3-й Всероссийский фестиваль научно технического творчества
«РобоМИР»

ТВОРЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ
Всемирное наследие (средняя группа)

«Исторический центр Санкт-Петербурга и группы памятников»

Авторы проекта
Команда «Автоботы». Мурманская область
Федулеева Екатерина, ученица 8 класса
Федулеева Татьяна, ученица 6 класса
МБОУ г. Мурманска Гимназии №1
Богатый Александр, ученик 5 класса
МБОУ г. Снежногорск СОШ №266

Руководители проекта:
Федулеев Александр Александрович,
инженер-программист ООО ”Гранд Трейд”
Михедько Оксана Григорьевна,
учитель физики, МБОУ «СОШ № 266
г. Снежногорск

Научный консультант:
Карелин Александр Дмитриевич,
специалист ОЯРБ Головного филиала
СРЗ «Нерпа» ОАО «ЦС «Звездочка»

г. Москва
2013 г.

Наша команда выбрала темой своего проекта Исторический центра Санкт-Петербурга и группы памятников, являющимся одним из объектов, охраняемых ЮНЕСКО.

У Мурманска давняя связь с городом Петра. В период с 1927 по 1937 годы Мурманск входил в состав Ленинградской области. Инженеры Санкт-Петербурга проектировали градостроительный план нашего города.

Один из участников нашей команды, Александр Богатый в течении 2012 года работал над научной работой «Чистая крыша», посвященной проблеме борьбы с сосульками и снегом, которые образуются на крышах зданий. Александр защищал свою работу перед членами жюри областного и всероссийского этапа, стал абсолютным победителем 3 степени на Всероссийском соревновании юных исследователей Шаг в Будущее. ЮНИОР.

Проблема борьбы с сосульками очень актуальна для Санкт-Петербурга, поэтому именно эта идея была положена в основу нашего проекта.

Цель проекта:

На основе микрокомпьютера NXT, деталей конструкторов ЛЕГО, плат ARDUINO и различных дополнительных материалов создать модель роботизированной системы установки «Чистая крыша», которая реализует бесконтактный способ удаления наледи и сосулек с крыш зданий.

Задачи проекта:

- Создать конструкцию робота.
- Составить маршрут движения для робота.
- Разработать программу движения робота по заданному маршруту.
- Создать программный комплекс для передачи данных между блоком NXT и персональным компьютером.
- Разработать электрическую схему управления работой системы Чистая крыша с использованием платы ARDUINO.
- Создать программно-аппаратный комплекс для передачи данных между блоком NXT и платой ARDUINO.
- Создать установку для демонстрации лазерных спецэффектов.

Распределение обязанностей в команде:

Федулеева Катя - создание электронных схем, создание конструкций робота.

Федулеева Таня - программирование Lego NXT, Arduino, создание систем для обмена данными между различными системами проекта.

Богатый Александр - адаптация системы “Чистая крыша” для использования в составе роботизированного комплекса, создание макетов зданий и сооружений.

Для создания комплекса было использовано:

