

Автоматизация остановок общественного транспорта в г. Казань с помощью адаптивной системы управления для повышения уровня комфорта и безопасности населения

М.А. Сафин, Г.Ф. Идрисова

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Аннотация: В статье представлен проект автоматизированной остановки общественного транспорта, включающий в себя возможности регулирования освещения и температуры помещения, видеонаблюдения, регистрации местонахождения транспорта в реальном времени и отображения на дисплее, а также пользования беспроводным интернетом и подзарядкой телефона за счёт оснащения остановки необходимыми устройствами. Целью статьи является повышение уровня комфорта и безопасности каждого потребителя. Безопасность обеспечивается установкой тревожной кнопки для связи с экстренными службами и камеры видеонаблюдения, которая передаёт видео в реальном времени в диспетчерские службы при нажатии тревожной кнопки. Кроме технологий, ранее внедрённых в РФ и в других странах, предлагается дополнительно оборудовать остановки автоматами с едой и напитками. Уникальность работы заключается в системе адаптивного управления температурой, которая позволяет менять параметры и стратегии работы в зависимости от текущих данных и условий окружающей среды. В статье выбрана и описана каждая составляющая адаптивной автоматизированной системы с технической точки зрения, приведена схема оснащения и отмечена возможность сокращения затрат проекта за счёт включения возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: автоматизация, адаптивная система управления, оснащение, остановки общественного транспорта, оптимизация, инновационные технологии, возобновляемые источники энергии, инфраструктура города.

В современном мире значимость транспортной инфраструктуры является огромной и неотъемлемой для обеспечения эффективности и устойчивости развития городов в экономическом, социальном и экологическом плане. Хорошо развитая транспортная инфраструктура предоставляет возможности для более эффективного перемещения людей. Это способствует улучшению мобильности населения, улучшению качества жизни, повышению уровня доступности услуг и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду [1].

Проблема оснащения и автоматизации остановок общественного транспорта актуальна во многих городах, включая Казань. В системе публикаций и рассмотрения уведомлений граждан, содержащих информацию

о проблемах благоустройства г. Казань «Народный контроль» с 2021 г. вопрос оборудования остановочных павильонов поделен на несколько групп: установка/замена автобусного павильона; комплектность автобусной остановки; информация о расписании движения. По совокупности всех заявок этой направленности за 2021 г. от жителей города было получено 164 жалобы. Из них: замечания к качеству и комплектности автобусной остановки – 86 заявок (52,4 %); отсутствие на остановках общественного транспорта информации о расписании движения – 64 заявки (39 %); установка автобусного павильона, замена автобусного павильона на новый – 14 заявок (8,5 %). Поэтому важной задачей становится оснащение и оптимизация остановок общественного транспорта, обеспечение удобства и безопасности пассажиров.

Одним из способов снижения транспортной нагрузки и повышения уровня жизни населения является оснащение остановок общественного транспорта «умными технологиями».

На сегодняшний день в мире существует множество технологий, разработанных для автоматизации остановок общественного транспорта. Например, в Китае есть «умная остановка», которая предоставляет информацию об автобусах и их расписании в режиме реального времени [2]. В Испании остановки оснащены раздачей WI-FI, возможностью подзарядки телефона, а также возможностью посмотреть ближайшие достопримечательности и информацию о них. В Японии и Южной Корее придумали «умные остановки» с ультрафиолетовой обработкой, что особенно актуально после роста мутаций вирусов и разновидностей гриппа [3].

В России также осуществляется процесс внедрения автоматизированных систем на остановках общественного транспорта. Так, например, в Москве остановки оборудовали датчиками шума, температуры и концентрации CO₂ для контроля этих параметров. В Нижнекамске появились остановки, оснащённые светодиодной подсветкой и системой подогрева. Эта простая модернизация уже

значительно повысила комфорт жителей Нижнекамска. В Нефтекамске остановки оснащены автоматическими дверьми, беспроводным интернетом через WI-FI и системой климатического контроля – обогревом в зимнее время и кондиционированием в летний период [4].

В ходе анализа всех существующих инновационных технологий с точки зрения их доступности, степени обеспечения безопасности и комфорта для жителей г. Казань был создан проект автоматизированной остановки, реализация которого осуществляется на базе Казанского государственного энергетического университета в рамках Федеральной программы «Студенческий стартап». Проект содержит такие технологии, как система температурного и светового регулирования, видеонаблюдение, кнопка связи с экстренными службами, бесплатный беспроводной интернет через WI-FI и USB-разъёмы для подзарядки телефона, светодиодный дисплей с демонстрацией местонахождения транспорта в реальном времени. Особенностью проекта является наличие адаптивной системы управления температурой и передача видео с камеры наблюдения в экстренных случаях.

