборудование уже 3-ий сезон работает без проблем.



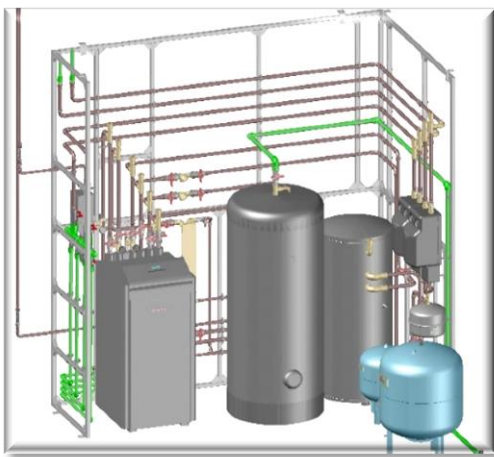
Необходимо было разобраться с постоянными ошибками при работе теплового насоса. Он все еще поддерживал заданную температуру в доме, но ошибок с каждым днем становилось все больше и больше. Была найдена неисправность терморегулятора, попытки его регулировать ни к чему не привели. И еще возникло подозрение на неисправность компрессора – он работал в постоянном перегреве.

Такая ситуация была предсказуема, так как на объекте было допущено несколько существенных ошибок. На первом месте идет нехватка мощности геотермального контура. За 3 года работы температура в скважинах упала до -5 °С. Переход через 0 °С только усугубляет ситуацию и снижает теплопроводность грунта. Вторым недостатком был неправильный подбор косвенного бака для приготовления горячей воды. Для теплового насоса на 10 кВт не хватало длины змеевика теплообменника, чтобы передать тепло к воде.

При работе через несколько лет образовывался осадок и накипь, что приводило к перегреву теплового насоса и постоянным ошибкам при приготовлении горячей воды. Обвязка всей этой системы тоже оставляла желать лучшего.

Заказчик взвесил все «за» и «против» и принял решение поменять все. Для деревянного дома, площадью 180 м² было предложено установить более мощный тепловой насос производства Stiebel Eltron WPF 13 new S номинальной мощностью 13 кВт. Выбор однофазного теплового насоса был продиктован проблемами с трёхфазным напряжением (оно было нестабильным и с большим перекосом. Для комфортного использования горячей воды была предложена увеличенная ёмкость на 400 л. Это позволяло пользоваться горячей водой с большим комфортом и уйти от аварийного перегрева теплового насоса при работе в режиме ГВС.

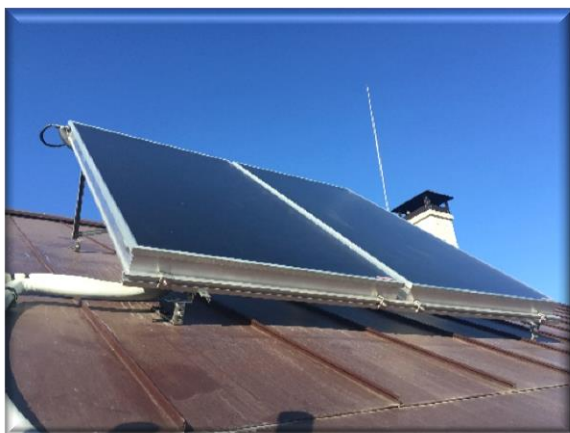
Помещение было достаточно маленьким для размещения такого оборудования, и пришлось делать подробный проект с прорисовкой всех деталей и узлов в 3D. Попробовали несколько вариантов размещения оборудования перед тем как найти единственно верный, который позволил все уместить и обеспечить максимально комфортный доступ для обслуживания.



В результате заказчик получил систему геотермального отопления дома, на тепловом насосе Stiebel Eltron WPF13 new S, который имеет номинальную тепловую мощность 13 кВт от компрессора и встроенный электрический ТЭН для покрытия пиковых нагрузок на систему отопления и горячего водоснабжения. Система отопления осталась прежней: радиаторы на первом и втором этажах с буферной емкостью на 200 л.

Горячая вода в новой системе готовилась в бойлере косвенного нагрева объемом 400 л. Этот бойлер первым контуром был подключен к тепловому насосу, а вторым – к солнечным коллекторам, которые установлены на крыше. Их суммарная площадь поглощения составляет 5 м². В обычном режиме солнце подогревает горячую воду, после достижения заданной температуры переключается на геотермальные скважины. Если при этом работает компрессор теплового насоса, то через промежуточный теплообменник солнце подогревает источник тепла на входе в тепловой насос. Если компрессор выключен, то контроллер солнечных коллекторов запускает циркуляционный насос геотермального поля и утилизирует избыточное тепло в скважины. Коэффициент трансформации составил 3,1-3,2.

