

Введение

Россия большая страна и существует довольно много удалённых небольших городов и поселков. Их трудно обеспечить электроэнергией, так как сети электропередач изношены, а новые прокладывать дорого и неэффективно. Эту задачу надо решать комплексно, разрабатывая всю систему управления энергосистемой, а так же обеспечивая управление работой социально важных объектов.

Чтобы решить эту проблему, мы предлагаем обеспечить города альтернативными источниками энергии, что дополнительно даст следующие преимущества:

- создаёт комфорт в городской среде;
- не наносит экологический вред;
- работает с минимальными потерями электроэнергии, так как электроэнергия, где вырабатывается, там и расходуется и не нужно её передавать.

При обеспечении небольших городов альтернативными источниками энергии может в некоторых случаях возникнуть ситуация, когда электроэнергии остается недостаточно в ёмкостях. Например, если продолжительное время на улице безветренная пасмурная погода, что вызовет существенный разряд существующих аккумуляторов. Если горожане ещё могут какое-то время провести без электроэнергии, то социально важные объекты оставлять без неё нельзя. Если оставить без электричества светофорное регулирование – это может привести к авариям на дорогах.

Для решения этой проблемы мы предлагаем единый центр управления светофорами, который обеспечивает их бесперебойную работу по всему городу. В случае если ёмкость городских аккумуляторов будет на исходе, центр управления передаёт по радиосвязи сигнал на ближайшую электростанцию, с которой выезжает робот с заряженным на электростанции аккумулятором, который привозится на подстанцию центра управления дорожным движением.

Разработка элементов управления энергетической системой города

1. Конструирование адаптивной энергетической установки.

«Зелёная энергетическая установка» состоит из адаптивной солнечной батареи, ветрогенератора и накопителя электроэнергии – аккумулятора (Рисунок 1)

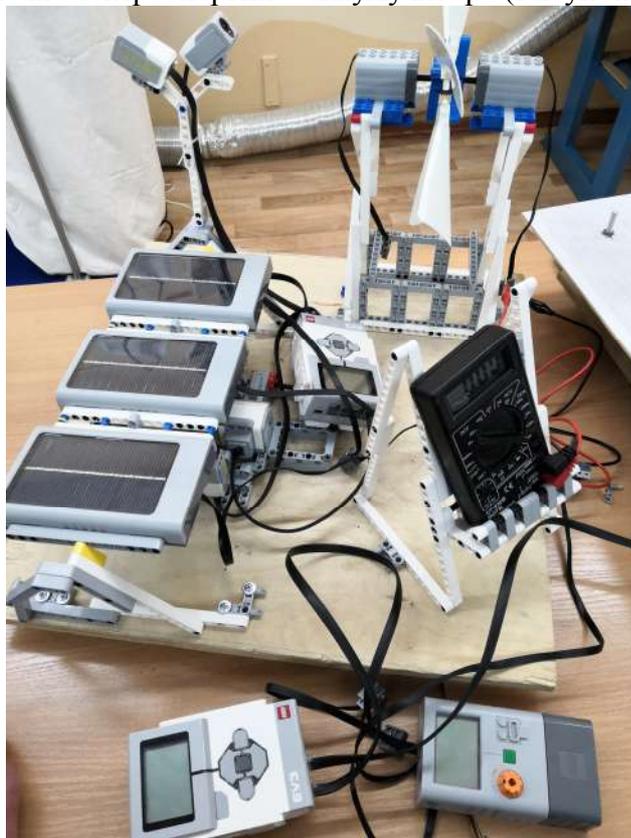


Рисунок 1. Адаптивная энергетическая установка

В дневное время солнечной активности электроэнергия вырабатывается адаптивной солнечной батареей. Вертогенератор вырабатывает электроэнергию при силе ветра более 3 м/с. Выработанная электроэнергия расходуется, а так-же поступает в аккумулятор, заряжает его, чтобы была возможность пользоваться «Зелёной энергетической установкой» в тёмное время суток и при отсутствии ветра.

Основная проблема использования солнечных батарей в умеренных и северных заключается в малой солнечной активности. Угол падения солнечных лучей сильно меняется с течением времени суток.