Адаптивное управление представляет собой непрерывный мониторинг и анализ данных с целью эффективной работы системы в изменяющихся условиях [5]. Она позволяет системе автоматически реагировать на изменения внешней среды или условий работы, чтобы достичь оптимальной производительности и выполнить конкретные задачи. В данной работе адаптивность управления заключается в поддержании оптимального значения температуры в зависимости от сезона года и комфортных для человека диапазонов температур.

Температурное регулирование осуществляется с помощью устройств регистрации – двух датчиков температуры, расположенных внутри и снаружи помещения, и исполняющих устройств, таких, как кондиционер, инфракрасный (ИК) обогреватель и тепловая завеса [6]. Регулирование осуществляется

следующим образом: если температура на улице в летний период соответствует диапазону температур от +23 °С до +40 °С и выше, то система управления выбирает летний режим регулирования. В данном режиме в качестве исполнительного устройства выступает кондиционер. Таким образом, регулирование температуры внутри будет происходить путём охлаждения горячего воздуха.

Если температура на улице в зимний период соответствует диапазону температур от -23 °С до -40 °С и ниже, то система управления выбирает зимний режим регулирования. В данном режиме в качестве исполнительного устройства выступают ИК излучатель и тепловая завеса. Таким образом, регулирование температуры внутри будет происходить путём обогрева холодного воздуха.

Если температура в диапазоне от -23 °С до +23 °С, то система управления не производит никаких действий.

В качестве технического оснащения использовался светодиодный дисплей с высоким разрешением, чтобы обеспечить читаемость информации даже при ярком солнечном свете или в темное время суток. Также необходима устойчивость монитора к таким условиям, как перепады температур, внешние загрязнения и круглосуточная эксплуатация [7]. Оптимальным считается использование жидкокристаллических дисплеев LCD (Liquid Crystal Display), конструкция которых обеспечивает качественную и надежную работу в данных условиях. Панели термоустойчивы, имеют диапазон рабочей температуры от -40°С до +50°С, не нуждаются в обслуживании. Максимальное разрешение информационных дисплеев для остановок 4K UHD (3840x2160), что на порядок выше разрешения светодиодных LED панелей для улицы (не более 700x400 для аналогичных размеров экрана) [8]. Текущее местоположение автобусов определяется с помощью GPS-модуля. Для отправления информации на сервер используются

протоколы передачи данных, например HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Полученные данные обрабатываются на сервере и передаются на дисплей. Важно убедиться, что соединение между GPS (Global Positioning System) модулем, сервером и дисплеями работает надежно и безопасно.

Качественное освещение достигается использованием светодиодных ламп Goodland 180, питающихся от солнечной энергии. Встроенный датчик движения позволяет автоматически включать освещение при обнаружении движения на расстоянии 3-5 метров. Это исключает необходимость в постоянном освещении и дополнительно экономит энергию.

Для безопасного пребывания на остановке следует установить камеру видеонаблюдения и кнопку связи с экстренными службами. Принцип работы кнопки связи с экстренными службами схож с принципом работы кнопки пожарной сигнализации. При нажатии кнопка закрепляется в нижнем положении. Сигнал о помощи поступает в диспетчерскую службу, а оттуда перенаправляется в группы быстрого реагирования. Также при нажатии тревожной кнопки передаётся не только сигнал, но и сопровождающее видео с камеры наблюдения для более эффективного реагирования диспетчерских служб.

USB-разъёмы для подзарядки телефона следует установить рядом с сидячими местами. Это позволит пассажирам получать доступ к своему устройству даже во время аккумуляирования устройства.

Для эффективного управления данной системой в остановочном павильоне установлен шкаф управления, состоящий из контроллера Овен ПЛК210 и коммутационной аппаратуры. Рабочий режим контроллера состоит из повторяющихся однотипных циклов. Изначально происходит опрос датчиков температуры, находящихся внутри и снаружи остановки. Далее производится последовательный анализ рабочей программы с использованием данных о текущем состоянии датчиков. Формируются управляющие

воздействия, направляемые на исполнительные устройства: ИК излучатель, тепловую завесу и кондиционер. Завершающим этапом является одновременное обновление контроллером состояния всех своих выходов и начало очередного этапа опроса датчиков [9].