Суммарная длина геотермальных скважин составляет 300 м. Этого недостаточно для дома в 180 м². Но при поддержке солнечного коллектора даже более мощный тепловой насос перестал понижать температуру грунта и сейчас к концу отопительного сезона она держится на уровне -2 — 4°C. Затраты на установку бойлера, теплового насоса и солнечных коллекторов с автоматикой составили **около 800 тыс. руб.** и при существующих ценах на электроэнергию окупятся в среднем за 6,5-7,5 лет.



Объект 6, его особенности	Энергоэффективная мини-гостиница (3 этажа) с магазином и офисом (г. Анапа)
Проблемы энергообеспечения:	Минимальное потребление от внешних сетей
Решения и эффекты:	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

Описание системы энергоснабжения

Объекты ВИЭ

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.

Пассивная система охлаждения обеспечивает охлаждения данного здания без кондиционеров, т.е. холод мы не вырабатываем, а перемещаем из-под земли. На работу данной системы потребляется всего 300 Вт. Прогоняя холодную воду через фанкойлы, мы передаем хладагент в помещения гостиницы. Низкотемпературная система отопления (через систему фанкойлов) с получением теплой воды (30-40 °С).

Таким образом, одна система выполняет две задачи: охлаждение и отопление, что позволяет существенно экономить на монтаже, содержании, на энергопотреблении.

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

Также на объекте применены теплосберегающие изоляционные материалы и остекление. Добавлены дополнительные усовершенствованные элементы в гибридный солнечный коллектор, что позволило:

- увеличить температуру и количество ГВС до 55 °С и 800 л.
- увеличить мощность воздушного отопления, что полностью решило проблему поддержки плюсовой температуры на 3 этаже здания.
- уменьшить затраты на содержание объекта на 30 % по году эксплуатации.

Было пристроено помещение офиса 55 кв. м компании «АльтЭнергия», в котором наглядно демонстрируются все существующие на объекте решения. И эти 55 кв. м подключены к общим коммуникациям здания, а, следовательно, эксплуатационная площадь увеличилась, но при этом затратная часть уменьшилась. В итоге получилось уменьшить электропотребление на объекте с 35 кВт·ч расчетных на 4-5 кВт·ч в реальности. И имеется возможность для дальнейшего уменьшения потребления и перехода объекта в энергопозитивный режим существования.

Бюджет проекта – около 5-5,5 млн руб., (от физ. лица). Расчетный период окупаемости проекта: 3-3,5 года.

Результаты проекта: минимальное потребления от внешних сетей, собственное потребление 15-20 Вт на 1 кв. м, что на 10-12 % лучше по сравнению с прошлым годом. Планируется переход на автономное существование, без присоединения к внешним сетям.



Объект 7, его особенности	«Энергоэффективный дом», построенный по программе расселе- ния ветхого жилья ГК «Фонд содей- ствия реформированию ЖКХ» (р/п Решетниково Клинского района)
Проблемы энергообеспечения:	Недостаточная мощность местной ко- тельной
Решения и эффекты:	Использован автономный источник теп- лоснабжения на основе геотермальных тепловых насосов

Описание системы энергоснабжения

Общая площадь здания – 2 561 кв. м.

Жилая площадь – 2 030 кв. м, 56 квартир, переселено 112 чел.

Источник тепловой энергии, объекты ВИЭ– 4 тепловых насоса «Корса-55» (Россия). Система отопления – «теплый пол».

Отопление

Три тепловых насоса – 165 кВт общей тепловой мощности, электропотребление – 50 кВт·ч. Источник низкопотенциального тепла во время отопительного сезона – 48 вертикальных геотермальных зондов.

Горячее водоснабжение

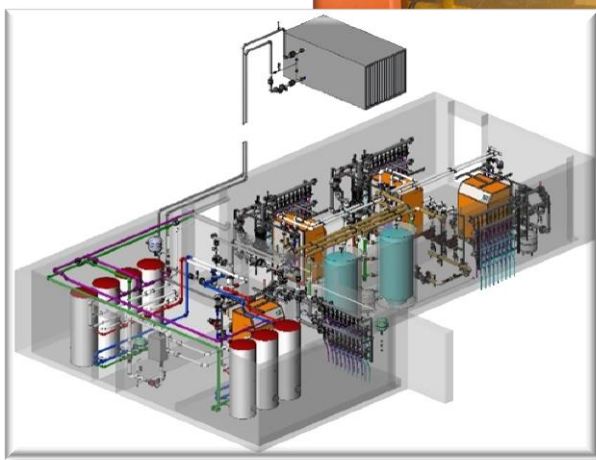
Тепловой насос с последующим догревом до нормативных требований электродкотлом. Источник низкопотенциального тепла зимой – 17 геотермальных зондов и тепло от вентиляции здания. Летом источник тепла драй-кулер, который используя энергию окружающего воздуха, создает высокую среднегодовую эффективность работы теплового насоса.