Мы разработали систему, которая позволяет менять положение солнечной батареи относительно солнца. Система ищет точку максимальной генерации батареи, тем самым можно повысить КПД солнечной батареи.

2. Конструирование лежачего полицейского со специальным приводом, генератором и возвратным механизмом.

В ходе работы над проектом мы разобрались в физических принципах преобразования энергии и пришли к мысли, что «зелёная энергия» иногда лежит в буквальном смысле под ногами. Например, автомобиль, преодолевая «лежащий полицейский» расходует механическую энергию. А что если попробовать преобразовать эту бесполезно расходуемую энергию в электрическую. Похожий проект пытаются реализовать американские учёные компании New Energy Technologies из штата Мэриленд.

Наше решение выглядит так:

Датчик касания при срабатывании до нижнего положения «зелёного лежачего полицейского» даёт сигнал на отключение от сети генератора, чтобы без нагрузки его вернули пружины в исходное состояние. После чего «зелёный лежащий полицейский» снова готов к работе. То есть генерация энергии происходит только при движении вниз (Рисунок 2).

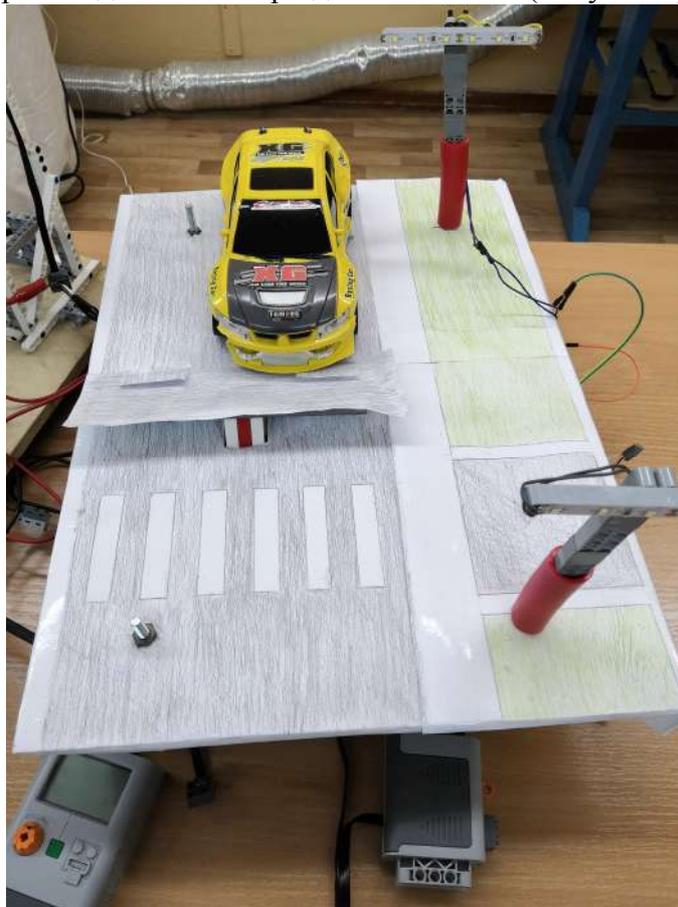


Рисунок 2. Модель лежачего полицейского.

В пакете MathCAD 14 pro мы создали математическую модель, которая позволяет оценить целесообразность применения устройства «зелёный лежащий полицейский»

В результате проведённых исследований и анализа мы пришли к выводу, что на центральных улицах нашего города (население 97 тыс. чел) промышленная установка «зелёный

лежачий полицейский» позволит выработать электроэнергию 1,3 кВт/ч на две полосы движения, которой достаточно для питания 4-х светодиодных светильников мощностью 30 Вт каждый в течении 10 часов тёмного времени суток. Это позволит освещать 30м дороги до и после пешеходного перехода.

От установки можно включить светофоры, или предусмотреть резервное питание светофоров на случай отключения электроэнергии сети.

Установку «лежачий полицейский» можно поставить на промышленный поток - конвейер, создав несколько модификаций по ширине и мощности, что сделает её значительно дешевле, а значит, «зелёная энергия» станет ещё ближе.

