

Рис. 2. Биогазовая установка в ТОО «Караман-К»  
Карасуского района Костанайской области

В течение трех лет необходимые устройства были переустановлены, также были решены проблемы, и устройства приступили к работе. За этот период безостановочно работает 80 тыс. кВт электроэнергии в месяц. Половина из них уходит на обслуживание самой установки, а остальные – на освещение скотоводческого и токового хозяйства.

В настоящее время на этой ферме имеется более десяти голов крупного рогатого скота, ежегодно увеличивающихся в два раза в органических отходах. В течение дня этот комплекс отправит на переработку 50 т навоза, а в год будет вырабатывать 16 тыс. т электроэнергии из навозного сырья. Если с биогазового комплекса в год получают 3 млн кВт электроэнергии, то из них 1 млн кВт уходит на непосредственную работу и освещение этого комплекса. На другие работы по реализации будет направлено 2 млн кВт электроэнергии. Этот регион, который потребляет необходимую энергию, ищет пути обеспечения в своем селе. Кроме того, он может производить не только источник электроэнергии, но и любой другой источник твердого и жидкого биоудобрения. Биоудобрение, превышающее 14 т в день, сегодня используется на рынке в качестве чистого удобрения. Таким образом, в год биогазовая установка производит 3 млн кВт электроэнергии, остальные 2 млн кВт электроэнергии можно подключить к другим объединениям и запустить проект пула.

#### Литература

1. Шомин, А. А. Биогаз на сельском подворье / А. А. Шомин, 2002.
2. Агабеков, В. Е. Альтернативные источники сырья и топлива / В. Е. Агабеков // Альтернативные источники сырья и топлива : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 28–30 мая 2023 г.
3. Специальный статистический комплекс, разработанный на основе сетевых источников: <https://www.ng.kz/modules/newspaper/article.php?numberid=483&storyid=21921>.

## АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

М. С. Ниязбаев

*Рудненский индустриальный институт, Республика Казахстан*

Научный руководитель К. С. Рыспаев

Проблема повышения энергоэффективности в жилом секторе назрела с момента перехода к рыночным отношениям. Ежегодный пересмотр тарифов и снижение субсидирования сферы коммунальных услуг со стороны государства еще больше стимулирует домовладельцев находить пути снижения потерь энергии. Существует несколько путей снижения. С одной стороны, это устранение утечек тепла и «мостиков» холода, а также применение теплоизоляционных материалов. Разрабатываются более совершенные материалы, но прогресс является исключительно эволюционным. Несмотря на изобретение в лабораторных условиях превосходного по своим изоляционным свойствам аэрогеля, промышленный выпуск данного материала еще не налажен. Второй путь состоит в возврате части тепла, рассеиваемого наружу, обратно в помещение. Это сравнительно новое направление, однако уже разработано немало агрегатов для этих целей. К примеру, рекуператоры, установленные на вытяжной вентиляции за счет медных трубок с хладагентами, способны отбирать до 20 % тепла

из воздуха, проходящего через шахту. Это тепло в дальнейшем может быть использовано для прогрева свежего воздуха. Однако существует принципиально иной подход в этом вопросе. Метод заключается в рациональном использовании источников тепла. Этого можно добиться путем точечного прогрева необходимой территории, а также отопления по востребованию. Направление стало актуальным с доступностью систем автоматики. Предполагается, что система, настроенная оптимально под жильцов дома, может сберечь от 25 до 70 % от действующих затрат [1].

В первую очередь необходимо разработать систему на уровне логики. Для этого нужны исходные данные о жилом помещении и о жильцах. В нашем примере это будет жилой частный дом с тремя спальнями, гостевым залом, кухней, санузлом и рабочим кабинетом. Система должна включать отопление только в том случае, когда в доме есть люди. Это реализуется с помощью установки расписания. В таком случае дом будет прохладнее в дневное время и начнет прогреваться ближе к приходу жильцов домой. Однако данный метод не идеален, так как в нем не предусмотрен внеплановый визит людей в дом. В таком случае вводят датчики присутствия. Датчики присутствия можно расположить у калитки для того, чтобы как можно раньше зафиксировать приезд владельцев и успеть прогреть прихожую.

Датчики присутствия позволяют зонировать дом для точечного прогрева. К примеру, если жилец возвращается домой на автомобиле, открыв ворота, то в первую очередь дается команда на прогрев гаража и прихожей, тогда как остальные помещения прогреваются умеренно. Другой пример, если ребенка нет дома, то его конкретное помещение из-за отсутствия по датчику ночью прогревается меньше всего. Датчики движения в данном случае бесполезны, так как они не будут реагировать на спящего человека. В целом, ночью должны быть отоплены только спальные комнаты, а остальные – оставаться холодными. Однако санузел, вероятнее всего, будет посещен ночью, и в этом случае предусмотрена программа прогрева 20 % времени ночью. При наступлении 7:00 вне зависимости от датчиков присутствия должно быть включено отопление на кухне, в санузле, а также в гараже и прихожей. В 9.00 программа опрашивает все датчики присутствия в квартире и при отрицательном результате отключает отопление (члены семьи находятся в школе и на работе). В системе предусмотрена защита от обледенения в случае использования жидкостного отопления. Программа комплекса предусматривает управление вентиляцией, и в этом случае спальная комната будет освежаться прохладным воздухом, когда в ней никого нет.