В результате применения такого технического решения, годовые затраты на отопление уменьшились на 80%, по сравнению с местными тарифами, что подтверждено анализом квитанций, оплаченных потребителями за год эксплуатации. Годовые затраты на горячее водоснабжение сократились в 1,5 раза.

Система работает в автоматическом режиме по заданным параметрам необходимой температуры, оснащена погодозависимым модулем регулировки режимов. Система диспетчеризации, подключенная к Интернету, позволяет не только дистанционно контролировать и диагностировать оборудование, но и производить регулировку важнейших его параметров.

Через два года эксплуатации дома, на основании официальных платежных документов, полученных у «Клинских теплосетей», годовые проектные показатели снижения затрат на отопление подтвердились. Они уменьшились, по сравнению с соседними домами, получающими тепло от городской котельной, на 80%. Окупаемость установленного оборудования и стоимостью **около 13,3 млн.рублей** составляет ~ 7,5 лет



Объект 8, его особенности	Энергоэффективный жилой дом с минимальным потреблением энергии от внешних сетей (Ашукино, Московской области)
Проблемы энергообеспечения:	Отсутствие подключений к газовым коммуникациям
Решения и эффекты:	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, теплый пол, система хранения солнечной энергии в грунте.

Подробное описание

Частный двухэтажный дом, общей площадью 160 кв. м, с подвальным помещением 40 кв. м (север Московской области).

Реализованные технологии при общестроительных работах:

1. Шведская плита под полом дома из пенополистирола. Теплоизоляция стен подвала и цокольной части пенополистиролом.

2. Форма дома спроектирована по внешним размерам, близким к кубу для снижения теплопотерь здания через наружную поверхность дома: длина здания – 12 м, ширина – 11 м, высота конька крыши над уровнем земли 10 м.

3. Крыша двускатная, площадь крыши с южной стороны составляет 130 кв. м для размещения солнечных коллекторов и солнечных батарей. Веранда под крышей с южной стороны имеет размеры 12×3 м = 36 кв. м. Летом навес над верандой защищает здание от солнечного перегрева, а в зимний период при низком солнце солнечные лучи свободно проникают внутрь дома через окно и стеклянную дверь.

4. Утепление крыши выполнено древесным волокном, а также негорючим материалом Pure One (стекловолокном с акриловым связующим). Расчетный коэффициент термического сопротивления крыши составил $\sim 12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

5. Окна и стеклянные двери выбраны с утепленным профилем и двухкамерным стеклопакетом, заполненным аргоном. Окна имеют два напыления: энергосберегающее и мультифункциональное (для

защиты от перегрева летом и утепления зимой). Коэффициент термического сопротивления стеклопакетов составил $1,67 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, а профиля – $1,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, что в 2-3 раза лучше обычных окон.

6. Был выбран вентилируемый фасад, который позволяет равномерно со всех сторон удалять влагу из здания через воздушный зазор. В качестве внешней защиты стен здания были выбраны фибро-цементные панели KMEW толщиной 16 и 18 мм, срок службы которых составляет более 50 лет.

7. Расчеты показали, что для того, чтобы термическое сопротивление стен стало равным $10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (как требуется для пассивного дома), необходимо иметь толщину теплоизоляции 25 см).

Реализованные технологии в инженерных системах:

1. Гелиосистема российского производства "ЯSolar", которая выполняет функцию нагрева горячего водоснабжения и поддержку отопления, а также, прогрева грунта через геотермальные скважины.

2. Геотермальный тепловой насос BUDERUS Logatherm WPS 11.

3. Тепловой аккумулятор JASPIGTV Teknik RD с функцией проточного приготовления горячей воды и подключение солнечных коллекторов.

4. Пассивная система охлаждения здания работает за счет циркуляции теплоносителя через геотермальные зонды. На работу данной системы потребляется всего 200 Вт для охлаждения 200 кв. м. С помощью циркуляции воды (охлажденной в грунте) через капиллярные маты обеспечивается охлаждение помещений.

5. Низкотемпературная система отопления, теплый пол с улучшенными характеристиками. Работа в диапазоне теплоносителя 22-30 градусов.

6. Низкотемпературная система отопления – капиллярные маты. Работа в диапазоне теплоносителя 22-30 градусов.

7. Управление и сбор информации о работе всех компонентов через контроллер с хранением данных для последующего анализа.

8. Рекуператор на систему вентиляции.

9. Теплоаккумулирующий камин Tulikivi KTU 1010/92 с КПД = 91%.

10. Все системы объединены в гибридную систему и работают на получение максимального энергосберегающего эффекта.

Затраты на вышеуказанные системы составили около **1,5 млн руб.**



Эксплуатационные затраты. В январе для отопления был включен теплый пол, в феврале был установлен оптимальный режим отопления с коэффициентом трансформации теплового насоса более 4. В апреле подключены солнечные коллекторы, которые позволили повысить суммарный коэффициент трансформации до 6 и более. Осуществлялся мониторинг и управление совместной работой теплового насоса, солнечных коллекторов и аккумулятора.