3. Разработка центра управления дорожным движением.

В качестве центра управления дорожным движением мы предлагаем отдельностоящее здание, в котором располагаются блок EV3 и блок робототехнического конструктора Eguoma на основе Arduino. К конструктору Eguoma присоединены для демонстрации 4 светофора, провода к которым проложены под дорожным полотном. Рядом находится специальное помещение для аккумуляторов. (Рисунок 3).

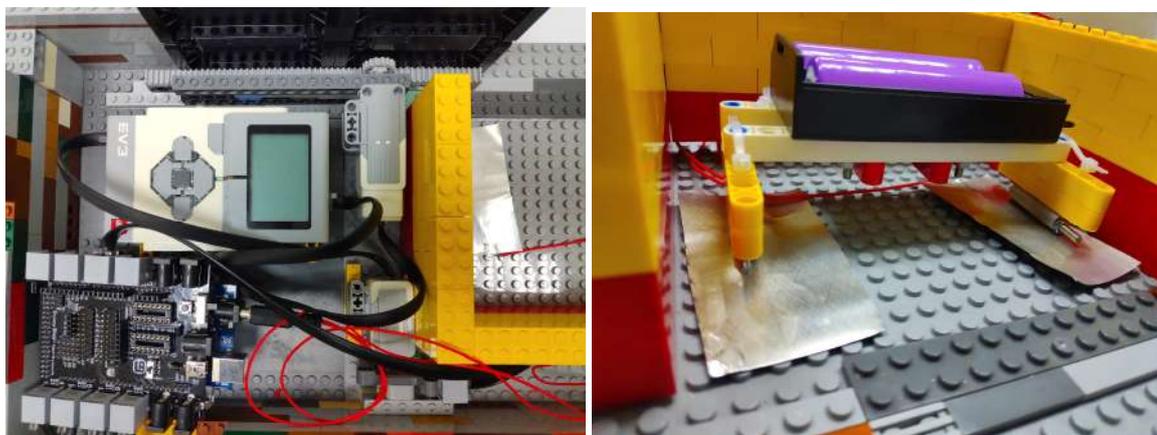


Рисунок 3. Центр управления дорожным движением.

В случае если емкость аккумуляторов становится ниже нормы, или электричество исчезает, светодиод, присоединенный к Ерёме уменьшает свет, и датчик освещенности EV3 фиксирует это и отправляет сигнал по Bluetooth роботу (Рисунок 4), находящемуся на ближайшей к городу электростанции, после чего робот немедленно выезжает с заряженным аккумулятором и устанавливает его в специальный отсек контактными площадками, что обеспечивает немедленную подачу электроэнергии. Отсек открывается с помощью червячной передачи.

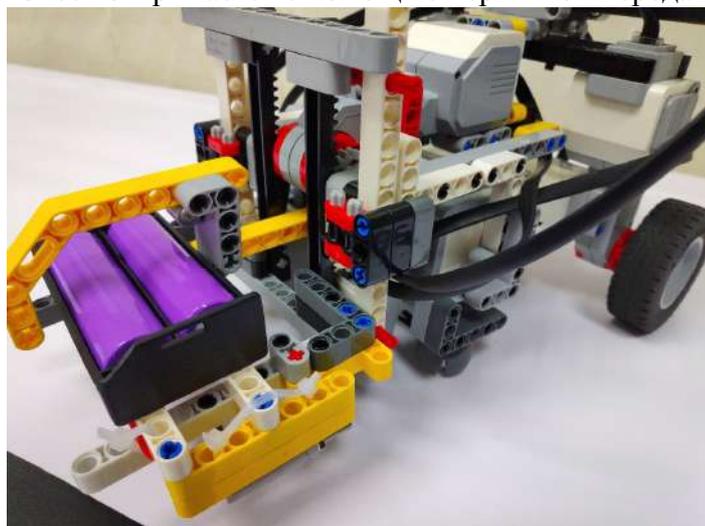


Рисунок 4. Робот для автоматической доставки аккумуляторов.

В современных светофорах используются светодиодные элементы, что значительно снижает энергопотребление и позволяет значительно снизить размеры аккумуляторов, перевозимых с ближайшей электростанции в город или посёлок.