В перспективе смартфоны членов семьи за счет GPS-модуля могут отправлять подсказки об их приезде при приближении их к примеру, ближе, чем на 500 м к дому. Такая информация, помимо предварительного комфортного прогрева, даст понять, какой именно член семьи в доме и какие ему помещения нужны. Для тесной интеграции смартфона с системой умного отопления необходим базовый полноценный компьютер с возможностью загрузки в него прошивки. Компьютер должен иметь возможность выхода в интернет либо через Wi-Fi, либо через LAN-кабель, а также должен поддерживать ZigBee на аппаратном уровне. Для данных целей подойдет Raspberry Pi 3 B+ (рис. 1). Данный компьютер отличается хорошей производительностью и гибкостью за счет возможности установки любой прошивки с помощью Micro SD карты. Загрузка прошивки происходит с помощью ПК и специального программного обеспечения. Однако данный компьютер не поддерживает ZigBee нативно, для него необходимо дополнительное устройство, обеспечивающее такую поддержку. Для повседневных задач подойдет любой ZigBee-координатор в форм-факторе «флешки». Важно, чтобы он имел

USB-порт для обмена данными и питания. После оснащения данного компьютера поддержкой ZigBee необходимо установить на него программное обеспечение.

После настройки учетных записей необходимо приступить к устройствам и датчикам. Для их настройки необходимо наличие ZigBee-координатора. Координатор в системах ZigBee позволяет произвести первоначальную настройку датчиков с присвоением им имен и параметров. Координатор является критическим местом всей системы. Состоит он из микроконтроллера cc2531 и антенны для усиления сигнала. После подключения к порту микрокомпьютера становится возможным обнаружение устройств и создание их каталога. Важно отметить, что программируются не датчики или органы управления, а сам микрокомпьютер, который так или иначе должен обрабатывать полученные данные.



Рис. 1. Raspberry Pi 3 B+ с подключенными ZigBee-координатором (сверху слева) и LAN-кабелем

Большинство Wi-Fi реле управляется простой отправкой HTTP-запросов, достаточно в браузере набрать адрес устройства и ввести, к примеру, команду `command_on: "/usr/bin/curl -X GET http://192.168.1.20/rb0n.cgi"`. Подобная команда позволит включить одну розетку, которая в свою очередь включит отопитель [8].

Все датчики беспроводные, что сводит монтажные работы к минимуму, а также ускоряют ввод их в работу. В проекте получилось 7 умных розеток, 7 датчиков присутствия, а также 5 термометров. Данные об атмосферном давлении и влажности целесообразнее получать с помощью погодных API, тем самым проект избегает излишних трат на дорогостоящие гибридные датчики.

Эффективность можно оценить, проинтегрировав кривую потребления всех нагревателей с суммарным потреблением тех же нагревателей до установки новой системы. Разные помещения дают разный экономический эффект. Ожидаемую экономию удалось получить на кухне – 34 %, в гараже – 60 %, вследствие минимального присутствия людей в них, в особенности в ночное время. Напротив, в спальнях помещений – 15 %, в которых люди пребывают больше всего, экономия не столь существенна. Таким образом учитывая стоимость кВт · ч (17 тенге) и мощность одного электронагревателя (1800 Вт), экономия должна составить в среднем 21000 тенге. В случае использования газового котла экономия составит 4500 тенге, однако капиталовложение в модернизацию газовой инфраструктуры существенно дороже.

## Литература

1. Новиков, В. С. Автоматизация систем отопления / В. С. Новиков // Динамика систем, механизмов и машин : материалы междунар. науч.-техн. конф. / Омск. гос. техн. ун-т, 2014. – № 1.
2. Петрова, З. К. Технологии «умного дома» и энергоэффективная малоэтажная жилая застройка / З. К. Петрова // ЦНИИП градостроительства РААСН. – М., 2010.
3. Sergi Costa Duran. Introduction by: Lance Hosey. GREEN HOMES // Collins Design, 2007.
4. Сидорин, А. М. Современное жилище. Ч. 2. Градостроительные предпосылки создания доступного и адекватного жилища / А. М. Сидорин // Архитектура и стр-во России. – 2008. – № 2. – С. 2–17.
5. Колесников, В. Л. Решение многокритериальных задач, оптимальных по парето / В. Л. Колесников, А. И. Бракович, А. Я. Жук // Физико-математические науки и информатика БГТУ. – 2014. – № 6. – С. 120–130.
6. Ветка энтузиастов умного дома на форуме 4PDA. – Режим доступа: <https://4pda.to/forum/index.php?showtopic=871505>.
7. Раздел интеграций в официальном сайте Home Assistant. – Режим доступа: <https://www.home-assistant.io/integrations/>.
8. Борисенко, А. С. Методы оптимизации для mesh сети в ZigBee / А. С. Борисенко // Восточно-Европ. журн. передовых технологий / Харьк. нац. ун-т.
9. Zolnierczyk, M. A comprehensive guide to Grafana & InfluxDB. – Режим доступа: <https://notenoughtech.com/raspberry-pi/grafana-influxdb/>.