

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ARDUINO UNO

ст. гр. Тг-1-12 Тологонова А.Б., Шекербек у Н., рук. Инженер Акылбеков А.А,  
Кыргызский государственный технический Университет им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская  
Республика, E-mail: [nur\\_kg07\\_94@mail.ru](mailto:nur_kg07_94@mail.ru)

## THE DEVELOPMENT OF SECURITY ROOMS USING ARDUINO UNO

st.gr. Tg-1-12 Tologonova A.B., Shekerbek u N., Executed by Akylbekov A.A.  
Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic  
E-mail: [nur\\_kg07\\_94@mail.ru](mailto:nur_kg07_94@mail.ru)

В данной статье рассматривается один из способов разработки системы безопасности помещения с помощью устройства Arduino Uno на основе микроконтроллера Atmega8U2. В ходе работы использовали различные датчики: датчик движения, датчик звука и датчик воды.

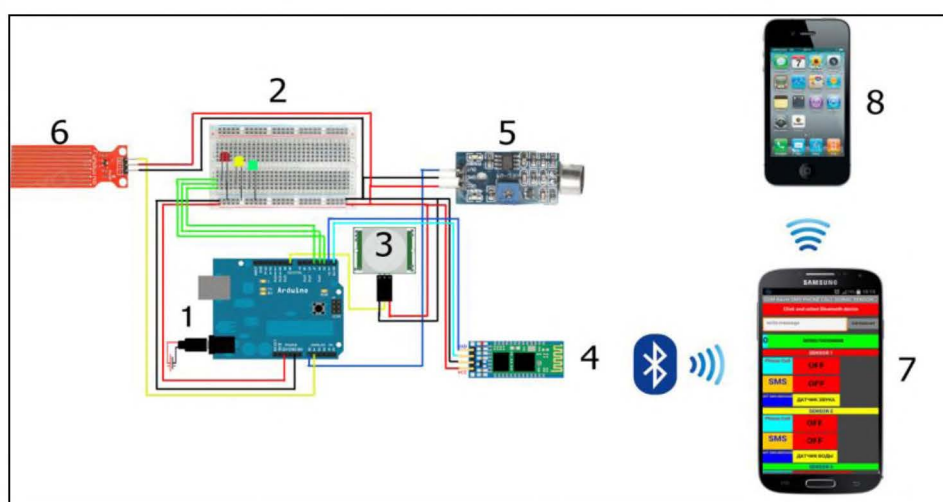


Рис.1 Структурная схема проекта,

где 1-Arduino Uno; 2-макетная плата; 3-датчик движения; 4-Bluetooth модуль; 5-датчик звука; 6-датчик воды; 7- телефон, передающий сигнал о тревоге; 8- телефон, принимающий сигнал

#### *Краткое описание работы*

**Arduino** – это инструмент для проектирования электронных устройств (электронный конструктор) более плотно взаимодействующих с окружающей физической средой, чем стандартные персональные компьютеры, которые фактически не выходят за рамки виртуальности. Это платформа, предназначенная для «physical computing» с открытым программным кодом, построенная на простой печатной плате с современной средой для написания программного обеспечения. Arduino применяется для создания электронных устройств с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами. Среда разработки Arduino состоит из встроенного текстового редактора программного кода, области сообщений, окна вывода текста (консоли), панели инструментов с кнопками часто используемых команд и нескольких меню. Для загрузки программ и связи среда разработки подключается к аппаратной части Arduino. Существует несколько версий платформ Arduino. При создании проекта мы использовали Arduino Uno. **Uno** — самая популярная версия базовой платформы Arduino USB. Uno имеет стандартный порт USB. Arduino Uno во многом схожа с Duemilanove, но имеет новый чип ATmega8U2 для последовательного подключения по USB и новую, более удобную маркировку вход/выходов. Платформа может быть дополнена платами расширения, например, пользовательскими платами с различными функциями.

