



АСАНБАЕВ А.И., ОРОЗОБЕКОВА А.К.

¹КГУСТА и м. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

ASANBAEV A.I., OROZOBKOVA A. K.

¹KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic

akosha4556@gmail.com oakk@mail.ru

РАЗРАБОТКА РОБОТА-ГИДА «АКЫЛ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IOT ТЕХНОЛОГИЙ

DEVELOPMENT OF A GUIDE ROBOT "AKYL" USING IOT TECHNOLOGIES

Бул макалада биз КГУСТАда робот-гидди иштеп чыгуу жана ишке киргизүүнү сунуштайбыз. Н.Исанова. «Акыл» роботу түрүндөгү робот гид колдонуучу интерфейси жана жетекчилик маалыматы бар веб-баракчаларды жайгаштырган веб-серверге ээ. Ошентип, роботтон алыс болгон колдонуучу жана роботко жакын жергиликтүү колдонуучулар мобилдик түзүлүштөрү аркылуу интернет аркылуу гид маалыматына жете алышат.

Өзөк сөздөр: *робот-гид, нерселердин Интернетти, микроконтроллер, программалык камсыздоо, түзмөк, башкаруу.*

В этой статье мы представляем разработку и реализацию робота-гида в КГУСТА им. Н. Исанова. Робот-гид «Акыл» имеет веб-сервер, на котором размещены веб-страницы с пользовательским интерфейсом и направляющей информацией. Таким образом, пользователь, находящийся вдали от робота, и местные пользователи, находящиеся рядом с роботом, могут получить доступ к путеводной информации через Интернет с помощью своих мобильных устройств.

Ключевые слова: *робот-гид, Интернет вещей, микроконтроллер, программное обеспечение, устройство, управление.*

In this article, we present the development and implementation of a robot-guide at KSUCTA named of N. Isanova. The robot guide, in the form of a "Akyl" robot, has a web server that hosts web pages with a user interface and guidance information. Thus, a user away from the robot and local users close to the robot can access the guide information via the Internet using their mobile devices.

Key words: *robot guide, Internet of things, microcontroller, software, device, control.*

Введение. В настоящее время развитие информационных технологий привело к автоматизации практически всех сторон жизнедеятельности человека. Современное образование также не обходится без использования современных инфокоммуникационных технологий и глобальной сети Интернет. Появляется все больше вещей, имеющих возможность выхода в глобальную сеть Интернет. Помимо сети людей, взаимодействующих друг с другом через программно-аппаратные средства и платформы, возникает сеть вещей, взаимодействующих друг с другом и принимающих решения без прямого участия человека. Первая группа определяет Интернет Вещей как устройства, объекты и сервисы, объединенные в глобальную сеть с интеллектуальными возможностями. То есть, Интернет вещей – это сеть компьютеров, датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств (актуаторов), связывающихся между собой с использованием интернет-протоколов. Вторая группа определений фокусируется на самих технологиях и



определяет набор ключевых технологий, необходимых для реализации самой концепции Интернета Вещей.

Считается, что первым термин Интернет Вещей предложил Кевин Эштон во время презентации в компании Procter and Gamble в 1999 году. На самом деле, Кевин Эштон называл этот термин, как Internet for Things. Основатель термина был уверен, что концепция Интернет Вещей – это возможность наделить компьютеры дополнительной информацией, собранной при помощи датчиков и RFID-меток [2]. Затем, в 2004 году исследователи Нил Гершенфельд, Раффи Крикориан, Дэнни Коэн рассказали о возможностях Интернета Вещей для применения в быту. Было описано взаимодействие бытовых вещей (будильника, кондиционера, охранной сигнализации и других вещей, оснащенных идентификаторами) друг с другом посредством коммуникационных сетей [3]. В 2007 году появляется онлайн сервис “Пачбей”, который служил для сбора данных и их визуализации. Это решение позволило соединить данные от множества датчиков по всему миру в один сервис, при помощи которого стало возможно собирать и обрабатывать данные с удаленных устройств и предоставлять новые сервисы. Следующим знаковым периодом стал 2008-2009 год, когда компания Cisco сделала заявление, что число устройств, подключенных к Интернет, превысило численность населения Земли. В 2010 и 2011 годах появились знаковые научные проекты IoT-A и iCore. IoT-A предложил модель архитектуры Интернета Вещей с описанием всех функциональных блоков архитектуры. Проект iCore предложил ряд концепций и алгоритмов для разработки умного Интернета Вещей с рядом самонастраивающихся функций, которые по максимуму могли обеспечить запросы пользователя [3].