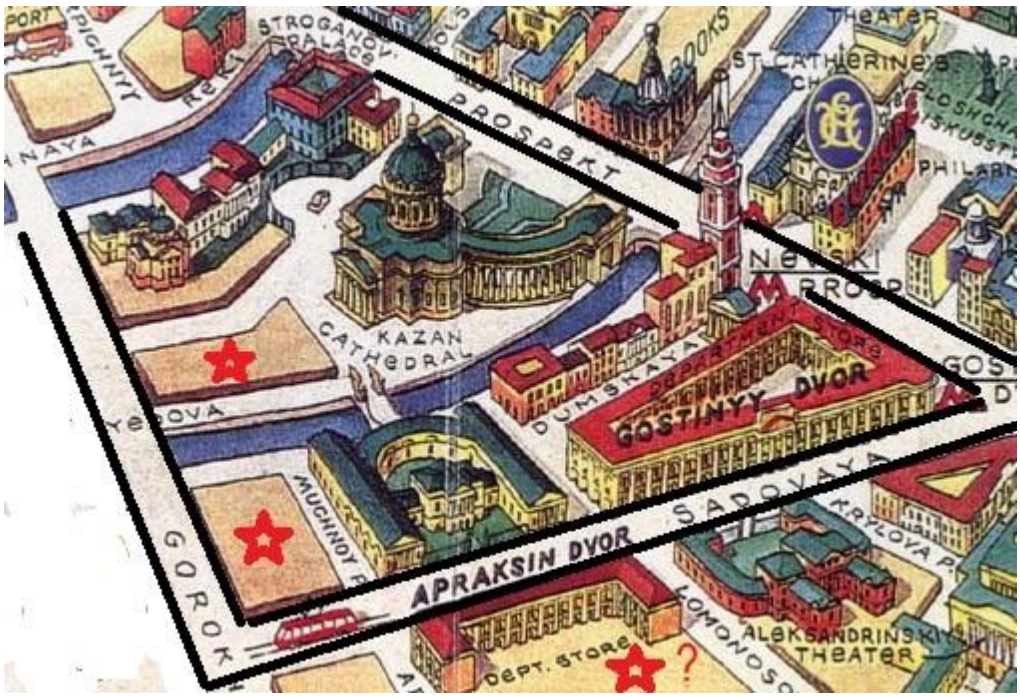
- 1 блок NXT,
- 1 датчик цвета,
- 3 мотора NXT,
- 1 лампа NXT 74880
- 2 платы Arduino
- 1 плата Arduino Motor Shield
- 2 мотора постоянного тока
- 1 фоторезистор
- 1 динамик
- электронные компоненты для работы системы Чистая Крыша

Программа для робота написана на языке RobotC.

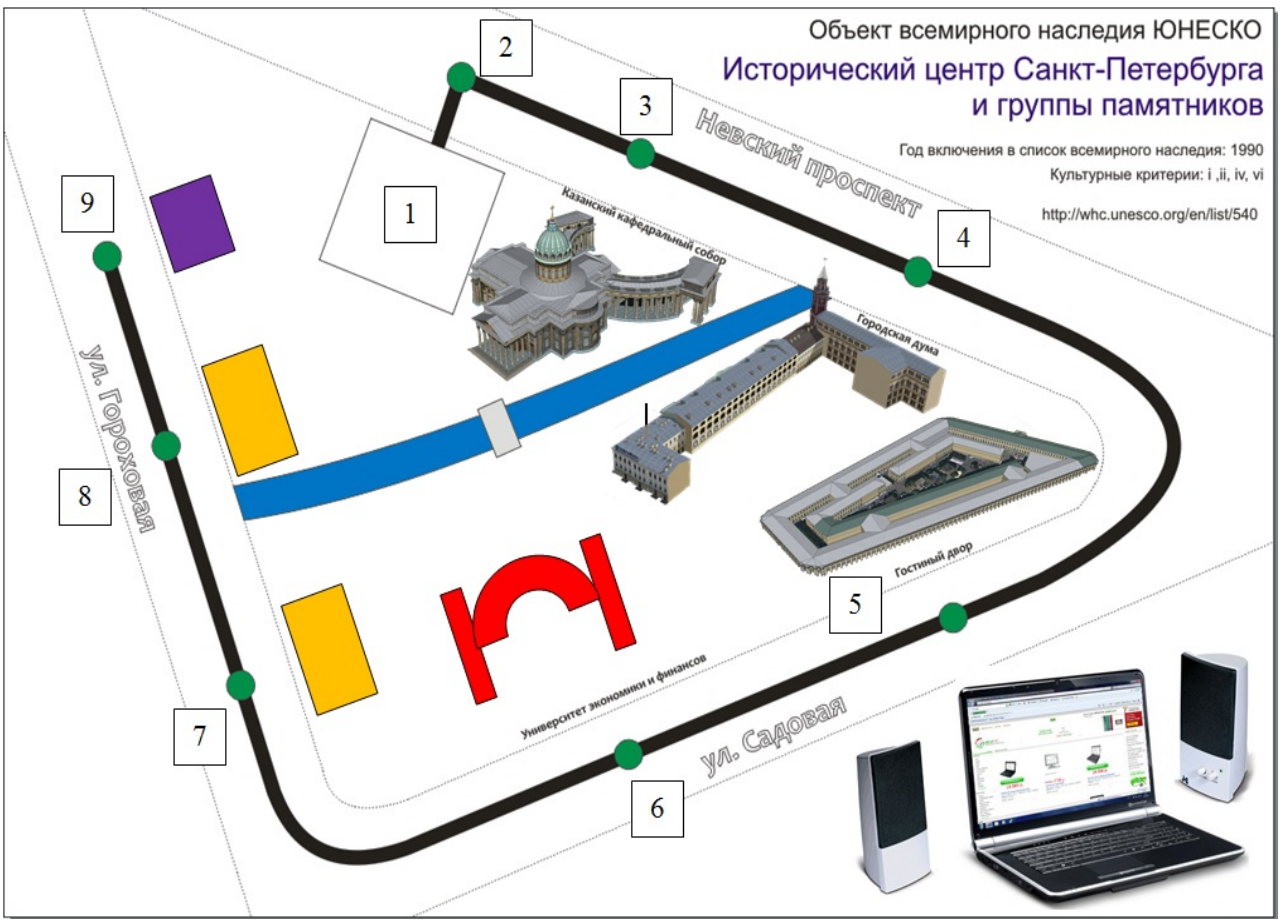
Программы для плат ARDUINO написаны на языке C.