**Инфракрасный датчик движения HC-SR501** используется для обнаружения в контролируемой зоне движения объектов, которые излучают инфракрасное излучение (тепло). Также если в комнате порог шумов превышает установленное значение, то датчик звука включается на протяжении 15 секунд. В качестве звукового датчика используется микрофон, который служит для преобразования звуковых колебаний в электрическое переменное напряжение. Датчик воды (**Sensor Water**) предназначен для того чтобы если в помещении будет затоп и выдачи звукового оповещения при возникновении протечек воды в системах

водоснабжения и отопления. При попадании воды на электроды датчика, подключенного к блоку управления, подается сигнал на **Bluetooth** модуль **HC-06**. И в свою очередь Bluetooth модуль передает уведомление на свой мобильный телефон.

В данной работе мы подключаем датчики движения, звука, воды на электронный конструктор Arduino Uno с помощью макетной платы. Датчики, используемые, в ходе работы представлены в табл.1.

Таблица 1

Характеристики датчиков		
Датчик звука	Датчик воды	Датчик движения
-Напряжение питания звукового датчика: +3.3 В ~ +5 В - Ток потребления сенсора звука: 1.4 мА - Интерфейс или тип выходного сигнала датчика звука: цифровой TTL - Цифровой выход сигнала: рабочее напряжение на выходе 5 В - Подключается непосредственно к микроконтроллеру - Рабочая температура: от 0 °С ~ + 70 °С - Размеры модуля звука (длина x ширина x высота): 47 x 18.4 x 10 мм	-рабочее напряжение: dc5v - рабочий ток:< 20мА - тип датчика: моделирование - зоны обнаружения: 40 мм x мм 16 - производственного процесса: fr4 double распыления олова - фиксированной размер отверстия: 3.2 мм - рабочая температура: с 10 град до 30 град; - работа влажность: 10% для 90% без конденсации	-Диапазон напряжения работы: DC 4.5-20V -Потребляемый ток: <50мА -Время блокировки: 15S (по умолчанию) можно сделать ряд - Настольные --Размеры: 32 мм * 24 мм -Датчик угла поворота: <150 ° угол конуса -Темп деятельности: -15 + 70 градусов -Размер: 3,2 x 2,5 x 2,5 см (Д x Ш x В) -Вес нетто: 7 г

Для того чтобы получать уведомление на телефон использовали **Bluetooth-модуль HC-06**. Со стороны управляемого устройства, такого как электронного конструктора Arduino, этот модуль выглядит как обычный последовательный интерфейс. Рабочее напряжение этого bluetooth-модуля — 3,3 В, но его входы толерантны к 5 В, поэтому он совместим со всеми платами Arduino.

**Подключение:**

Контакты модуля можно соединить с макетной платой или Arduino проводами «мама-папа», а с Тройка Shield через провода «мама-мама».



Рис. 2 Интерфейс программы

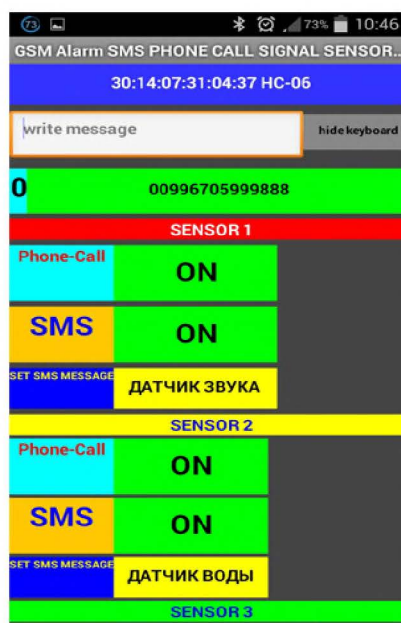


Рис.3 подключение к Bluetooth и включение Bluetooth команд

GSM Alarm SMS PHONE CALL- это программа, предназначена для взаимодействия по Bluetooth с Arduino. К Arduino подключаем датчики. Если показания с датчика превысило определенное значение, то Arduino, например, с помощью Bluetooth-модуля HC-05, отправит на ANDROID телефон определенную Bluetooth команду, и в зависимости от поступившей Bluetooth команды позвонит на установленный номер телефона и/или отправит sms сообщение (рис.4).

