

Дворец детского (юношеского) творчества им. В.П. Чкалова

Проект по Робототехнике
«УМНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО МИКРОБИОЛОГА УРММ-1»

Выполнили:
Разгулов Матвей Андреевич
Щелоков Георгий Игоревич

Руководитель:
Волкова Татьяна Николаевна

2020 г.

ВВЕДЕНИЕ

Данный проект создан при сотрудничестве с [Нижегородским научно-исследовательским институтом эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной](#).

Окружающее нас богатство животного и растительного мира поражает воображение, однако гораздо больше видов живых существ остаётся скрытыми от нашего взгляда по причине их чрезвычайно малых размеров.

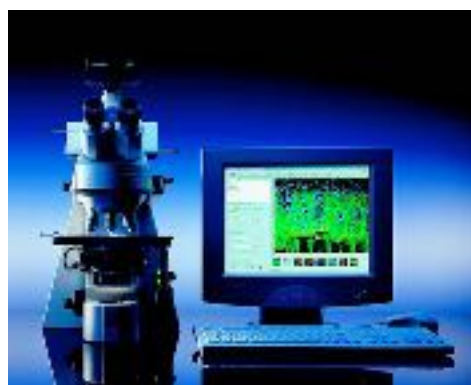


Тем не менее, они требуют самого пристального изучения, и этим занимается одно из важнейших направлений биологических наук, получившее название микробиологии.

Основной целью микробиологии является изучение всех видов микроскопических организмов, их свойств и биологических признаков, а также их воздействия на окружающую природу, организмы людей, животных и растений.

Особый интерес ученых вызывают патогенные и болезнетворные микроорганизмы, так как необходимо знать, чем их существование угрожает людям и как можно предупреждать и лечить инфекционные болезни, вызываемые этими микроорганизмами.

При исследованиях, как правило, используются разные методы, так как только их совокупность зачастую позволяет полно и всесторонне изучить ту или иную культуру микроорганизмов.



Микробиология – одна из наиболее бурно развивающихся сегодня наук, которая открывает грандиозные перспективы применения биотехнологий в самых разных отраслях деятельности. Таким образом, в любом умном городе будущего просто необходимы умные современные лаборатории!

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ

В нашем городе существует учреждение, которое всесторонне занимается вопросами микробиологии — это [Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной](#).

Наша команда побывала в лаборатории микробиологии этого института и ознакомилась с проблемами автоматизации и управления процессом исследования, т. е. с возможностью создания умного рабочего места микробиолога конкретной лаборатории.



Лаборатория разделена на зоны – Грязную и Чистую. В Чистой зоне располагаются раздевалки, административные помещения, препараторская, а также комната для приготовления и розлива питательных сред. Но самая важная часть работы выполняется в Грязной зоне: здесь осуществляется прием материала, посев и пересев его для дальнейшего исследования и хранения, микробиологические боксы со специальным оборудованием для исследований.

В настоящее время осуществляются попытки автоматизации отдельных блоков лаборатории, но полной автоматизированной микробиологической лаборатории пока не существует. Довольно успешно автоматизирован процесс посева/пересева материала и розлива питательных сред. Но самый важный блок – по определению рода и вида бактерий (возбудителей) – пока остается полностью работой человека. В частности совсем не автоматизирован процесс определения вида бактерий по методу Грама¹. А из всех ошибок, допускаемых в лаборатории, около 65% связаны именно с этим процессом! А ведь на кону стоит правильный диагноз человека!