На первом этапе была разработана общая концепция проекта, распределены обязанности между участниками команды.

Используя одну из старых карт Санкт-Петербурга был выбран район, в котором представлены как здания и сооружения, имеющие историческую ценность, так и жилые дома.



На основе данной карты, был изготовлен макет поля и выбран маршрут движения для робота.



Для создания изображений Казанского кафедрального собора, городской думы и Гостиного двора были использованы файлы 3D моделей из программы Google Earth. Была идея сделать эти здания в виде объемных макетов или собрать из деталей конструктора Lego, но не получилось в силу отсутствия большого количества разнообразных деталей, что бы сделать макеты зданий похожими на оригинал. В дальнейшем планируется изготовить 3D макеты зданий, раскрасить их в цвет оригинальных зданий и использовать для демонстрации.

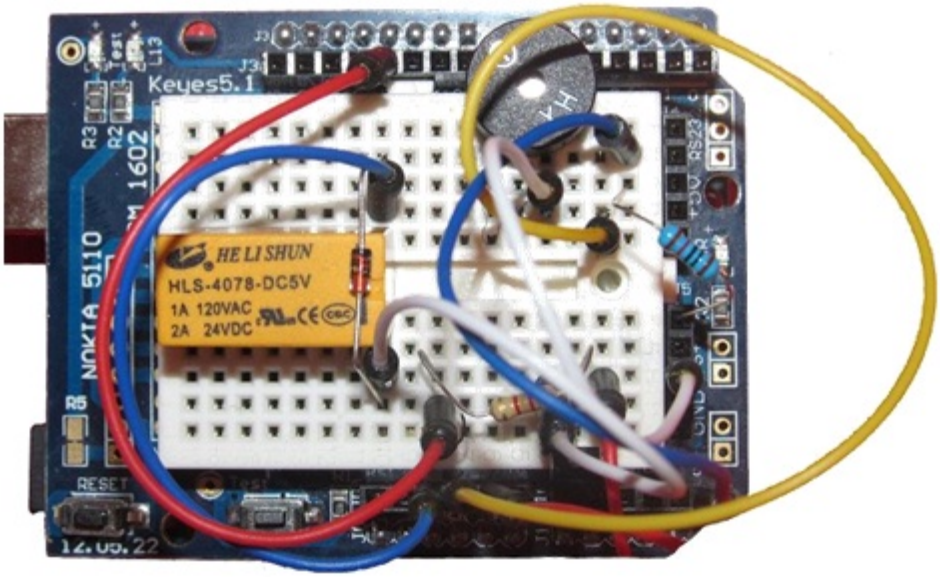
Используя картон был изготовлен макет здания университета экономики и финансов.