Интернет вещей повлек за собой развитие, так называемых «туманных вычислений», смысл которых в переносе вычислений от единых ЦОДов (центров обработки данных) к большому количеству распределенных устройств, взаимодействующих друг с другом [4].

Технологии, относящиеся к Интернету вещей, уже сегодня начинают активно входить применение в различных отраслях экономики и в других сферах применения. Можно привести множество примеров: IoT решения открывают огромный простор для мониторинга здоровья, носимые устройства позволяют в режиме реального времени получать данные о различных физиологических показателях человека. Умные дома и их составляющие уже активно используются в самых различных проектах. Умный дом - это прежде всего высокая энергоэффективность, удобство использования и комфорт проживания. С помощью различных датчиков умный дом может поддерживать оптимальные микроклиматические условия внутри него, при этом используя ресурсы более экономно, чем человек. Умным домом может управляться огромное количество разнообразных устройств, упрощающих жизнь человеку и освобождающих его время, например, роботы-пылесосы, мультиварки, посудомоечные машины, дроны, подобных устройств появляется все больше. при создании автоматизированных транспортных систем, мониторинге передвижения транспортных средств и управлении сложной городской транспортной инфраструктурой. IoT активно используется в точном земледелии, представляющем собой широкий спектр технологий от планирования посева и подготовки почвы, мониторинга состояния и управления посевом, контроля уровня влажности, минерализации почвы и температурного режима до сбора самого урожая. Точное земледелие призвано оптимизировать расходы и повысить урожайность. Технологии IoT способны сократить общий объем семян, удобрений и воды, а также оптимизировать использование земли. В торговле технологии Интернета Вещей используются для сбора и анализа информации о поведении покупателей и корректировке методов и форм продажи в соответствии с полученными выводами, что позволяет оперативно получать обратную связь о применении различных методов маркетинга.

Например, американское агентство NASA совместно с компанией CISCO создает системы глобального сбора данных о Земле «Кожа планеты», или Planetary Skin. «Кожа

планеты»-это платформа для глобального экологического мониторинга. В проекте используют спутниковую сеть, беспилотные самолеты и наземные средства с целью контроля земных ресурсов и сбора всесторонней информации. Это нужно для того, чтобы своевременно распознавать глобальные климатические изменения и адаптироваться к ним.

Теперь рассмотрим Интернет роботизированных вещей. Основное отличие от Интернета вещей, каким мы его знаем, заключается в том, что устройства, роботы, совершают реальные действия в физическом мире. Другими словами: наше интеллектуальное устройство что-то «делает». Вот как ABI Research определила Интернет роботизированных вещей или IoRT еще в 2014 году: «...концепция Интернета роботизированных вещей (IoRT), где интеллектуальные устройства могут отслеживать события, объединять данные датчиков из различных источников, использовать локальный и распределенный интеллект, чтобы определить наилучший план действий, а затем действовать, чтобы контролировать или манипулировать объектами физического мира, а в некоторых случаях и во время физического перемещения в этом мире» [6].

Итак, в Интернете роботизированных вещей мы имеем следующие компоненты:

-Устройство (робот) является интеллектуальным в том смысле, что оно имеет встроенные возможности мониторинга и в то же время может получать данные датчиков из других источников, которые объединяются для «действующей» цели устройства.

- Вторая «интеллектуальная» часть заключается в том, что устройство может использовать локальные и распределенные «интеллектуальные возможности». Другими словами, он может анализировать данные событий, которые он отслеживает (что по определению означает наличие граничных вычислений или облачных вычислений во многих обстоятельствах), и имеет доступ к (анализируемым) данным.

Наконец, оба предыдущих компонента служат третьему компоненту, который состоит из (автономного) определения того, какое действие предпринять, и выполнения этого действия, посредством чего действие может быть контролем или манипулированием физическим объектом в физическом мире. И, если его цель состоит в том, чтобы сделать это, и оно было спроектировано таким образом, устройство или робот также могут перемещаться в этом физическом мире. На этом этапе и при рассмотрении случаев мы также можем включить «уведомление» или «предупреждение» на основе анализа «физического события» в действия.