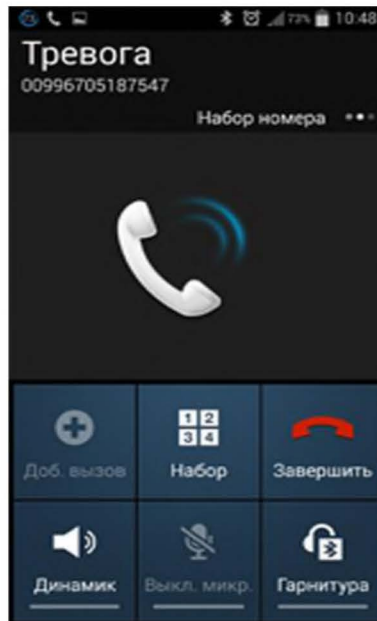
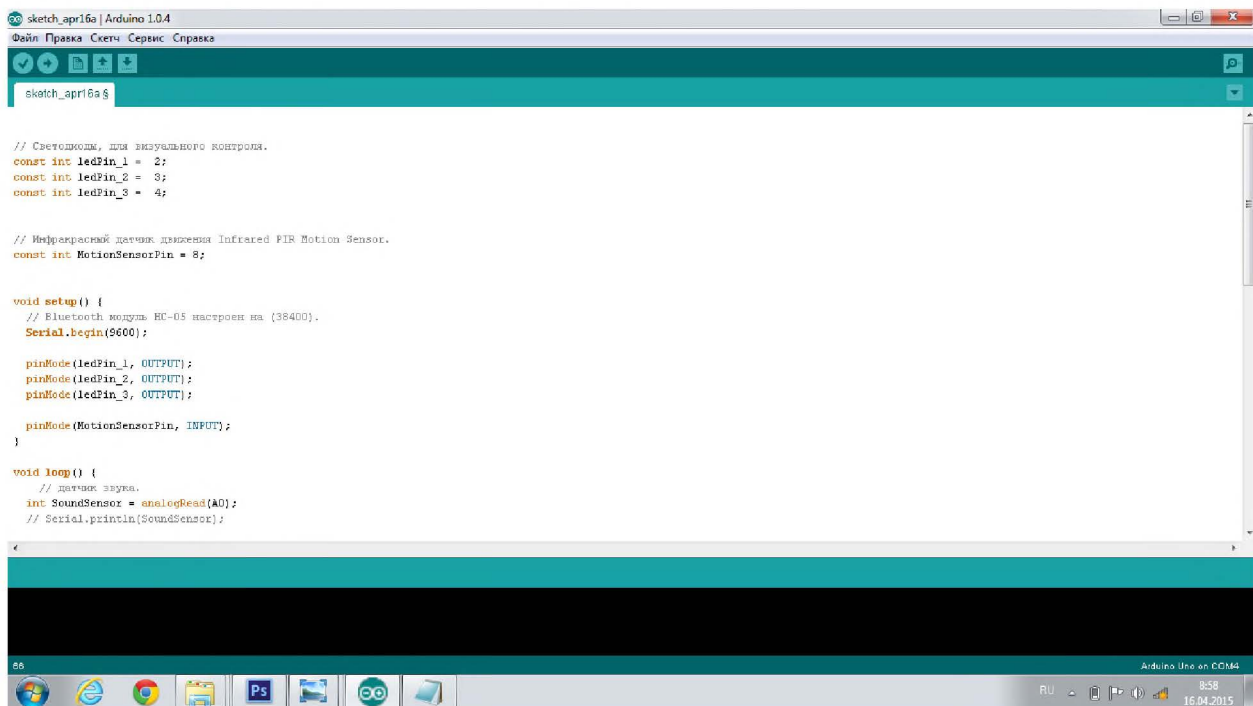


Рис.4 отправление уведомление через звонок и/или sms.

Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч. Скетч пишется в текстовом редакторе, имеющем инструменты вырезки/вставки, поиска/замены текста. Кнопки панели инструментов позволяют проверить и записать программу, создать, открыть и сохранить скетч. В скетче написали программу датчика движения для Arduino. На рис. 6 представлен фрагмент скетча:





На рис. 5 представлен макет в рабочем режиме.

**Вывод.** В данной работе был разработан проект системы безопасности помещения с помощью Arduino Uno. В отличие от всех предыдущих плат Arduino, Uno в качестве преобразователя интерфейсов USB использует микроконтроллер Atmega8U2. Имеет ряд преимуществ перед другими устройствами для преподавателей, студентов и любителей: Низкая стоимость – платы Arduino относительно дешевы по сравнению с другими платформами. Также Arduino может быть собрана вручную. Кросс-платформенность – программное обеспечение Arduino работает под ОС Windows, Macintosh OSX и Linux. Большинство микроконтроллеров ограничивается ОС Windows. Простая и понятная среда программирования – среда Arduino подходит как для начинающих пользователей, так и для опытных. Arduino основана на среде программирования Processing, что очень удобно для преподавателей, так как студенты, работающие с данной средой, будут знакомы и с Arduino. Даже обычные пользователи могут разработать опытные образцы с целью экономии средств и понимания работы.

#### Список литературы

1. Brian W. Evans-“Arduino блокнот программиста”- USA, August, 2007
2. Большаков Александр “Знакомство с Arduino”
3. <http://arduino.ru/About>
4. <http://russian.alibaba.com/product-gs/water-sensor-arduino-compatible--699929656.html>

УДК:371.693:621.876.114

#### РАЗРАБОТКА МАКЕТА И ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ

ст. гр. Тг-2-13 **Калмурза уулу Тилек, Иманакунув Санжар**, рук. инженер **Акылбеков А.А.**

Кыргызский Государственный Технический Университет им.И.Раззакова, Кыргызско-Германский Технический Институт, E-mail: [t1i2l3e2k1@mail.ru](mailto:t1i2l3e2k1@mail.ru), [sanjar\\_imanakunov@mail.ru](mailto:sanjar_imanakunov@mail.ru)

#### DEVELOPMENT OF THE MODEL AND PROGRAM OF CONTROL OF THE ELEVATOR

st. of gr. Тг-2-13: **Kalmurza uulu Tilek, Imanakunov Sanzhar**, supervisor: **engineer Akylbekov A.A.**

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyz-German Technical Institute  
E-mail: [t1i2l3e2k1@mail.ru](mailto:t1i2l3e2k1@mail.ru), [sanjar\\_imanakunov@mail.ru](mailto:sanjar_imanakunov@mail.ru)

В проекте использовали ПЛК фирмы Siemens – Simatic S7-300, макет дома и лифта. Каркас макета дома сделали из дерева и металла. Макет лифта сделан из дерева. Лифт поднимается двигателем на 24В со специальным ремнем с гребнями. Имеется противовес с противоположной стороны лифта для облегчения нагрузки на двигатель.

**Введение.** В настоящее время в нашем городе есть большое количество многоэтажных домов. И в этих домах, чтобы добраться до верхних этажей приемлемо использовать лифт, особенно для людей с ограниченными возможностями, так как при этом мы экономим свои силы и время. И поэтому мы решили сделать лифт на программном логическом контроллере (ПЛК). Мы выбрали именно ПЛК, потому что он может заменить сотни реле. Он удобен в эксплуатации и не требует углубленных знаний в области программирования.