Макеты зданий для демонстрации установки “Чистая крыша” были модифицированы. Если ранее они были автономными, то есть источник питания был у них внутри, то теперь было решено накопитель энергии и систему генерации импульсов разместить на роботе. Для того, что бы передать импульсы с робота было решено использовать специальный манипулятор, к которому подведены провода. Макеты зданий были установлены на специальные подставки из фанеры, на которых установлены контактные площадки. Робот подъезжает к зданию, манипулятор опускается на контактные площадки и таким образом может передать электрические импульсы на исполнительные устройства установки “Чистая крыша”.

Питание электрических компонентов одной из установок составляло 27 вольт, а второй -12 вольт. Было решено использовать 3 батарейки крона (27 вольт), а для питания второй установки использовать стабилизатор напряжения на 12 вольт HE7812.

В качестве управляющей платформы для системы генерации импульсов была выбрана плата Arduino. У Кати уже был опыт работы с данной платой. Была разработана схема для генерации импульсов. В качестве управляющего элемента используется реле.

Электрические элементы расположены на макетной плате и располагаются над платой Arduino.



Для того, что бы плата Arduino знала, в какой момент необходимо подавать электрические импульсы было необходимо разработать систему передачи данных от блока NXT к плате Arduino. Рассмотрев разнообразные способы, была выбрана система на основе фоторезистора и лампы. Лампа из набора Lego подключается к блоку NXT. В нужный момент лампа зажигается, значение аналогового сигнала, получаемого от фоторезистора изменяется и плата ARDUINO может зафиксировать что сигнал был подан. После этого производится генерация импульсов, пауза и плата готова к приему следующего сигнала. Для того, что бы не было случайных срабатываний, лампа вместе с фоторезистором помещена в корпус и закреплена изолентой.

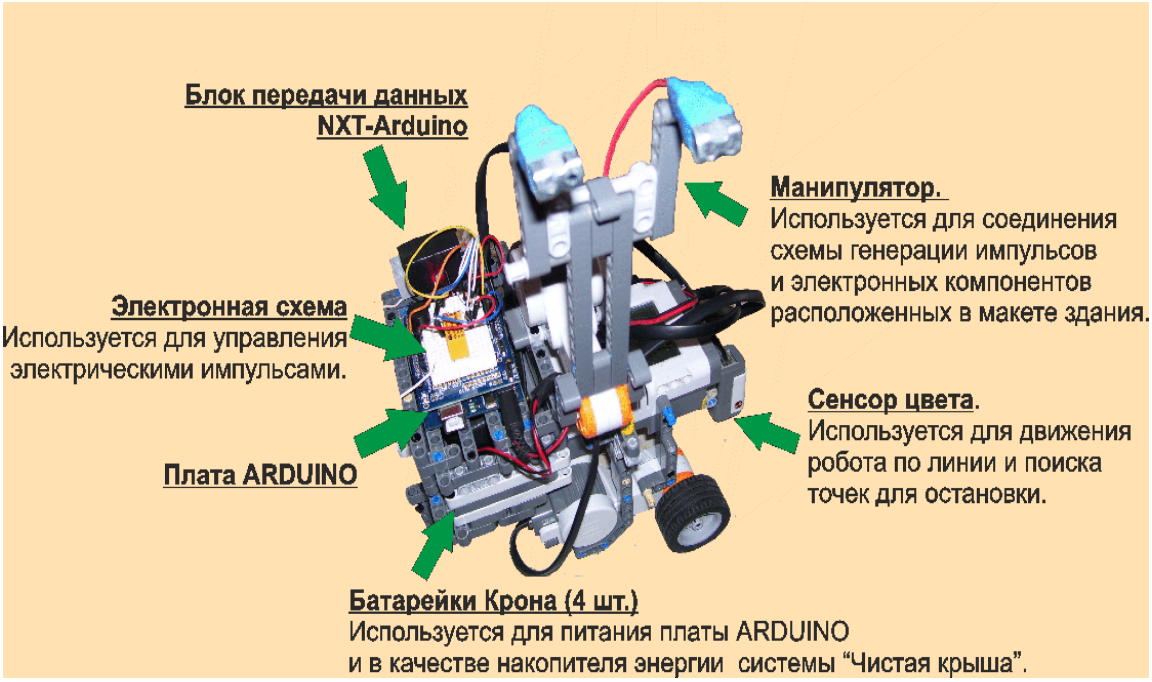
Был добавлен динамик для звукового предупреждения перед началом работы системы.