Беспроводной интернет раздаётся от роутера, установленного в закрытом и защищенном от внешних воздействий месте. Роутер расположен внутри шкафа управления.

Внедрение автоматов с едой и напитками позволит пассажирам приобрести пищевые продукты или напитки во время ожидания общественного транспорта. Это обеспечит удобство и комфорт для пассажиров, предлагая им возможность быстро и удобно приобрести пищевые продукты без необходимости отлучаться от остановки общественного транспорта.

На рис.1 представлена схема автоматизированной остановки.

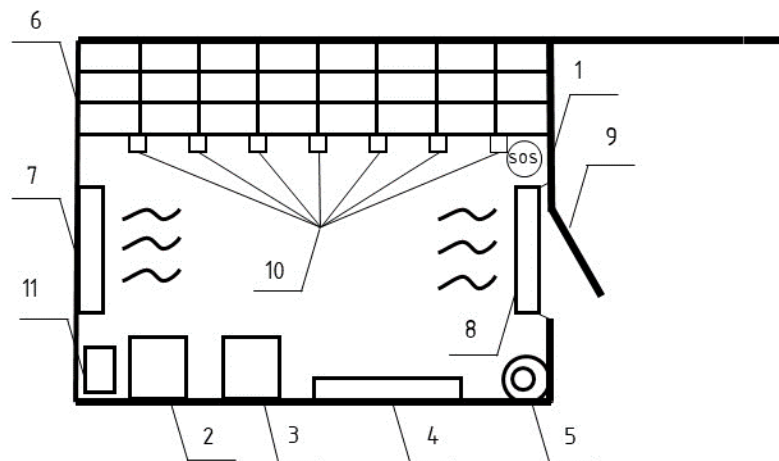


Рис. 1. – Схема автоматизированной остановки, вид сверху, где 1-кнопка экстренного вызова, 2-автомат с едой, 3-автомат с напитками, 4-дисплей, 5-камера видеонаблюдения, 6-скамейка, 7-кондиционер, 8-тепловая завеса, 9-дверь, 10-USB- разъёмы, 11-шкаф управления.

Для сокращения затрат на эксплуатацию проекта необходимо использование альтернативных источников энергии в качестве дополнительных источников к сетевой энергии [10].

В условиях климатического пояса г. Казань актуальным является использование солнечных батарей в совокупности с энергией ветра, функционирующей в зимнее или пасмурное время. Стоит обратить внимание на существующий прототип инновационного проекта по патенту Республики Казахстан «Экспериментальная четырёхагрегатная комплексная энергетическая система КЭС «ВРТЬ» «Ветер + Солнце», состоящего из турбин с номинальной мощностью 10 кВт, фотоэлектрических модулей на 230 Вт, аккумуляторной батареи емкостью 400 А.ч. и интеллектуальной автоматики сбора энергии при низкой скорости ветра, слабом освещении и защиты оборудования в нештатных ситуациях. Принципиальная схема комбинированного подключения ветрогенератора и солнечных батарей приведена на рис.2.

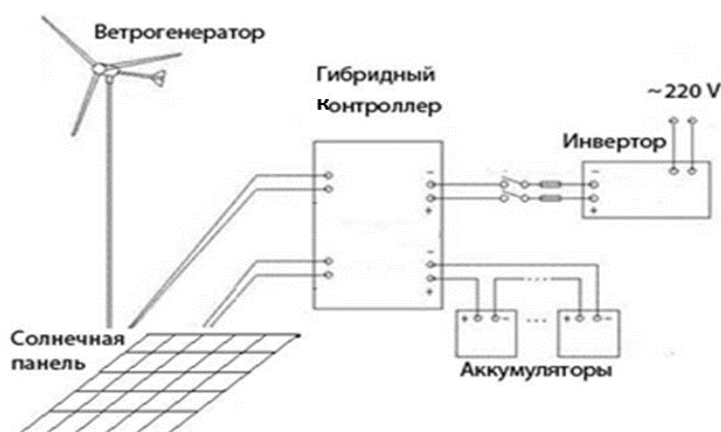


Рис. 2. – Принципиальная схема комбинированного подключения ветрогенератора и солнечных батарей.