Разработка программного обеспечения

1. Разработка системы регулирования адаптивной энергетической установки.

Работа регулятора основана на сравнении светового потока от двух датчиков цвета, включенных в режиме измерения освещённости. Датчики направлены под углом 45° к западному и восточному горизонтам.

Подстройка панели запускается через равные промежутки времени 30 мин. Для выполнения цикла подстройки должны выполняться условия:

- Прошёл интервал времени между подстройками;
- Снижена вырабатываемая мощность солнечной панели (мощность солнечной панели контролирует мультиметр).

Если выполнены условия запуска цикла, то происходит следующее:

- Снимаются показания «восточного» и «западного» датчиков и формируется аргумент функции (ось «X») – разность показаний «восточного» и «западного» датчиков – это управляющее воздействие

• «X» отправляется в управляющую функцию (ось «Y»), которая рассчитывается в математическом блоке программы

Чем больше «X», тем больше получается значение управляющей функции тем больше отклоняется панель, так как управляющая функция задаёт количество оборотов сервопривода – это есть реакция на управляющее воздействие

- Перемещение солнечной панели в восточном и западном направлениях ограничиваются датчиками касания

• При отсутствии генерируемой мощности и срабатывании «западного датчика касания» (это батарея дошла до западной точки и нет света - наступила ночь) прерывается основной цикл и включается сервопривод поворачивающий батарею до «восточного датчика касания» (батарея готовится утром, встретить солнце с востока)

Математика в цикле подстройки батареи:

Сначала мы вводили коэффициенты, подгоняя число оборотов – создали линейные функции регулирования.

Чтобы обеспечить устойчивость работы системы при малых отклонениях аргумента – «X» от -10 до +10, мы провели математический эксперимент в системе MathCAD 14 pro, сформировав кривую полинома 3-й степени, в которой функция мало меняется при изменении аргумента «X» в окрестности точки «0» (от -10 до +10) (Рисунок 5).

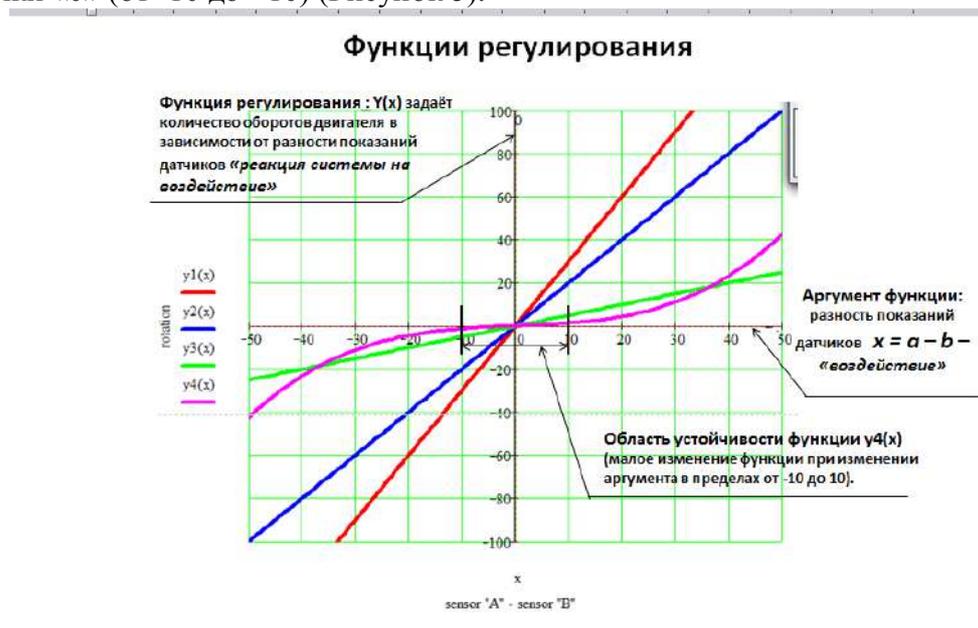


Рисунок 5. Функция регулирования

В соответствии с данной функцией написана программа управления (Рисунок 6).