Целью данной работы является обзор и демонстрация создания робота-гида «Акыл» для КГУСТА им. Н. Исанова с возможностями технологий интернета вещей, а также о его встроенных системах. В статье представляются разработка и реализация робота-гида КГУСТА им. Н. Исанова.

В результате представлены основные преимущества интернета вещей и как с использованием этой технологии можно усовершенствовать современное образование.

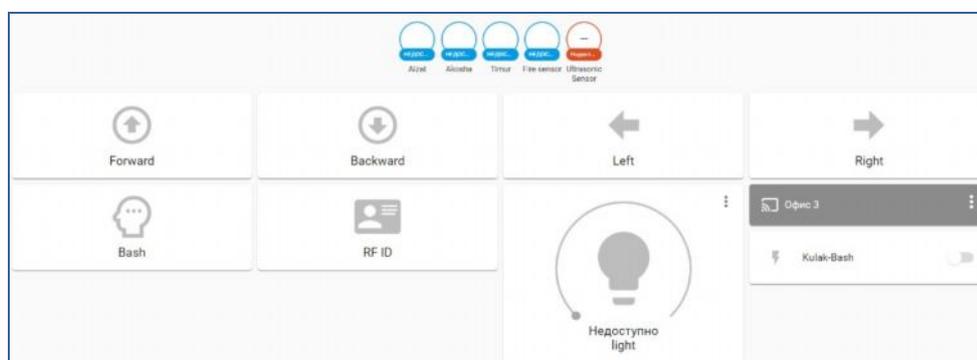


Рис.1. Интерфейс управления роботом

Для создания робота-гида использован язык программирования отладочных плат Arduino основан на C/C++, но имеет ряд особенностей, связанных с управлением устройствами реального мира и электронными схемами.



Пример программы (их ещё называют скетчами) для Arduino:

```
int ledPin = 13;
void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop(){
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
}
```

Этот код управляет светодиодом, включая и выключая его (мигающий светодиод).

Переменную можно представить в виде ящика, который подписан (имеет имя) и в нем что-то лежит (значение), при этом содержимое может меняться. Имя для переменных выбирается программистом, но должно быть уникальным в пределах одной функции, если переменная создана внутри функции, и для всей программы, если переменная создана вне функции (глобальная).

В языке, который используется для программирования Arduino, при создании переменной необходимо определять тип данных, который будет храниться в переменной.

Все детали робота распечатываются на 3D принтере (см. рисунок 2)



Рис. 2. Внешний вид робота, который создается на 3D принтере

Встроенные системы для создания Робот-гида “Акыл”

Робот-гида “Акыл” состоит из следующих:

- Чип ESP32-Аппаратная часть IoT-платформы выполнена на модуле ESP-WROOM-32 с однокристальной системой ESP32-D0WDQ6 производства компании Espressif.
- Чип ESP32-D0WDQ6 — выполнен по технологии SoC (англ. System-on-a-Chip — система на кристалле).
- ESP32-WROOM - модуль с чипом ESP32-D0WDQ6, Flash-памятью на 4 МБ и всей необходимой обвязкой, которые спрятаны под металлическим кожухом. Рядом с кожухом расположена миниатюрная антенна из дорожки на верхнем слое печатной платы. Металлический кожух экранирует компоненты модуля и тем самым улучшает электромагнитные свойства.