Для более полного сбора данных о температурах в различных комнатах на разных этажах летом 2018 г. были установлены беспроводные температурные датчики. Они показали, что на 1-м этаже сохранялась комфортная температура на уровне 23-24 °С, а на 2-м этаже, несмотря на хорошую теплоизоляцию крыши, температура повышалась до 26 °С, в подвале температура воздуха составляла 17 °С, что было вызвано тем, что солнечные коллекторы через теплообменник и зонды грели грунт, температура которого поднялась до 12 °С.

В связи с тем, что 2 этаж с помещениями перегревается, встал вопрос об охлаждении потолочными капиллярными матами BLUEMAT фирмы Geo Clima Design, которые в зимний период будут использоваться для отопления. Также возникла задача установки приточно-вытяжной установки (ПВУ) с рекуперацией тепла и воздушным охладителем.

В настоящее время идет монтаж приточных вентустановок Турков ZENIT 550 НЕСО производительностью 550 м³/ч, воздухоохладителя ZWS-W, а также воздуховодов внутри здания.

В летний период капиллярные маты и ПВУ с рекуперацией тепла будут получать холод через теплообменник, связанный с контуром грунтовых зондов, при этом нагревая землю для зимнего периода. В зимний период капиллярные маты и ПВУ Турков ZENIT 550 НЕСО будут греться от теплового насоса через нижнюю часть 500-литрового аккумулятора JASPI.



Расчетный период окупаемости проекта 3,4 - 4 года. Планируется переход на автономное существование, без присоединения к внешним сетям.



Примеры внедрения ВИЭ: КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Объект 9, его особенности	Автономное тепло- и электроснабжение крестьянско-фермерского хозяйства (г. Анапа)
Проблемы энергообеспечения:	Отсутствие подключений к коммуникациям
Решения и эффекты:	Солнечная электростанция обеспечивает круглогодичное электроснабжение

Установлены объекты ВИЭ:

- 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 48Вх400 А/ч,
- Система мониторинга –встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления.
- Твердотопливный котёл с пеллетной горелкой 25 кВт –российского производства

Ориентировочные затраты 450 тыс. руб.



Объект 10, его особенности	Автономное электроснабжение круглогодичного полевого стана в крестьянско-фермерском хозяйстве (Тимашевский район Краснодарского края)
Проблемы энергообеспечения:	Отсутствие подключений к коммуникациям
Решения и эффекты:	Автономная солнечная электростанция 3 кВт

Установлены объекты ВИЭ:

- Солнечные панели – микроморфные, Pramac (Швейцария) номинальной мощностью 1,875 кВт,
- Контроллер – российский, профессиональная серия,
- Инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 3 кВт, пиковая – 5 кВт,
- Аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 48В×210 А/ч,
- Система мониторинга – встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления.

Ориентировочные затраты 350 тыс. руб.



Примеры внедрения ВИЭ: АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ И СОЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Объект 11, его особенности	Отопление и снабжение ГВС двух корпусов в детском лагере «Новое поколение» (Пермский край) при помощи тепловых насосов «воздух-вода»
Проблемы энергообеспечения:	Существенные затраты электроэнергии на горячую воду
Решения и эффекты:	Снижение затрат на электроэнергию в 2,2 раза

Описание системы энергоснабжения

В 2017 году в двух корпусах детского лагеря «Новое поколение» были установлены тепловые насосы «Nibe» «воздух-вода». Здание из силикатного кирпича, площадью 750 кв.м., утеплёно с фасада 100 мм, имеет радиаторную систему отопления (чугунные радиаторы, подключенные по однотрубной схеме с замыкающим участком). В котельной установлены индукционные электродкотлы 55 кВт, для приготовления ГВС использовался проточный электроводо-нагреватель ЭВПН 30. Общее потребление составило 112 133 кВт·ч/год.

Для снижения затрат на электроэнергию было решено установить тепловые насосы. Поскольку геотермальная система требовала большого количества земляных работ, выбор был сделан в пользу воздушных ТН.

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 заменён на «Эван» 42 кВт. Эксплуатация тепловых насосов в отопительный период 17-18 годов показала снижение затрат на электроэнергию в 2 раза, что подтверждается показаниями установленных тепловых и электрических счетчиков. В летний период ТН используются для приготовления горячего водоснабжения.

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

В отопительный период 2017-2018 тепловые насосы продемонстрировали отличную производительность устойчивую работу до -22°C и быстрый нагрев теплоносителя до расчетных 60°C . В летний период снижение затрат на электроэнергию за счет применения тепловых насосов для нагрева горячей воды сократилось в 2,2 раза.

Прогнозируемое снижение затрат на электроэнергию составляет 2,5-2,7 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**. При существующих тарифах на электроэнергию затраты полностью окупятся в пределах пяти лет.