**Описание работы.** Задача лифта заключается в следующем: начало программы условно начальное положение лифта на первом этаже. Если лифт находится на другом этаже, то после запуска системы он приедет на первый этаж. Далее формируется сигнал наличия вызова-приказа при условии, что лифт не движется. Далее фиксируется момент входа лифта в зону очередного этажа. Соответствующий бит равен единице только в момент прохождения зоны путевого выключателя. После этого формируется код вызова-приказа. Код формируется путем поочередной записи отдельных битов кода. Код вызова-приказа записывается в ячейку памяти только при отсутствии движения лифта. Затем формируется код этажа путем чтения байта входных сигналов и выделения в нем трех младших разрядов, и анализируется положение лифта относительно заданного этажа и определяется необходимое направление движения. В самом конце формируются команды на включение исполнительных элементов.

Лифт может двигаться, если закрыты все двери на этажах и нет пассажира в кабине (двери кабины могут оставаться открытыми) или закрыты все двери на этажах и закрыты двери лифта при наличии пассажира в кабине. При кратковременном нажатии кнопки приказа в кабине, если лифт не движется, запоминается этаж вызова и блокируется вызов с этажа. При кратковременном нажатии кнопки вызова на этаже, если лифт не движется и нет пассажира в кабине, запоминается этаж вызова. Лифт движется вверх, если номер заданного этажа больше номера действительного номера этажа, на котором находится лифт. Лифт движется вниз, если номер заданного этажа меньше номера действительного номера этажа, на котором находится лифт. При входе в зону этажа двигатель переключается на пониженную скорость. Движение лифта начинается с повышенной скоростью. При точном подходе к этажу двигатель останавливается.