Программа для ARDUINO

```
int rele = 11;
int buzzer= 6;
int photo=5;
int iValue;

//functiya izdaet zvukovoi signal 3 raza
void buzz()
{
 for( int a = 1; a <= 3; a++ )
  {
 tone(buzzer,900,1000);
  delay(2000);
  }

}
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(photo, INPUT);
   Serial.begin(9600);  //Begin serial communcation
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop()
{
  iValue = analogRead(photo);
  //Serial.println(iValue);

  if(iValue>=10)
{
  buzz();

   for( int a = 1; a <= 5; a++ )
   {
   digitalWrite(rele, HIGH);
   delay(100);
   digitalWrite(rele, LOW);
   }

   delay(1500);
}
delay(10);
}
```

Общая схема работы системы следующая:

1) Робот подъезжает к точке, где находится макет здания с системой “Чистая крыша”
2) Демонстрируется видеоролик о данной системе
3) Опускается манипулятор робота
3) Блок NXT зажигает лампу на 1 секунду.
4) Плата Arduino с помощью фоторезистора определяет наличие сигнала и запускает генерацию импульсов
5) Система Чистая крыша демонстрирует скидывание сосулек и удаление снега с крыши.
6) Манипулятор поднимается и робот продолжает движение.



Для движения робота по линии используется PID алгоритм. Датчик цвета работает в двух режимах: освещенности - для движения по линии и цвета - для поиска зеленых точек, где робот должен остановиться.

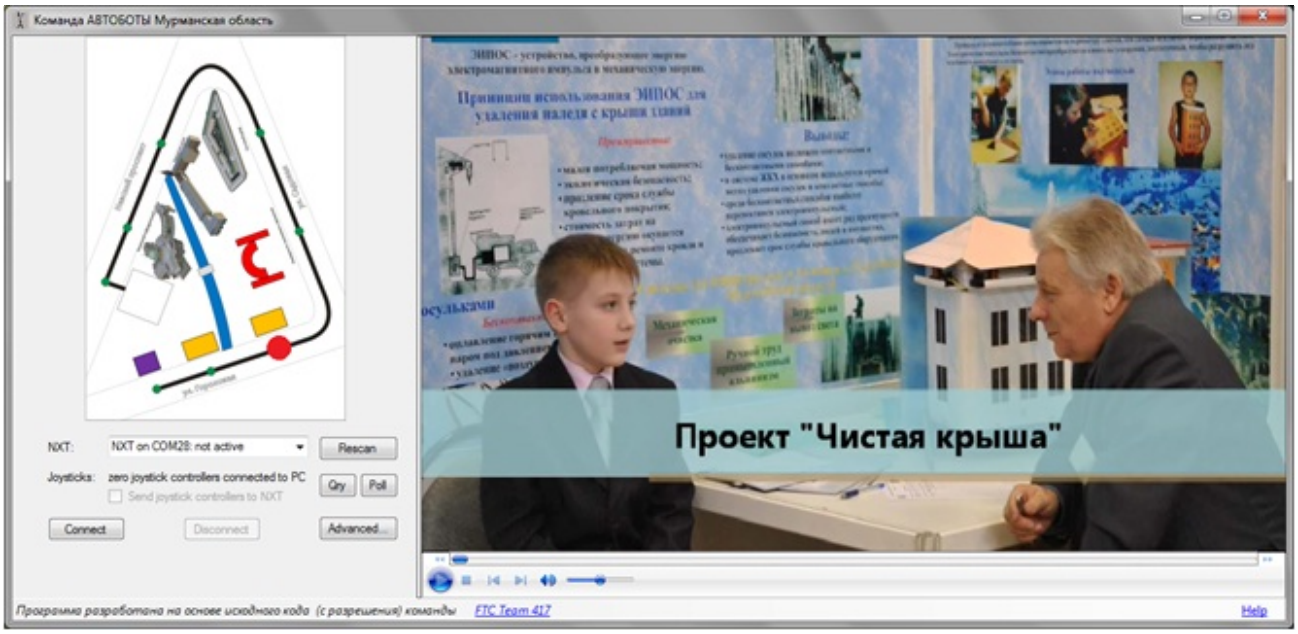
Пример функции движения по линии определенное расстояние:

```
void PID(int DegToMove)
{
 float Dt=1;
 int err;  int errOld = 0;
 float P=0;  float I=0;  float D=0;   int Y;
 nMotorEncoder[motorB] = 0;
 nMotorEncoder[motorC] = 0;
 while(nMotorEncoder[motorB]< DegToMove)
 {
  err=SensorValue(S1)-N;
  P=Kp*err;
  I=I+Ki*err*Dt;
  D = Kd*(err-errOld)/Dt;
  Y=P+I+D;
  motor[motorB]=20+Y;
  motor[motorC]=20-Y;
  errOld = err;
  wait1Msec(5);
 }
}
```