Объект 12, его особенности	Отопление и снабжение ГВС детского сада тепловым насосом «грунт-вода» с 2012 г. (с. Иркилик Прибайкальского района Республики Бурятия)
Проблемы энергообеспечения:	Замена изношенной дровяной котельной
Решения и эффекты:	Обеспечение социального объекта тепловой энергией по Программе энергосбережения Республики Бурятия

Социальный объект – детский сад в с. Иркилик Прибайкальского района Республики Бурятия (на с. 26 – тепловой насос в детском саду, внизу – дровяной склад и котельная).



1) Прогулочная площадка занимаемая запасами топлива (дрова).

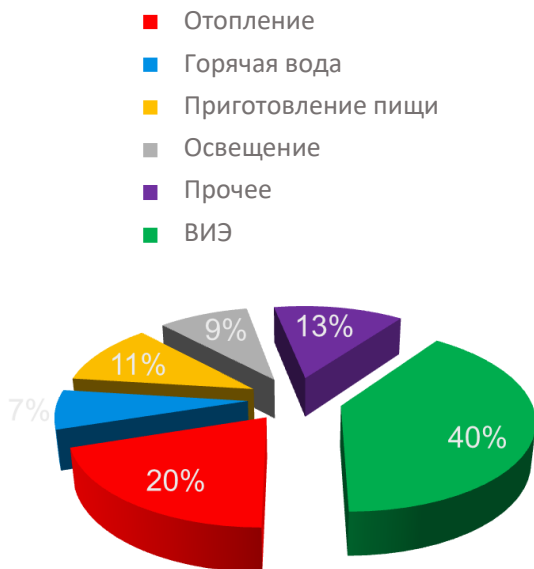
2) Технологический переход, ранее закрытый с установленным твердотопливным котлом.

Возобновляемая энергетика: будущее рядом

Как видно из таблицы, фактические удельные затраты на отопление объект в результате применения ТНУ снизились в 2,3 раза.

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Отапливаемая площадь, кв.м.	358,1	448,5	826,5
Затраты на отопление, тыс.руб	695,1	507,7	678,88
Удельные затраты на 1 кв.м	1,94	1,03	0,82

Применение ВИЭ позволяет сократить затраты на отопление до 67%, что в свою очередь уменьшает потребление энергии до 40%, от общих годовых затрат

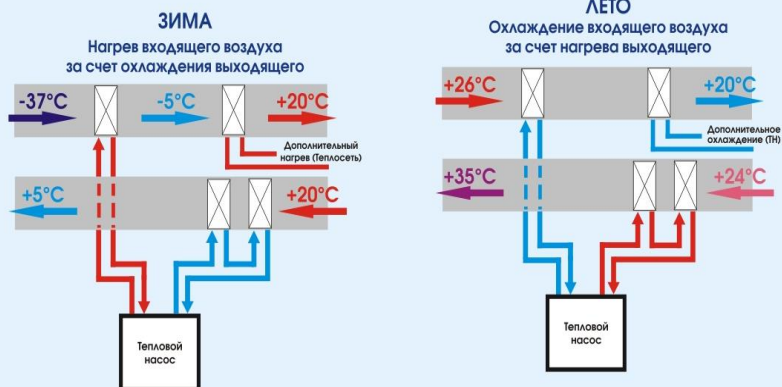


Объект 13, его особенности	Гибридная комплексная система отопления и охлаждения административного здания с использованием тепловых насосов
Проблемы энергообеспечения:	Организация отопления и охлаждения административного здания
Решения и эффекты:	Обеспечение пристройки тепловой энергией без роста договорной нагрузки

Описание системы энергоснабжения

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°C , в пиковый период теплоснабжение осуществляется с использованием тепловой энергии от централизованной теплосети. При нормативном удельном расходе $0,313 \text{ Вт/ (м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ фактический расход составил $0,132 \text{ Вт/ (м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ т.е. в 2,37 раза меньше норматива. В теплый период ТН обеспечивает холодоснабжение здания.