Таким образом, в данной статье предложена автоматизированная система оснащения остановок общественного транспорта в г. Казань, основное достоинство которой заключается в адаптивном управлении температуры в динамических условиях среды. Предложенная система решает главные задачи – обеспечение комфорта и безопасности для жителей города. Проект автоматизации общественных остановок в Татарстане закроет следующие потребности населения: во-первых, это поможет сократить время ожидания пассажиров за счет предоставления информации в режиме реального времени; во-вторых, добавление кнопки экстренного вызова и видеонаблюдения сделает общественное пространство более безопасным; в-третьих, системы кондиционирования и обогрева, автоматы с едой и напитками, бесплатный интернет и возможность зарядки мобильных устройств обеспечат дополнительный комфорт пребывания на остановках. А внедрение возобновляемых источников энергии на крыши остановок общественного транспорта г. Казань станет важным шагом в направлении устойчивого развития и снижения негативных экологических последствий нашей энергетической системы.

Литература

1. Юнусова Р.С. Оказание транспортных услуг населению в условиях развития цифровой экономики // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике: материалы Всероссийской науч.-практ. конференции. – Казань: Изд-во «Познание» Казан. инновац. ун-та, 2018. – С. 273-280.
2. В Китае тестируют новые умные остановки // KR24.com.ua. URL: kr24.com.ua/news/v-kitae-testirujut-novye-umnye-ostanovkifoto.
3. В Азии строят «умные остановки» с датчиками температуры и УФ-лампами // Pravda.ru. URL: pravda.ru/science/1522026-technology/.
4. Умные остановки в России // URL: 24tr.ru/article/1392/.

5. Кирясов А. С. Формирование эффективной транспортно-логистической системы регионального уровня на основе концепции устойчивого развития // Инженерный вестник Дона, 2013, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1493.

6. Климов А.С., Шилкин С.В., Климова О.Л., Чумакова Е.В., Янаев Е.Ю. Автоматизация процесса регулирования воздухообмена в жилых помещениях // Инженерный вестник Дона, 2022, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7905.

7. Юшков В. С. Автоматизация дежурного автобусного парка // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке. – 2021. – С. 5-10.

8. What is LSD (Liquid Crystal Display) // techtarget.com URL: techtarget.com/whatis/definition/LCD-liquid-crystal-display.

9. Programmable Logic Controllers (PLCs): Basics, Types & Applications // Electrical URL: electrical4u.com/programmable-logic-controllers/.

10. Салимбаев, У. А., Сафаров И. И., Сафаров И. М. Автоматизированное управление комбинированными системами теплоснабжения с возобновляемыми источниками энергии малоэтажных построек // Экономика энергетики и энергосбережение: Материалы Международной научной конференции – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2018. – С. 62-64.

References

1. Yunusova R.S. Vektor razvitiya upravlencheskix podxodov v cifrovoj ekonomike: materialy Vserossijskoj nauch.-prakt. konferencii. Kazan: Izd-vo «Poznanie» Kazan. innovacz. un-ta, 2018. pp. 273-280.

2. V Kitae testiruyut novye umnye ostanovki [New smart stops are being tested in China]. KR24.com.ua URL: kr24.com.ua/news/v-kitae-testirujut-novye-umnye-ostanovkifoto.



3. V Azii stroyat «umnye ostanovki» s datchikami temperatury i UF-lampami [In Asia they are building «smart bus» stops with temperature sensors and UV lamps]. Pravda.ru URL: pravda.ru/science/1522026-technology/.
4. Umnye ostanovki v Rossii [Smart stops in Russia]. 24tr. URL: 24tr.ru/article/1392/.
5. Kiryasov A. S. Inzenernyj vestnik Dona, 2013, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1493.
6. Klimov A.S., Shilkin S.V., Klimova O.L., Chumakova E.V., Janaev E.Ju. Inzenernyj vestnik Dona, 2022, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7905.
7. Yushkov V. S. Ehksperimental'nye i teoreticheskie issledovaniya v sovremennoj nauke. 2021. pp. 5-10.
8. What is LSD (Liquid Crystal Display). Techtarget.com URL: techtarget.com/whatis/definition/LCD-liquid-crystal-display.
9. Programmable Logic Controllers (PLCs): Basics, Types & Applications. Electrical URL: electrical4u.com/programmable-logic-controllers/.
10. Salimbaev U. A., Safarov I. I., Safarov I. M. Ehkonomika ehnergetiki i ehnergoberezhenie: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo Politekhnicheskogo universiteta, 2018. pp. 62-64.