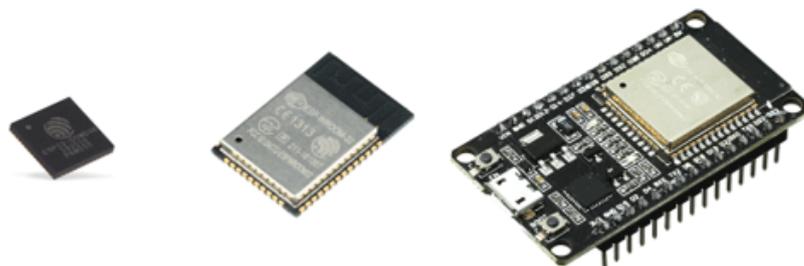
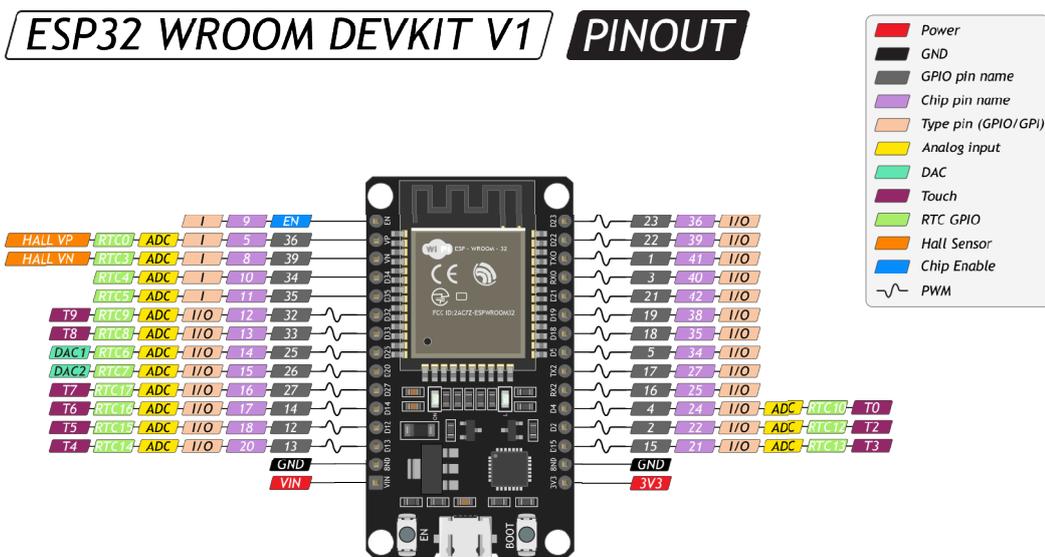




Рис. 3. ESP32-WROOM - модуль с чипом ESP32-D0WDQ6

- Кристалл включает в себя 2-ядерный 32-разрядный процессор Tensilica Xtensa LX6, 520 Кб памяти SRAM и 448 Кб флеш-памяти, 4 Мб внешней флеш-памяти. Тактовая частота выставляется до 240 МГц в зависимости от режима энергопотребления.
- Имеются встроенный температурный датчик, датчик Холла, инфракрасный контроллер на приём и на передачу, контроллер сенсорных кнопок, Bluetooth (BLE v4.2 BR/EDR), Wi-Fi (стандарты связи Wi-Fi 802.11 b/g/n (2,4 ГГц)).
- Преобразователь USB-UART на микросхеме CP2102 обеспечивает связь модуля ESP32-WROOM с USB-портом компьютера. При подключении к ПК — платформа ESP32 DevKit определяется как виртуальный COM-порт.
- Разъём micro-USB предназначен для прошивки и питания платформы ESP32 DevKit с помощью компьютера.



👁 Interface on all GPIO pins: 3×SPI, 3×UART, 2×I²C and 2×I²S

Рис. 4. Интерфейс

С двух сторон платы расположены контактные гребёнки по 15 пинов с шагом 2,54 мм (модификация на 30 пинов).

Доступны 25 пинов общего назначения. Все контакты поддерживают прерывания. Максимальный ток на пинах: 12 мА/

- Цифровые 21 контакт ввода-вывода (GPIO): 1–5, 12–19, 21–23, 25–27, 32 и 33. Контакты общего назначения. Пины могут быть настроены на вход или на выход. Логический уровень единицы — 3,3 В, нуля — 0 В. Максимальный ток выхода — 12 мА. Все выводы ввода-вывода могут работать как ШИМ, что позволяет выводить аналоговые значения в виде ШИМ-сигнала с разрядность 16 бит. Максимальное количество каналов 16
- цифровые 4 контакта ввода (GPI): 34, 35, 36 и 39. Могут быть настроены только на вход.
- 15 аналоговых входов с АЦП (12 бит): 2, 4, 12–15, 25–27, 32–36 и 39. Позволяет представить аналоговое напряжение в цифровом виде с разрядностью 12 бит. Для получения показаний достаточно вызвать функцию analogRead(GPIO), указав нужный пин.
- 2 аналоговых выхода с ЦАП (8 бит): 25 (DAC1) и 26 (DAC2). Аналоговый выход цифро-аналогового преобразователя, который позволяет формировать 8-битные уровни напряжения. Выводы могут использоваться для аудио-выхода.



