

# КИРОВЕТС - ПОБЕДИТЕЛЬ ГОЛОДА



КОМАНДА  
ПРЕЗИДЕНТСКОГО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
ЛИЦЕЯ №239

Санкт-Петербург  
2018



## Эксперты ООН впервые за 15 лет зафиксировали увеличение числа голодающих людей на планете. Основными причинами названы изменения климата и войны.

### Исследование



**Зерно** — основной продукт питания человека.

На карте участников мирового рынка видно, что зерновые культуры занимают в мире половину всей обрабатываемой площади. Чтобы человечество не сталкивалось с дефицитом пищи, производство пшеницы должно увеличиваться. Но сейчас климат на Земле меняется в сторону потепления и засухи учащаются.

Пшеница растет хорошо в таких условиях, когда запасы влаги в почве способствуют развитию разветвленной корневой системы. Если растению дать достаточно воды на ранних стадиях роста, корни сформируются крепкими и сильными. Для полива пшеницы широко используются дождевальные машины.





Они медленно двигаются через все поле и поливают его везде одинаково. Система имеет множество недостатков - для производства требуется очень много металла, сложность монтажа, невозможность управлять интенсивностью полива в различных местах поля, отсутствие обратной связи с информацией о засушливых местах, громоздкость и отсутствие маневренности, нужно большое количество механической энергии для создания напора воды.

**И в результате - непродуктивный расход воды, потери урожая.**

**При орошении важно не просто насыщение почвы влагой, а регулирование водного баланса почвы в соответствии с потребностями растений! Земледелие должно быть точечным!**

## **Основная идея**

Таким образом ***перед человечеством встали задачи:***

1. Устранение голода на планете за счет увеличения урожайности основного продукта питания людей - пшеницы.
2. Повышение продуктивности сельского хозяйства путем планированного орошения в нужное время в нужных местах поля. Минимальное участие человека в работе техники и максимальная автоматизация ухода за полями.
3. Развитие ресурсосберегающего земледелия за счет экономии природных ресурсов (воды для полива, металла для техники).

Мы проанализировали основные задачи и решили создать для их решения **автономный беспилотный трактор**, который сможет:

1. При помощи системы навигации самостоятельно ориентироваться на поле.
2. На основании полученной со спутника и обработанной информации определять засушливые участки поля, нуждающиеся в дополнительном орошении.
3. Получая информацию с датчиков, установленных по периметру поля, самостоятельно осуществлять забор воды в нужном месте из расположенных на поле оросительных канав. Это обеспечит точечный полив в необходимых местах без лишних затрат на транспортировку и подачу воды.

Такой беспилотник сможет из года в год прилежно трудиться, самостоятельно ухаживая за своими полями.



## **Прототип**

Петербургский тракторный завод начал выпуск трактора Кировец К-424. Это модель показалась нам наиболее удачной и мы решили создать свой беспилотник из LEGO на ее базе, оставив лучшее конструктивное решение для трактора - шарнирно-сочлененное соединение. Новый KIROVETS мы оснастили навесным оборудованием для полива и различными датчиками для многоступенчатой системой навигации.

Тракторы "Кировец" выпускались в СССР с 1961 года. Сейчас Кировский завод является единственным производителем энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов в Российской Федерации и входит в число ведущих изготовителей дорожно-строительной техники. Дилерские и сервисные центры активно работают в Канаде, Германии, Болгарии, Венгрии, Литве, Египте, на Кубе и т. д. Надеемся, что KIROVETS - не просто набор букв для членов международного жюри. Но, даже если сейчас это так, наш проект призван придать этим буквам осмысленное значение и донести до всех, что Россия - не только крупнейший экспортер пшеницы, но производитель современной качественной сельхозтехники.



## **Модель реальной ситуации**

Мы моделируем реальную ситуацию с помощью полностью автономного “поля”, на котором пшеница прорастает только в местах достаточного полива. В случае, если влаги недостаточно, беспилотник возвращается в необходимое место и осуществляет повторный полив. После того, как все поле проросло равномерно и в поливе больше не нуждается, трактор останавливается в исходной точке. В реальной жизни робот может самостоятельно вернуться на базу для смены навесного оборудования и продолжения своей миссии ухода за посевами.