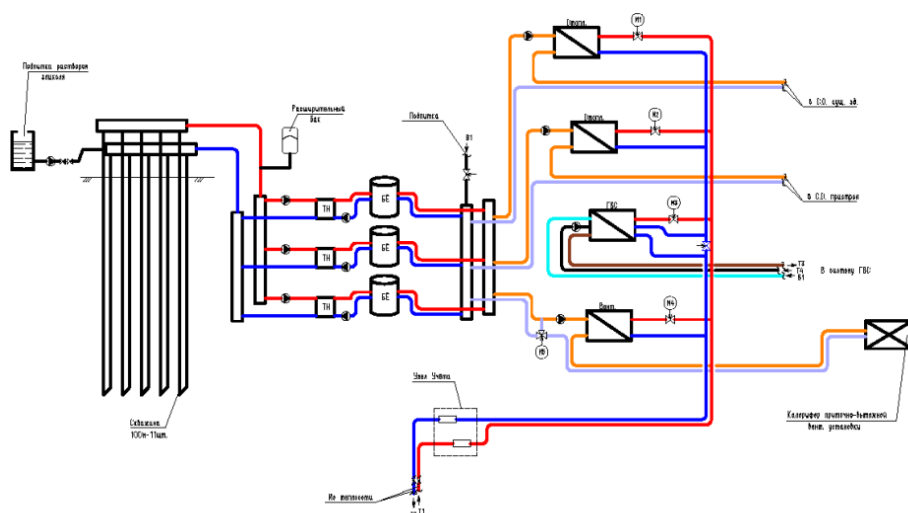
Рекуперационная система приточно-вытяжной вентиляции, с применением тепловых насосов





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/холодоснабжения здания Прекураторы РБ



Примеры внедрения ВИЭ: КОММЕРЧЕСКАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ

Объект 14, его особенности	Тепло-холодоснабжение павильона «Цветы» (коммерческое здание) Улан-Удэ, Республика Бурятия
Проблемы энергообеспечения:	Организация зон с разными температурами
Решения и эффекты:	Снижение расхода электроэнергии по сравнению с аналогичными павильонами в 4 раза

Описание системы энергоснабжения

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

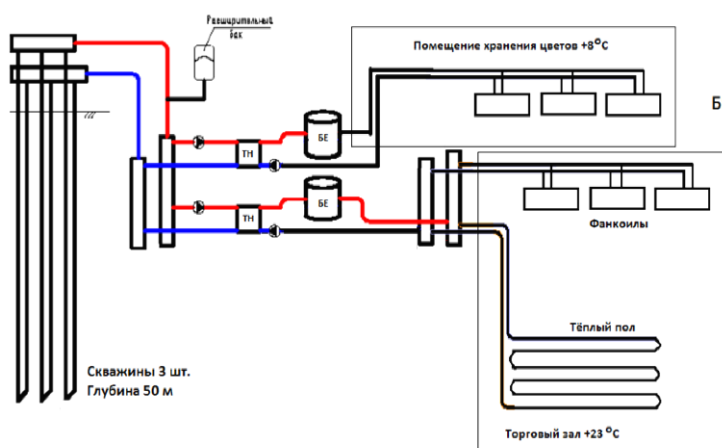
Удельный расход электроэнергии на 1 м²/год по сравнению с аналогичными павильонами без ТН в четыре раза меньше.



*Общий вид павильона (сверху)
и теплового насоса (слева).*



Принципиальная схема тепло-холодо снабжения Павильона "Цветы"



Примеры внедрения ВИЭ: ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБЪЕКТ НА СЕВЕРЕ

Объект 15, его особенности	Водонагревательная система вахтового поселка солнечными коллекторами (п. Накын Республика Саха (Якутия))
Проблемы энергообеспечения:	Высокая стоимость привозных энергоресурсов
Решения и эффекты:	Снижение расходов на приготовление горячей воды в летний период

Описание системы энергоснабжения

Летом 2016 года в Республике Саха (Якутия) на Нюрбинском горно-обогатительном комбинате стартовал эксперимент по использованию солнечных коллекторов – объектов ВИЭ. Проектированием и поставкой оборудования солнечной водонагревательной системы, состоящей из 150 панелей отечественного производителя "Яsolar", занимались специалисты ООО «НОВЫЙ ПОЛЮС». Солнечные коллекторы были установлены на площадке цеха энергоснабжения и автоматизации Нюрбинского ГОК в июле 2016 года.



Установлены объекты ВИЭ:

- Насосная станция с частотным приводом и контроллер – российского производства;
- Солнечные коллекторы «ЯSolar®» российского производства площадью 300 м²;
- Теплообменник и теплоаккумулятор.

Исходя из тепловой нагрузки объекта, предоставленной заказчиком, (минимум 150кВт), была рассчитана площадь поля солнечных коллекторов 300 м². Расчетная мощность установки при площади абсорбации 300 м² в ясный солнечный день составляет до 180 кВт. Циркуляция теплоносителя осуществляется насосом мощностью 1,6 кВт, управляемым частотным приводом.

Состав системы проектировался, исходя из имеющейся у заказчика емкости 80 куб.м и расположению солнечных коллекторов на поле. Между теплоносителем солнечных коллекторов и санитарной нагреваемой водой установлен пластинчатый теплообменник мощностью 350 кВт. Поэтому контур солнечных коллектор закрытый, и для компенсации тепловых расширений теплоносителя установлен расширительный бак 300 л, и для аварийного сброса давления взрывной клапан.