- 10 контактов ёмкостного сенсора

Программа подключения несколько светодиодов

```
// номера портов для светодиодов
const int ledPin1 = 16;
const int ledPin2 = 17;
const int ledPin3 = 5;

// задаём свойства ШИМ-сигнала
const int freq = 5000;
const int ledChannel = 0;
const int resolution = 8;

void setup(){
  ledcSetup(ledChannel, freq, resolution);

  // привязываем канал к портам светодиодов
  ledcAttachPin(ledPin1, ledChannel);
  ledcAttachPin(ledPin2, ledChannel);
  ledcAttachPin(ledPin3, ledChannel);
}

void loop(){
  // увеличиваем яркость светодиода
  for(int dutyCycle = 0; dutyCycle <= 255; dutyCycle++){
    // меняем яркость светодиода
    ledcWrite(ledChannel, dutyCycle);
    delay(15);
  }
  // уменьшаем яркость светодиода
  for(int dutyCycle = 255; dutyCycle >= 0; dutyCycle--){
    // меняем яркость светодиода при помощи ШИМ:
    ledcWrite(ledChannel, dutyCycle);
    delay(15);
  }
}
```

На пинах ввода-вывода можно сконфигурировать аппаратные интерфейсы:

- 3×UART
- 3×SPI
- 2×I²C
- 3× I²S

Для экспериментов используются выходы 2, 4, 12, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27.

Таблица 1 - Сводная таблица выводов для использования в работе

GPIO	Input	Output	Notes
0	pulled up	OK	outputs PWM signal at boot
1	TX pin	OK	debug output at boot
2	OK	OK	connected to on-board LED
3	OK	RX pin	HIGH at boot
4	OK	OK	
5	OK	OK	outputs PWM signal at boot
6	x	x	connected to the integrated SPI flash
7	x	x	connected to the integrated SPI flash
8	x	x	connected to the integrated SPI flash



9	x	x	connected to the integrated SPI flash
10	x	x	connected to the integrated SPI flash
11	x	x	connected to the integrated SPI flash
12	OK	OK	boot fail if pulled high
13	OK	OK	
14	OK	OK	outputs PWM signal at boot
15	OK	OK	outputs PWM signal at boot
16	OK	OK	
17	OK	OK	
18	OK	OK	
19	OK	OK	
21	OK	OK	
22	OK	OK	
23	OK	OK	
25	OK	OK	
26	OK	OK	
27	OK	OK	
32	OK	OK	
33	OK	OK	
34	OK		input only
35	OK		input only
36	OK		input only
39	OK		input only

Программируемый контроллер Arduino Pro mini MEGA2560 R3 (CH340G,5V).

Arduino Mega 2560 Pro - контроллер на основе микроконтроллера ATmega2560-16AU и USB-UART конвертером на чипе CH340G. Он имеет 54 цифровых входов/выходов, 15 из которых могут использоваться как выходы ШИМ, 16 аналоговых входов, 4 аппаратных интерфейса UART, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, разъем питания, кнопка сброса. Модуль содержит все необходимое для работы.

Характеристики: Микроконтроллер: ATmega2560-16AU; частота работы: 16МГц; рабочее напряжение: 5В; входное напряжение питания (рекомендуемое): 7-12В; входное напряжение питания (предельное): 6-20В; количество цифровых вводов/выводов: 54 (из которых 15 могут работать как ШИМ выходы); количество аналоговых входов: 16; постоянный ток через вход/выход: 20мА; постоянный ток встроенного источника питания 3.3В: 50мА; флеш-память программ: 256кБ, из них 8кБ используются для загрузчика; ОЗУ: 8кБ; драйвер шагового двигателя tb6600 4.0А

Драйвер ТВ6600 шагового двигателя модели — это контроллер нового поколения, который предназначен для построения различных систем ЧПУ. Он успешно функционирует с двигателями высокой мощности при больших нагрузках. Прибор имеет увеличенную рабочую частоту, напряжение 50 В, силу тока до 4 А и прирост выходной мощности до 200 Вт. Также добавлена схема защиты от перегрузок, что существенно увеличивает ресурс драйвера и приводов.