После обсуждения было решено сделать, что бы на компьютере демонстрировался видео сюжет о том объекте, около которого остановился робот. Необходима была возможность передавать на компьютер с помощью технологии bluetooth номер точки, где в настоящий момент находится робот. Рассмотрев несколько вариантов была обнаружена свободно распространяемая версия программы от группы FTC417. http://www.ftc417.org/, которая позволяет передавать на компьютер для последующего анализа любые данные с блока NXT.

Данная программа была модифицирована с разрешения разработчиков. Была добавлена карта и возможность показа видеосюжетов.

Интерфейс программы представлен на рисунке.



В левой части сверху представлена карта, по которой едет робот. Красной точкой отмечается его текущее положение. Внизу слева располагаются элементы управления для установки связи с роботом. Остальную часть окна программы занимает демонстрируемое видео.

В программе робота задано, сколько секунд необходимо подождать на каждой точке, что бы к моменту окончания текущего фрагмента он подъезжал к следующей точке. После последний точки выполнение программы заканчивается и робот останавливается.

Очень часто при проведении мероприятий в качестве финальной точки используются различные видео или лазерные шоу. В конце выступления будет продемонстрирована одна из подобных систем - установка спирограф. Это одна из последний разработок Федулеевой Кати. Данная установка позволяет демонстрировать красочные лазерные спецэффекты, используя три лазерные указки разного цвета и систему зеркал, размещенных на моторах.

Управляет установкой плата Arduino и Motor Shield.

Список литературы:

1. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г.П. Свищев. — М.: Научное изд-во «Большая российская энциклопедия»: Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, 1994. – 736 с.
2. Белый Д.М. Способ удаления сосулек по периметру крыши здания (патент № 2443833) Официальная публикация патента № 2443833. //Электронный ресурс/ Адрес доступа: http://www.freepatent.ru/patents/2443833
3. Ватин Н.И., Володин В.В. Реконструкция крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций./ Инженерно-строительный журнал.- 2010. - № 2. – с. 59-64
4. Вибротрос модульного типа: Описание изделия. – СПб: ООО ПКФ Форвард, 2011. – 9 с.
5. Дружинин П.В., Бараш А.Л. Способы недопущения льдообразования на крышах зданий // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2007. - № 14. – с.6-13
6. Левин И.А. Мы сбиваем сосульки с крыш./Химия и жизнь.- 1982. - № 12. – с.82-85
7. Организация уборки снега в Хельсинки. Отчет по результатам кабинетного исследования.- СПб.: ЗАО «Решение», 2011. – 32 с.
8. *Брага Н.С.* Создание роботов в домашних условиях; М.:НТ Пресс, 2007. – 368 с. ISBN 5-477-00749-4
9. *Котов Ю.*В. "Как рисует машина" М:Наука,1998. – 221с. ISBN 5-02-013791-X
10. *Кулик С.И*. "Спирограф. Теория и практика";
11. *Феррари М; Феррари Д.* Building Robots with LEGO Mindstorms NXT; Syngress,2007. – 480 с. ISBN 978-1-59749-152-5