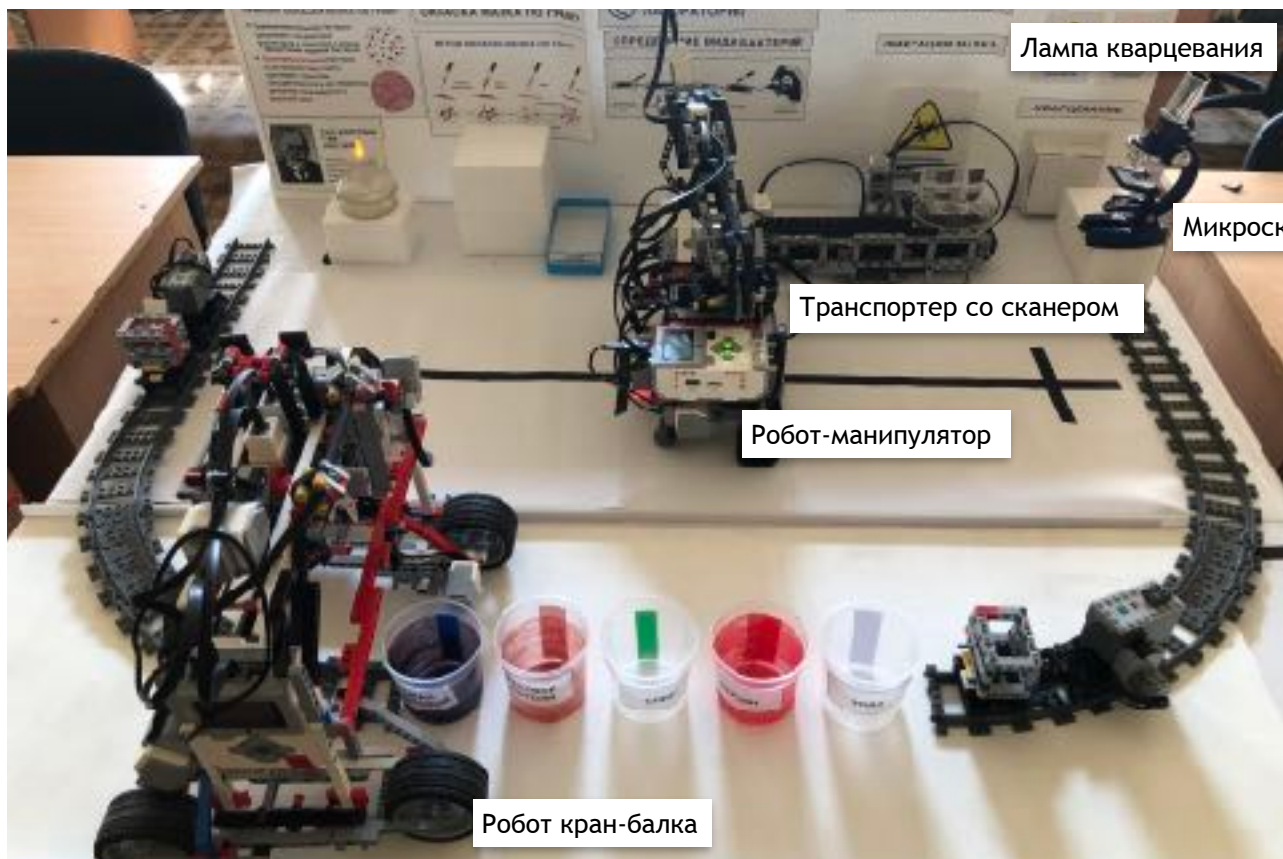


В связи с этим наша команда решила автоматизировать самый основной блок лаборатории - Микробиологический бокс. Сделать его умным и минимизировать контакт сотрудников лаборатории с зараженным материалом - за них это сделают роботы. Также это значительно позволит сократить число ошибок на стадии определения вида бактерий по Граму, связанных с человеческим фактором.

¹ Ганс Кристиан Грам (1853 - 1938 г.) - датский ученый, разработавший метод окраски бактерий, позволяющий дифференцировать их по видам.

РЕАЛИЗАЦИЯ

В нашем проекте “Умное рабочее место микробиолога - УРММ-1” представлена функциональная схема технологического процесса по определению рода и вида бактерий, а также возможность дистанционного управления блоками лаборатории.



Функции УРММ-1:

- Сканирование образца по штрихкоду и занесение в файл для идентификации в общей базе документооборота;
- Подготовка и фиксация материала манипулятором для процедуры окрашивания;
- Определение вида бактерий путем окраски по методу Грама;
- Оптическое сканирование изображения с иммерсионного микроскопа;
- Беспроводная передача полученного изображения на рабочую станцию специалисту в Чистую зону;
- Дистанционный запуск кварцевания лаборатории.

В состав комплекса входит:

Транспортер образцов из отсека Посева/Пересева со сканером-идентификатором.

Снабжён конвейерной лентой и сканером штрихкода, реализованным при помощи датчиков цвета, он считывает двоичный код с карточки, прикрепленной к образцу. По штрих-коду идентифицируется принадлежность образца и заносится в текстовый файл, который может быть сохранен на компьютере.

Робот – манипулятор, осуществляющий подготовку образца: нанесение мазка на стекло, закрепление его с помощью горелки и помещение его под микроскоп после окрашивания.

Оснащён 6 моторами, которые дают ему 6 степеней свободы, что позволяет максимально имитировать действия человеческой руки. В результате полностью воспроизводятся манипуляции сотрудника лаборатории.

Робот - Кран-балка, осуществляющий процесс окраски по Граму.