Преимущества контроллера ТВ6600- изделие оснащено алюминиевым радиатором с возможностью установки на основание, что увеличивает коэффициент теплоотдачи и снижает риск перегрева прибора. **Драйвер шагового двигателя** работает в сочетании с приводами соответствующих параметров, что позволит создать эффективную систему ЧПУ на профессиональном уровне. Особенностью модели является функция

интеллектуального управления параметрами тока и применение ШИМ модуляции, позволяет регулировать показатели входящего в контроллер тока. Это обеспечивает возможность безопасного подключения шаговых двигателей с любым напряжением и мощностью. Кроме этого, для устройства характерны: минимальные габариты и малый вес (до 120 грамм), широкий диапазон температуры эксплуатации до +45° С; высокая степень защиты от перегрузок; надежность и большой ресурс работы; высокая точность функционирования; простой монтаж и возможность быстрой замены; универсальность контроллера.

Шаговые двигатели NEMA 23

Шаговый двигатель NEMA 23 отвечает стандартам NEMA и имеет размер фланца в 2.3 дюйма (57 мм) и расстояние между посадочными валами в 47 мм. Двигатель NEMA 23 является одним из популярнейших и востребованных стандартов, благодаря большому крутящему моменту, а также компактным размерам конструкции. Двигатели стандарта NEMA 23 зачастую применяются при построении станков с числовым управлением самых различных размеров. что обусловлено большим крутящим моментом.

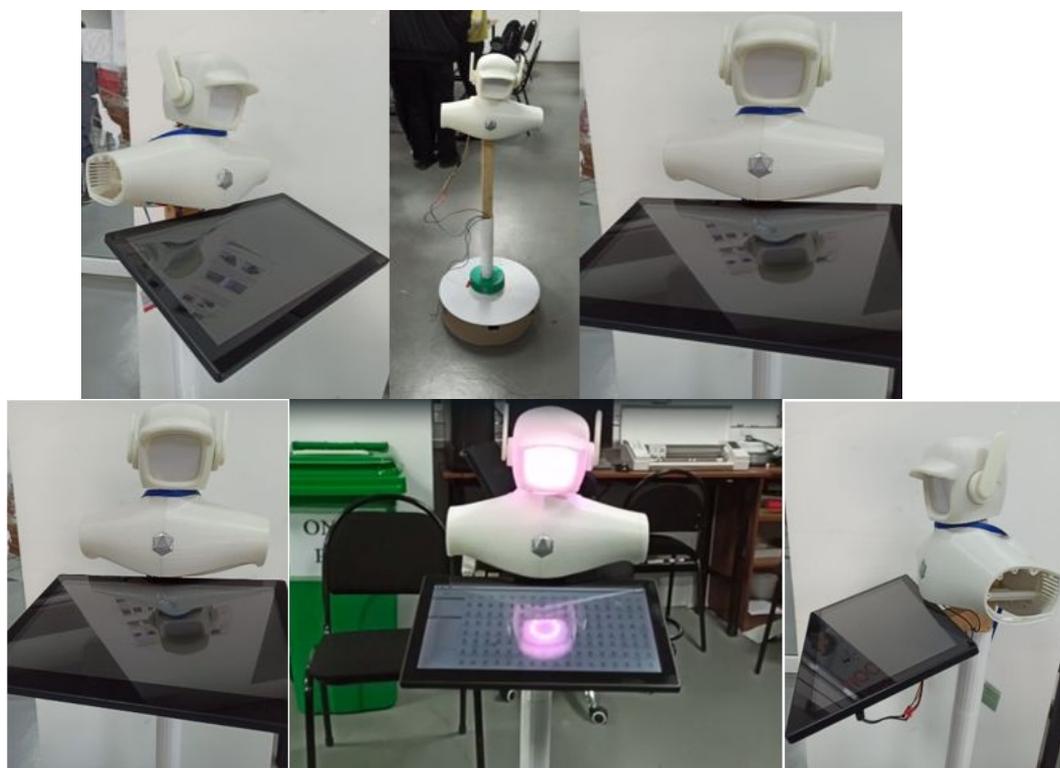


Рис.5. Робот-гид «Акыл»

Робот-гид «Акыл» имеет веб-сервер, на котором размещены веб-страницы с пользовательским интерфейсом и направляющей информацией. Таким образом, пользователь, находящийся вдали от робота, и местные пользователи, находящиеся рядом с роботом, могут получить доступ к путеводной информации через Интернет с помощью своих мобильных устройств. Робот работает с помощью веб-браузера Google Chrome, через веб-сервер Virtual Box, Raspberry pi 4.