Программа управления «Зелёной энергетической установкой»

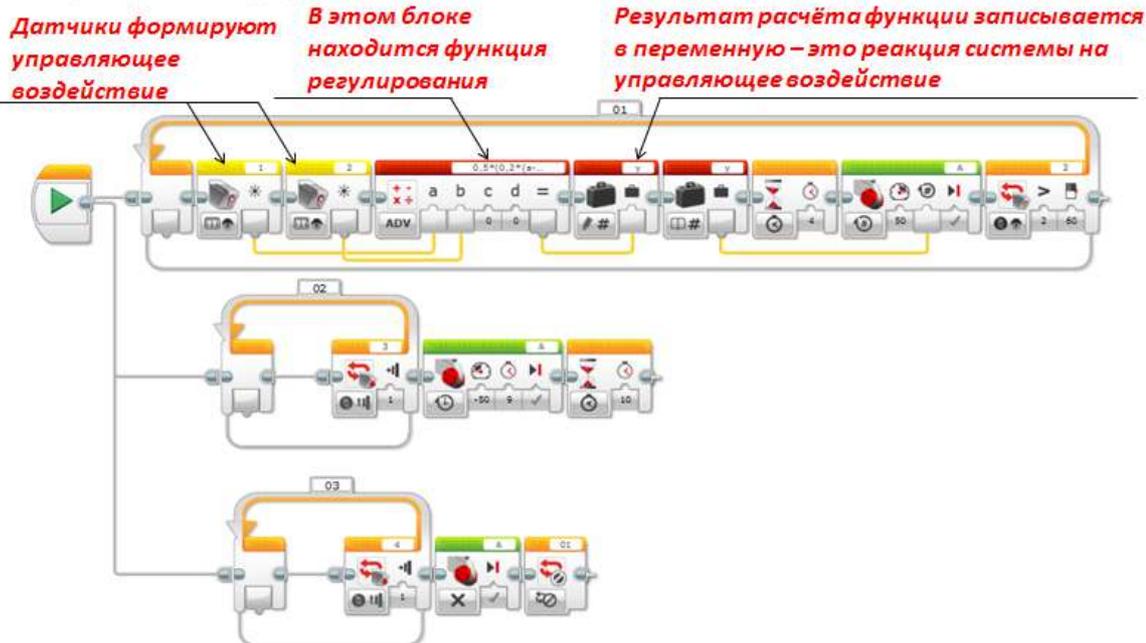


Рисунок 6. Программа управления установкой.

Движение робота от электростанции до центра управления осуществляется по черной линии на ПД-регуляторе с использованием обмена Bluetooth сообщениями.

Управление светофорами написано в среде Arduino IDE с использованием библиотеки Eryoma, пример участка программы приведен на Рисунке 6.

```
svetofor$
#include <Eryoma.h> // Подключаем библиотеку
Eryoma robot; // Создаём экземпляр класса Eryoma

void setup() {
  robot.setupConnector(4, TrafficLight); // Указываем, что на 1 коннект
  robot.setupConnector(5, TrafficLight);
  robot.setupConnector(6, TrafficLight);
  robot.setupConnector(7, TrafficLight);
}

void loop() {
  //зелёный и красный
  robot.write(4, 255, 0, 0);
  robot.write(6, 255, 0, 0);
  robot.write(5, 0, 0, 255);
  robot.write(7, 0, 0, 255);
  delay(10000);

  //зеленый мигающий
  robot.write(4, 0, 0, 0);
  robot.write(6, 0, 0, 0);
  delay(500);
  robot.write(4, 255, 0, 0);
  robot.write(6, 255, 0, 0);
  delay(500);
}
```

Рисунок 7. Начало программы управления светофорами

Заключение.

В целом наш проект позволит обеспечить комплексное управление энергетической системой города и дорожным движением, полностью обеспечивая его альтернативными источниками энергии, при этом в достаточно редких случаях когда возможны недостаток ёмкости в сети центр управления дорожным движением обеспечивается привозной электроэнергией с ближайшей электростанции, что гарантирует бесперебойную работу светофоров, и отсутствие аварий.