Оснащён манипулятором, который захватывает стекло с мазком из кюветы. Затем робот перемещается вдоль емкостей с красителями и растворами, на которые нанесены цветовые метки. С помощью датчика цвета робот последовательно останавливается у нужной ёмкости и опускает туда стекло в соответствии с методом Грама. Максимально соблюдается технология и методология, выдерживаются строго заданные интервалы времени.



Эти устройства созданы на базе платформы Lego Mindstorms.

Дистанционный запуск кварцевания



Кварцевание имитируется включением светодиода с любого гаджета, имеющего подключение к интернету.

Для этого применяем следующее оборудование:

Плата NodeMCU с микросхемой ESP8266

Светодиод красный диаметром 5мм, включенный последователь с резистором 330 Ом

Беспаячная макетная плата и соединительные провода

Передача сигнала с микроскопа



Для имитации передачи изображения с микроскопа используется следующее оборудование:

Плата NodeMCU с микросхемой ESP8266

Датчик движения DHT 11

Датчик движения обнаруживает помещение стекла с препаратом на предметный столик микроскопа. Сигнал об этом поступает на электронную почту специалиста.

Програмная база представлена в Приложении 1, 2.

ВЫВОДЫ

1. Исходя из проведенных испытаний следует, что наш проект решает следующие задачи:

- Экономит человеческие ресурсы.
- Минимизирует количество ошибок, исключая человеческий фактор.
- Повышает безопасность сотрудников, ограничивая контакт с зараженным материалом - контроль можно осуществлять из чистой зоны.
- Дает возможность дистанционного управления блоками лаборатории, например запуск кварцевания, которое можно включить заранее, что существенно экономит время, позволив быстрее начать рабочий процесс.
- Облегчает процесс документооборота.

2. Для решения в будущем остаются следующие задачи:

- Повышение стабильности работы робота-манипулятора для задач реальной лаборатории. Так как работа оборудования на базе LEGO не обладает достаточной точностью, то возможно исполнение конструкции робота-манипулятора на основе других составляющих.
- Требуется натурное испытание проекта в условиях настоящей лаборатории, в зависимости от чего возможны изменения в расстановке и конструкции манипулятора.

3. Наш блок по автоматизации окрашивания бактерий по Граму не имеет аналогов на Российском рынке. А среди мировых аналогов наш проект отличается тем, что наиболее четко соблюдается технология и методология процесса, как если бы это делал микробиолог вручную. Это повышает коэффициент доверия к результатам исследований.

4. В настоящее время полностью автоматизированного процесса по определению вида бактерий по методу Грама в мире не существует, поэтому наш проект уникален.

В городах будущего каждой поликлинике будет нужен такой блок минилаборатории, как УРММ-1, что даст возможность быстро и точно ставить диагноз и подбирать эффективное лечение пациентам. Оперативное обнаружение возбудителя позволит сократить вспышки эпидемий!

Приложение 1.

Кварцевание

```
void setup() {
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <aREST.h>
WiFiClient espClient;
PubSubclient client (espClient)
aREST rest = aREST(client)
char* device_id = "899er078";
const char* ssid = "Mama112";
const char* password = "89990784469";
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length);
void setup(void)
{
Serial.begin(115200)
client.setCallback(callback)
rest.set_id(device_id);
rest.set_name("devices_control");
WiFi begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
delay (500)
Serial.print(".");
}
serial.println("");
serial.println("WiFi connected");
char* out_topic = rest.get_topic();

}

void loop() {
rest.handle(client);
}
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
rest.handle_callback(client, topic, payload, length);
}
```