## **Полигон**



Полигон имитирует поле с прорастающей пшеницей. Проект макетный, следовательно, соблюсти пропорции не представляется возможным. Расчетная длина стрелы - по 35 метров в каждую сторону. На каждые 70 метров - технический проезд 3,5 метра. Для экономии площади под посевы канава расположена между колес трактора. Трактор перемещается по дороге, в которую вмонтированы две канавы с водой. Пока предполагается, что они наполняются грунтовыми водами. Но мы работаем над системой автоматизированной подачи воды из скважины. Канавы будут соединены друг с другом и наполняться с помощью насоса из емкости с водой под полем.

По краям оросительных канав расположены магниты **M**, местоположение которых отслеживается датчиками Холла, расположенными на тракторе. Информация обрабатывается контроллером NXT трактора, в нужный момент подается команда моторам опустить насос, начать закачивание воды и орошение.



По периметру вдоль оросительных канав установлены два датчика **IRSeeker**, информация с которых передается по радиоканалу на контроллер NXT трактора. Их



задача отслеживать местоположение трактора по сигналам расположенного на нем инфракрасного маяка **IR**. Таким образом создается многоуровневая система навигации, обеспечивающая защиту от возможных ошибок при работе насоса. 4 датчика **RainSensor (RS)** под полем подключены к контроллеру EV3 поля. При попадании на датчики достаточного количества воды подается команда расположенным под полем моторам, одна из четырех нижних частей начинает подъем - и пшеница прорастает в специальные отверстия верхнего поля. На поле 4 автономных сектора с механизмом подъема пшеницы. Шарико-винтовой механизм для подъема поля мы подсмотрели на школьном 3D-принтере, на котором печатали детали для проекта. Для того, чтобы напечатать детали, Дима и Ярослава научились работать в Autodesk Inventor. У каждого из них появилось много уникальных полезных вещей :)



Программа поля написана на RobotC.



Фото. Механизм поднятия одной из 4-х частей поля.

Часть кода на RobotC.

```
task taskOne ()
{
  nMotorEncoder[motorA] = 0;
  while(true){
    if(one == true && s1 >= water){
      motor[motorA] = 100;
      while(nMotorEncoder[motorA] < enc){
        sleep(1);
      }
      motor[motorA] = 0;
      one = false;
    }
    if(one == false && s1 < water){
      motor[motorA] = -100;
      while(nMotorEncoder[motorA] > 0){
        sleep(1);
      }
      motor[motorA] = 0;
      one = true;
    }
  }
}
```

## KIROVETS

Наш робот уникален тем, что он четырехколесный, сочлененный, боковое трение отсутствует. Система полива включает в себя навесную стрелу с двумя форсунками-распылителями и медицинским клапаном для переключения подачи воды право-лево-обе, автомобильным насосом с механизмом поднятия.