Выводы. И так, создан робот-гид «Акыл», которая может выполнять следующие функции:

1. передвигаться, поворачивать голову на лево- направо, опускать ушки вниз и вверх;
2. измерять температуру помещения, в случае, если температура воздуха в помещении повышается, то RGB-светодиод, изменяет цвет до красного, при понижении температуры, цвет меняется до синего;
3. роботом можно управлять дистанционно через Интернет, не зависимо от расстояния между роботом и центром управления.



4. если робот встречает на своем пути препятствие, то он останавливается и передает оператору сигнал об объекте.
5. в случае пожара или задымления в помещении, датчик дыма срабатывает и передает оператору сигнал о пожаре.
6. Можно получать информацию об КГУСТА им. Н. Исанова, о расположении корпусов, и.т.д.

Список литературы

1. Pieter Simoens “The Internet of Robotic Things: A review of concept, added value and applications” SAGE journals, 2018
2. Francisco Melendez-Fernandez “A web-based solution for robotic telepresence” SAGE journals, 2017
3. A. John Paul Antony H. Poor “Web-Based Control and Monitoring of Telepresence Robot”, International Conference on Innovations in Engineering and Technology 2014
4. A. I. Alexan, “Personal assistant robot” IEEE 18th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2012.
5. Spyros G. Tzafestas “Web-Based Control and Robotics Education” Springer, 2008
6. <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iot/internet-robotic-things-iort/>
7. Flask Video Streaming Website
8. <https://blog.miguelgrinberg.com/post/flask-video-streaming-revisited>
9. Research Report “Service Provider Opportunities & Strategies in the Internet of Things” / Matt Hatton, Godfrey Chua // Machina Research [Электронный ресурс] — URL: http://cdn.iotwf.com/resources/106/SPs_in_IoT_-_State_of_the_Industry_2015_12_03.pdf (дата обращения: 17.11.2020)
10. Платформа Интернета вещей / Леонид Черняк // Открытые системы. СУБД, №7, 2012.
11. The Internet of Things / Neil Gershenfeld, Raffi Krikorian, Danny Cohen. // Scientific American 1 октября 2004.
12. Fog Computing and Its Role in the Internet of Thing. / Flavio Bonomi, Rodolfo Milito, Jiang Zhu, Sateesh Addepalli // SIGCOMM’2012. ACM от 19 июня 2012.
13. Росляков А. В. и др. Интернет вещей // Самара: ПГУТИ. – 2014.
14. Weiser M. The Computer for the 21 st Century // Scientific american. –1991. – Т. 265. – №. 3. – С. 94-105.
15. ГОСТ Р. 51086-97 Датчики и преобразователи физических величин электронные // Термины и определения. Госстандарт России ИПК Издательство стандартов. – 1997.
16. Датчики температуры и влажности DHT11 и DHT22 [Электронный ресурс] - URL: <https://micro-pi.ru/dht11-%D0%B8-dht22-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B8-%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B-%D0%B8-%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/> (дата обращения: 17.11.2020)
17. Кривченко И.В. Физика. 8 класс: учебник.-М.:БИНОМ. Лаборатория знаний,2015.-152с.
18. Амперка. Arduino Uno [Электронный ресурс]— URL: <https://amperka.ru/product/arduino-uno> (дата обращения: 17.11.2020)
19. Arduino Ethernet Shield [Электронный ресурс] — URL: https://arduinomaster.ru/platy-arduino/shildy-i-platy-rasshireniyaarduino/#Arduino_Ethernet_Shield (дата обращения: 17.11.2020)
20. Вольтик. Одноразрядный семисегментный индикатор [Электронный ресурс] — URL: <https://voltiq.ru/shop/seven-segment-indicator/> (дата обращения: 17.11.2020)



21. Музыкальная шкатулка на Arduino [Электронный ресурс] radioded.ru/muzykalnaya-shkatulka-na-arduino/ (дата обращения: 17.11.2020)

[-URL:https://radioded.ru/muzykalnaya-shkatulka-na-arduino/](https://radioded.ru/muzykalnaya-shkatulka-na-arduino/)