Микроскоп

```
#include <DHTesp.h>

// Подключаем библиотеки
#include <ESP8266WiFi.h>

// Настройки Wi-Fi
const char* ssid = "TP-Link 29";
const char* password = "9290510009";

// Настройки IFTTT
const char* host = "maker.ifttt.com";
const char* eventName = "Scaned";
const char* key = "bXs8kekeJ-GP60fFPIAkJDKyQZ45qLpaUQOg8o1yQpl";
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);

  // Подключение к сети Wi-Fi
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
void loop() {

  // переменная состояния датчика движения
  bool motion = digitalRead(5);

  // Считываем состояние датчика движения
  if (motion) {
    Serial.print("connecting to ");
    Serial.println(host);

    // Используем класс WiFiClient для создания TCP соединения
    WiFiClient client;
    const int httpPort = 80;
    if (!client.connect(host, httpPort)) {
      Serial.println("connection failed");
      return;
    }
  }
}
```

```

// Создаем запрос
String url = "/trigger/";
url += eventName;
url += "/with/key/";
url += key;
Serial.print("Requesting URL: ");
Serial.println(url);

// Отправляем запрос на сервер
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
              "Host: " + host + "\r\n" +
              "Connection: close\r\n\r\n");
int timeout = millis() + 5000;
while (client.available() == 0) {
  if (timeout - millis() < 0) {
    Serial.println(">>> Client Timeout !");
    client.stop();
    return;
  }
}

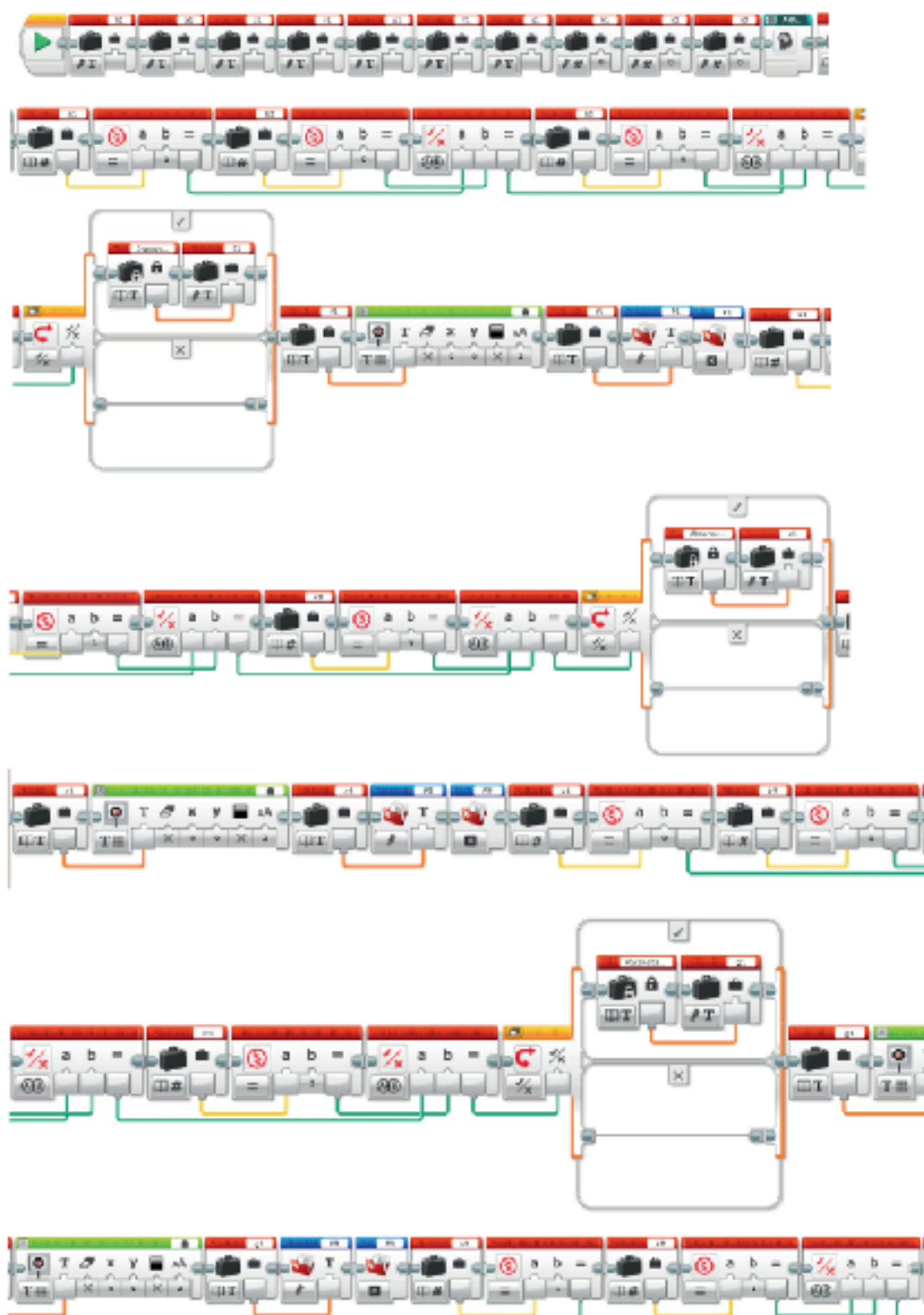
// Считываем ответ сервера и отправляем его в последовательный порт
while(client.available()){
  String line = client.readStringUntil('\r');
  Serial.print(line);
}
Serial.println();
Serial.println("closing connection");

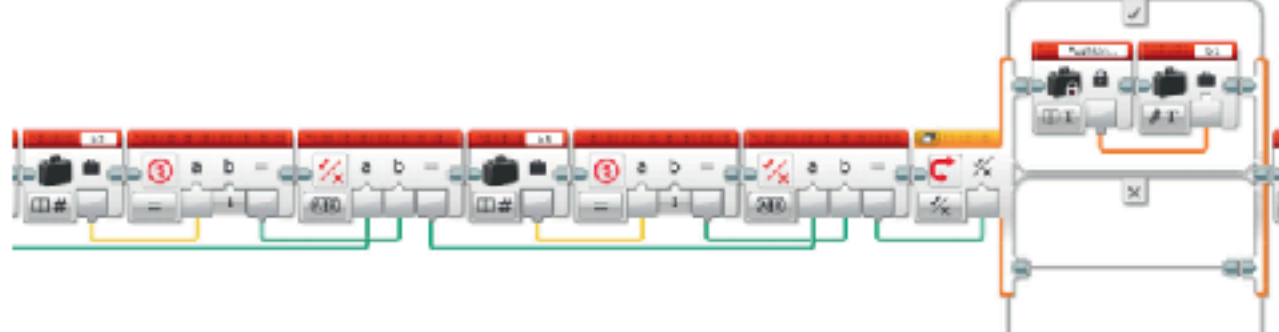
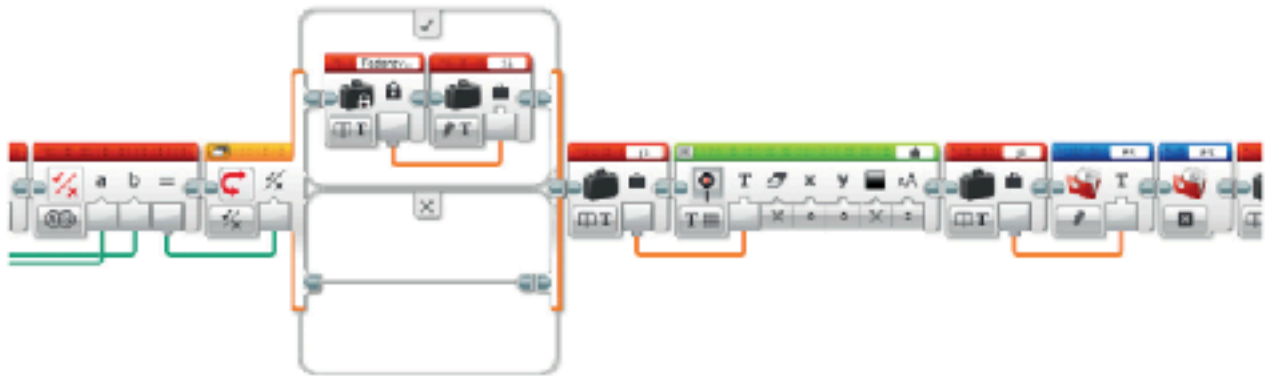
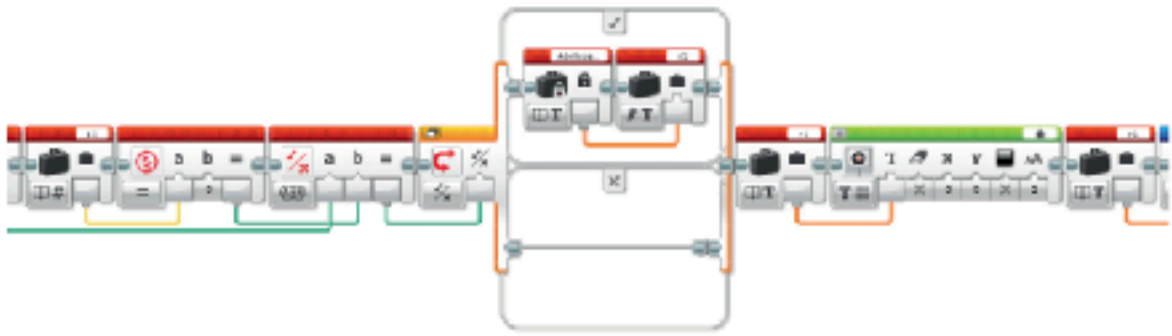
// Ждем 1 минуту
delay(1000);
}
}

```

Приложение 2.
Программная среда Lego Mindstorms EV3.

Транспортер и сканер





Робот кран-балка



Робот-манипулятор