Сроки реализации проекта: 2015-2016 гг., финансирование – средства заказчика. Капитальные затраты включают стоимость поставки оборудования (солнечные коллекторы, бак-аккумулятор, насосы и вентиляторы, системы управления, трубы и фитинги, теплообменники и др.). Так как в регионе монтажа отсутствует дорожная сеть, доставка оборудования на место была возможна только по «зимнику». Все оборудование, согласно проекту, было отгружено в ноябре 2015 г. и уже зимой оно поступило на склад назначения, где и ожидало начало монтажных работ.

Энергетики Нюрбинского ГОКа включили систему альтернативного теплоснабжения в схему горячего водоснабжения вахтового поселка на месторождении «Нюрбинская». Мощности солнечных панелей хватает для подогрева воды в летнее время, при этом уже существующая котельная находится в резерве. До этого подогрев воды осуществлялся только жидкотопливным котлом, в качестве источника энергии выступала дорогая привозная нефть.

Бюджет проекта – **4,5 млн руб.** Расчетный период окупаемости проекта 5 лет.

Примеры внедрения ВИЭ: ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС

Объект 16, его особенности	«Энергоэффективный жилой комплекс» EcoMoldova (Кишинёв) Количество домов – 22, подъездов – 31. Общая площадь – 92 тыс. м². Количество квартир – 1652. Количество парковочных мест – 1800. Коммерческий центр — 27 тыс. м².
Проблемы энергообеспечения:	Строительство энергонезависимого квартала (как по тепловой, так и по электрической энергии)
Решения и эффекты:	Строительство энергоэффективного квартала из зданий с почти нулевым потреблением энергии Nearly Zero Energy Buildings (NZEB) Объединение в одной системе тепловых насосов «воздух–вода» и геотермальных, а также системы рекуперации, ветровых турбин и солнечных коллекторов

Описание системы энергоснабжения

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 счёт 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).

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 электричества – 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» Eco Moldova

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



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешное применение ВИЭ, тепловых насосов в России все еще остается делом групп энтузиастов, вне государственной политики и поддержки (нет «ни кнута, ни пряника»), в результате страна не реализует дополнительные возможности развития экономики и промышленности. Сегодня в России речь идет о достижении экономического роста, потребности в освоении пространства с разными климатическими условиями, соответствующем строительстве больших объемов жилья и эффективных производственных мощностей. Рациональное применение комбинированных, гибридных систем на основе ВИЭ в этих случаях вполне может способствовать более эффективным решениям, приводящим к различным системным (мультипликативным) эффектам.

По мнению создателей вышеупомянутых проектов, ключевыми мерами системной поддержки развития и реализации ВИЭ являются:

- увеличение рынка путем предоставления дотаций на приобретение техники на основе ВИЭ;

- предоставление льготных кредитов на приобретение и установку техники через уполномоченные банки;

- стимулирование строительства энергоэффективного жилья с установкой систем на основе ВИЭ и ТНУ в качестве источников теплоснабжения;

- применение понижающих коэффициентов к местному тарифу на электроэнергию для пилотных установок на ВИЭ (как это делается для домов, оборудованных электроплитами);

- создание (актуализация) отечественных нормативов, стандартов, сводов правил, ГОСТов, регламентирующих применение соответствующих установок на ВИЭ в российских условиях;

- широкая информационная поддержка успешных проектов в разных сферах и областях.

Остро назрела необходимость создания в России Ассоциации по разным видам ВИЭ для объединения усилий всех участников рынка, проектировщиков, поставщиков оборудования и достижения наиболее благоприятных результатов.

Ключевые проблемы, препятствующие массовому внедрению проектов с использованием ВИЭ, приведены в таблице ниже.

В Приложении сведены в таблицу предлагаемые поправки в действующие нормативно-правовые акты, призванные стимулировать более широкое внедрение проектов с использованием ВИЭ.

Ключевые проблемы активного внедрения ВИЭ и их взаимосвязка

Экономические	Технические	Организационные
Высокая стоимость оборудования (преимущественно импортного), отсутствие каких-либо субсидий или льгот для владельцев, установивших системы на основе ВИЭ.	Многообразие региональных климатических, тарифных, инфраструктурных и геологических условий, доступных источников ВИЭ и технических решений на базе разных типов ВИЭ делает невозможным создание типовых проектов применения ВИЭ. Необходимым является подготовка тщательного и дорогостоящего технико-экономического обоснования каждого проекта с ВИЭ.	Недостаточная нормативная база, технические регламенты, стандарты, дефицит эмпирических данных о российских проектах, альбомов лучших практик.
Относительно низкая стоимость топлива (в особенности магистрального газа) при относительно высоких тарифах на электроэнергию отрицательно сказываются на экономике проектов.	Ограничения по использованию ВИЭ по климатическим условиям в регионах средней полосы и севера России (более низкая рабочая температура требует дополнительных расчетов и обоснований, особенно при реконструкции работающих систем теплоснабжения).	Ограниченное отечественное производство и отсутствие российских комплектующих, (качественных компрессоров, ветротурбин, аккумуляторов).
Высокие процентные ставки по кредитам на дорогое оборудование.	Неоднородность потенциала ВИЭ в региональном разрезе как в плане природных (водоемы, почва, геотермальное тепло), так и техногенных (стоки, вентвыбросы и др.) источников.	Отсутствие сервисной поддержки у многих производителей.
Низкая рентабельность проектов «ВИЭ как есть», необходимость нестандартных технических решений (по аккумулированию тепла, использованию низкопотенциального тепла).	Необходимость обеспечить высокую надежность теплоэнергоснабжения от ВИЭ при возможных перебоях с электроснабжением может потребовать, как независимого второго ввода электроэнергии, так и установки дублирующего резервного оборудования на топливе, возможные ограничения по пропускной способности питающих центров и линий электропередач, особенно в сельской местности.	Сложность и непрозрачность получения электрической мощности для работы ВИЭ в энергосбытовых организациях.