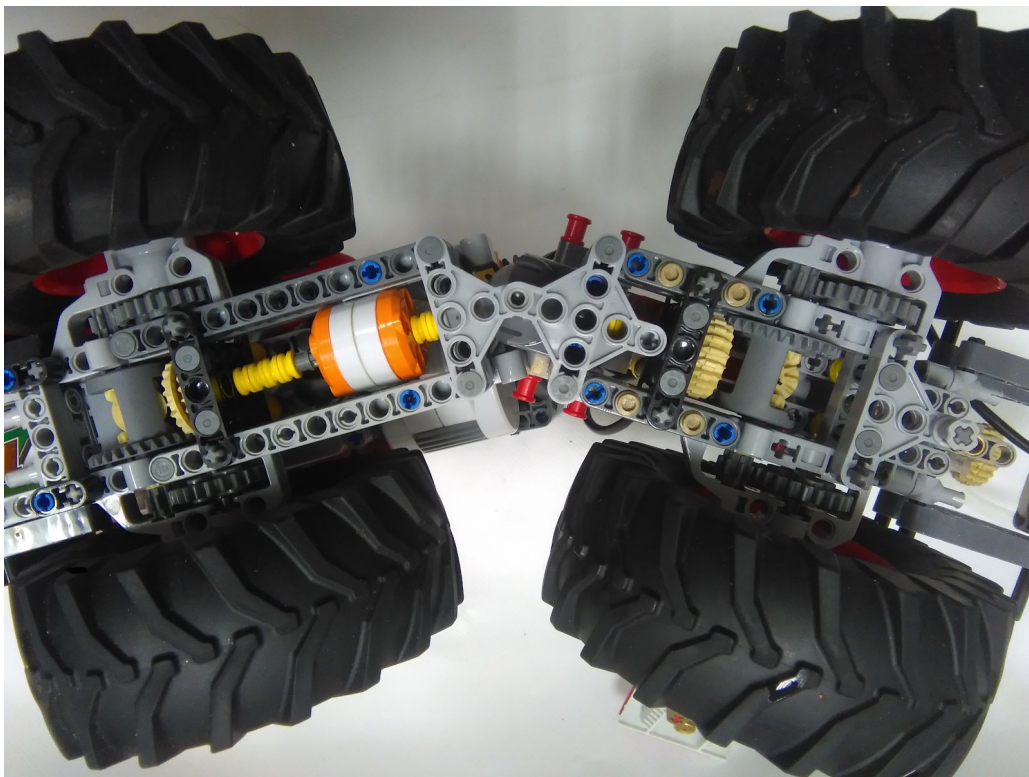


Фото. Шарнирно-сочлененное соединение; два дифференциала для правильного распределения скорости между наружными и внутренними колесами при повороте.





## Схема работы проекта.



Трактор оснащен датчиками света, инфракрасным маяком и датчиком Холла для многоуровневой системы навигации. Программа написана в RobotC.



## Спутник (ВЕБ-камера)

Информацию с камеры робот получает по радиоканалу с ноутбука, к которому она подключена проводом. В зависимости от цвета каждой из 4-х частей поля принимается решение о необходимости дополнительного полива.

Для определения цвета используется система HSV, т.е. цветовой тон, насыщенность и яркость (калибровка с помощью 3-х ползунков с сохранением оптимальных настроек, координаты четырёх прямоугольников задаются "растягиванием" периметра фигуры). Смотрим, больше или меньше 8000-10000 пикселей заданного цвета (в зависимости от освещённости). Если  $\geq$ , то проросло. Если меньше, не проросло. Количество зелёных пикселей в прямоугольнике варьируется примерно от 1000 до 13000, так что if с порогом здесь работает хорошо. На трактор информация должна передаваться в виде четырёхзначного числа в двоичной системе счисления, например, 1011 значит, что не проросло только одно поле - второе. Его нужно полить. Остальные проросли. Программируется на C++.

### ФРАГМЕНТ КОДА:

```
#include <iostream>
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <Windows.h>
#include "BluetoothNXT.h"
#define KEY_PUSH(key) (GetAsyncKeyState(key) & 0x0001)
#define KEY_DOWN(key) (GetAsyncKeyState(key) & 0x8000)

using namespace std;
using namespace cv;

const int W = 640;
const int H = 480;

bool calib = false;
bool firstpoint = false;
int h;
int s;
int v;
Point p1, p2;
Point points[8];
int hmin = 41, hmax = 86, smin = 129, smax = 129, vmin = 128, vmax = 255;

void mouseFunc(int event, int x, int y, int flag, void *param)
{
    switch (event)
    {
        case CV_EVENT_LBUTTONDOWN:
            firstpoint = true;
            p1.x = x;
            p1.y = y;
            p2 = p1;
            break;
    }
}
```



```
case CV_EVENT_LBUTTONDOWN:  
    firstpoint = false;  
    p2.x = x;  
    p2.y = y;  
    calib = true;  
    break;  
case CV_EVENT_MOUSEMOVE:  
    if (firstpoint == true)  
    {  
        p2.x = x;  
        p2.y = y;  
    }  
    break;  
}
```

## **ВЫВОД:**

Одна из основных задач, которую предлагается решить участникам WRO - устранить голод на планете. По данным ООН главная причина голода - изменение климата планеты в сторону потепления и засухи. Так как основное питание людей - зерно, а при прорастании в засушливых районах на ранних стадиях пшеница нуждается в поливе - наш проект решает именно эту задачу.