**Предлагаемые поправки в нормативные правовые акты
для стимулирования проектов ВИЭ**

№	Название нормативного акта	Предлагаемые изменения (вставки)
1.	Предложения по изменению ФЗ № 2395-1 "О недрах" Раздел II. Пользование недрами Ст.19 Дополнить абзацем	«Собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы, арендаторы земельных участков имеют право осуществлять в границах данных земельных участков без проведения взрывных работ использование низкопотенциальной тепловой энергии земли, как с применением специальных теплоносителей, так и имеющихся в границах земельного участка и не числящихся на государственном балансе, подземных вод, объем извлечения которых должен быть равным объему возвращаемых в тот же водоносный горизонт в пределах земельного участка, из водоносных горизонтов, не являющихся источниками централизованного водоснабжения и расположенных над водоносными горизонтами, являющимися источниками централизованного водоснабжения, для целей теплоснабжения объектов, расположенных в границах земельного участка»
2.	Предложения по изменению ФЗ № 190 «О теплоснабжении»	Глава 1. Общие положения Ст.1 п.1 - после слов «и развитием таких систем» добавить «(в том числе распределенных (автономных) систем и систем, использующие вторичные энергетические ресурсы и возобновляемые источники тепловой энергии)». Ст.2 п3) дополнить «система сбора низкопотенциального тепла от вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников тепловой энергии» 4.1) после слова «вода» дополнить «и специальные теплоносители для системы сбора низкопотенциального тепла от вторичного энергетического ресурса или возобновляемого источника тепловой энергии» 11) после слова «произведенных» дополнить «в том числе извлеченных системой сбора низкопотенциального тепла, с применением

		специальных теплоносителей, от вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников тепловой энергии», после слов «владеющая на праве собственности или ином законном основании источниками тепловой энергии» дополнить «в том числе системой сбора низкопотенциальной тепла, с применением специальных теплоносителей, от вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников тепловой энергии». 13) после слова «производимых» добавить «(в том числе извлеченных системой сбора низкопотенциального тепла от вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников тепловой энергии)» 14) после слова «совокупность» добавить «(в том числе вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых)» после слов «тепловыми сетями» дополнить «или без оных при распределенной (автономной) системе теплоснабжения». 20) после слов «функционирования систем теплоснабжения» дополнить «в том числе с применением вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников тепловой энергии»
3.	Предложения по изменению ФЗ № 190 «О теплоснабжении»	Добавить пункты в Ст.2, 35) вторичный энергетический ресурс - энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса; (из ФЗ № 261"Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации") 36) возобновляемые источники тепловой энергии - энергия Солнца, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с

		использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках; (из ФЗ № 35"Об электроэнергетике") 37) Система сбора низкопотенциального тепла (ССНТ) – представляют собой различные теплообменные аппараты, утилизирующие ВЭР и НВИЭ и включённые в единый с испарителями тепловых насосов контур, по которому циркулирует специальный теплоноситель.
4.	Предложения по изменению «Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» (утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 17.03.14 г. N 99/пр).	П.2 а) После слов «на источнике тепловой энергии» дополнить «в том числе ВЭР и (или) ВИТЭ» П.3 а) После слов «(вода; пар) дополнить «и специальные теплоносители при применении ВЭР и (или) ВИТЭ»» Раздел V. Учет тепловой энергии, теплоносителя у потребителей Дополнить п.29а. Коммерческий учет расхода тепловой энергии, на объектах потребителя, использующих для теплоснабжения ВЭР или ВИТЭ, осуществляется в месте, максимально приближенном к точке входа трубопроводов ССНТ. Принципиальная схема размещения точек измерения количества тепловой энергии и массы (объема) теплоносителя, а также его регистрируемых параметров в системах теплоснабжения, использующих ВЭР и ВИЭ на тепловых пунктах (ЦТП, ИТП) представлена.