Потепление-засуха-полив, причем полив решает сразу 3 задачи WRO:

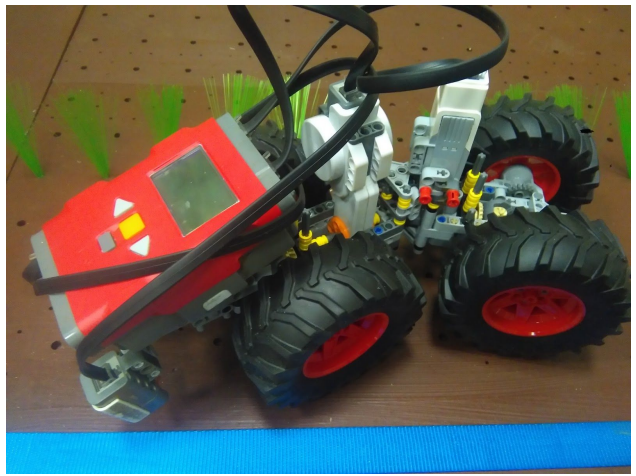
1. **Устранение голода на планете** за счет увеличения урожайности основного продукта питания людей - пшеницы.
2. **Повышение продуктивности сельского хозяйства** путем планированного орошения в нужное время в нужных местах поля. Минимальное участие человека в работе техники и максимальная автоматизация ухода за полями.
3. **Развитие ресурсосберегающего земледелия** за счет экономии природных ресурсов (воды для полива, металла для техники).

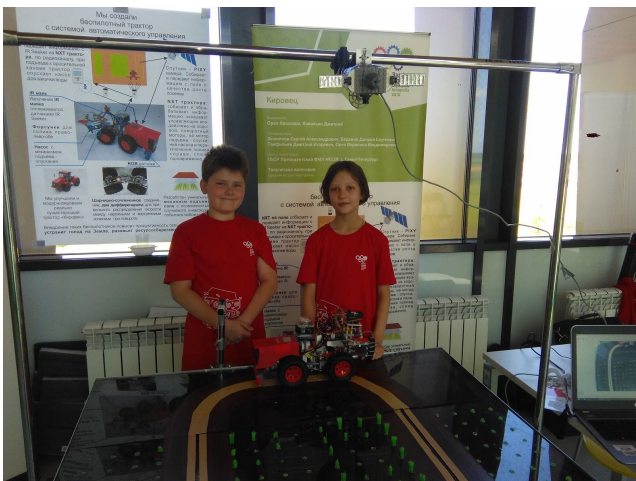
## **История создания:**



Начинали работу над проектом Дима и Ярослава. Идея создать улучшенную модель реального Кировца родилась у детей после лицейской экскурсии на Кировский завод. Сначала изучали работу шарнирно-сочлененного соединения, затем-дифференциала. Первое поле было сделано из фанеры, от которой отказались в пользу поликарбоната. Сначала ребята все делали вместе, даже освоили печать на 3D принтере. Но количество работы все увеличивалось, Ярослава стала заниматься изучением работы с Web - камерой и программированием на языке C++ в среде Visual Studio(2017). Дима продолжал дорабатывать конструкцию поля. На этом этапе присоединился Церен. Он программировал поле на RobotC и переводил тексты на английский, т.к. владеет им наравне с русским. Большая часть работы выполнена на базе Всероссийского летнего робототехнического лагеря.











**Эмблема для печати на значках и наклейках.**



**Баннер для оформления ячейки. Задник.**



**Баннер для оформления ячейки. Правая сторона.**





Раздаточный материал. Наклейки с логотипом проекта KIROVETS.



Авторы проекта: Ярослав Орёл, Дмитрий Ковалько, Церен Французов