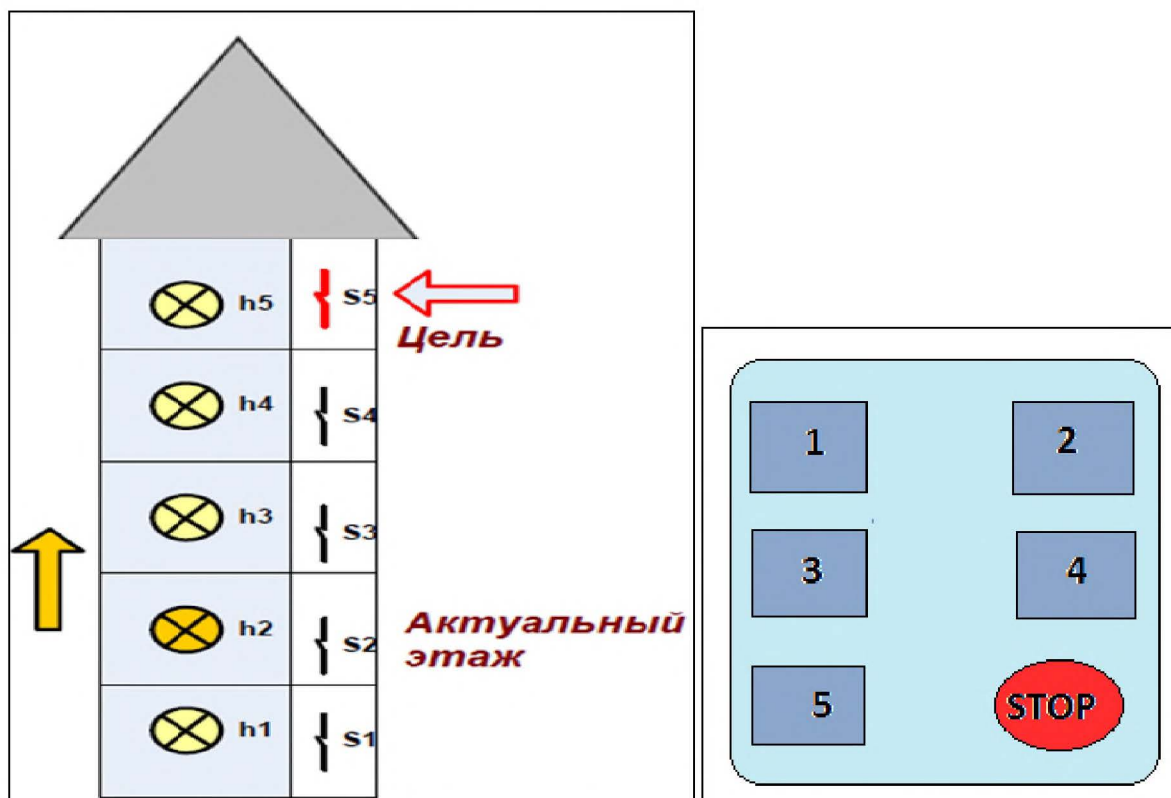


Рис. 1. Технологическая схема лифта и панель управление в кабине

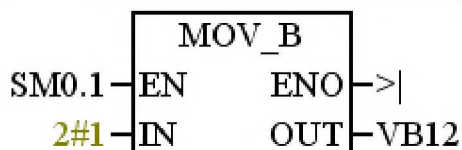
#### Технические средства для реализации макета.

В разработке нашего проекта мы использовали ПЛК Siemens S7-300. Мы использовали корпус компьютера, чтобы сделать дом, тумблеры для переключения полярности тока, подаваемого на мотор, который с помощью троса поднимает нашу кабинку, сделанную из дерева.

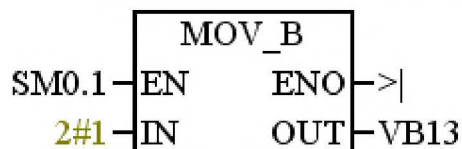
#### Разработка программы управления лифтом.

В нашем проекте будет 19 Network. Пример листинга программы управления лифтом:

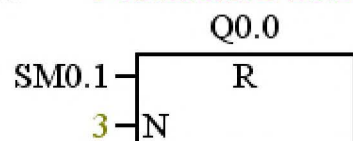
**Network 1** Установка вызова на первый этаж.



**Network 2** Установка нахождения на первом этаже.



**Network 3** Установка в ноль команд на движение.



**Network 4** Кнопка вызова-приказа нажата.

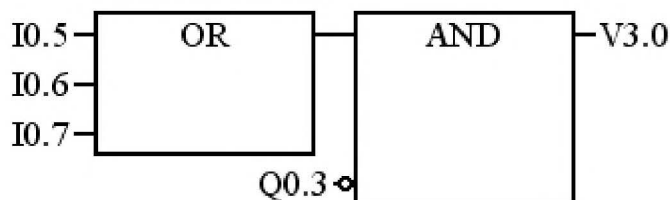


Таблица символов				
		Символ	Адрес	Комментарий
1		NEBO0	I0.0	Этаж 0
2		NEBO1	I0.1	Этаж 1
3		NEBO2	I0.2	Этаж 2
4		T_NEBO	I0.3	Этаж точно
5		BLOK	I0.4	Блокировка
6		VIZOV0	I0.5	Вызов-приказ 0
7		VIZOV1	I0.6	Вызов-приказ 1
8		VIZOV2	I0.7	Вызов-приказ 2
9		PRIKAZ0	I1.0	Приказ 0
10		PRIKAZ1	I1.1	Приказ 1
11		PRIKAZ2	I1.2	Приказ 2
12		KU_KU	I1.3	Нажата кнопка "Стоп"
13		PASS	I1.5	Пассажир в кабине
14		P_UNTER	Q0.0	Движение вниз
15		P_OBER	Q0.1	Движение вверх
16		P_TIHO	Q0.2	Номинальная скорость
17		ZANAT	Q0.3	Лифт движется
18		K_ST	V0.0	Выход компаратора "Стоп"
19		K_OBER	V0.1	Выход компаратора "Вверх"
20		K_UNTER	V0.2	Выход компаратора "Вниз"
21		FIK_NEBO	V0.3	Вызов на 0-й (фиктивный) этаж
22		DVIZOV	V3.0	Нажата кнопка вызова-приказа
23		DNEBO	V3.1	Лифт в зоне этажа
24		PRIKAZ	V3.2	Приказ из кабины
25		VIZOV	VB12	Код кнопки вызова-приказа
26		NEBO	VB13	Код этажа

Рис. 2. Переменные программы управления лифтом

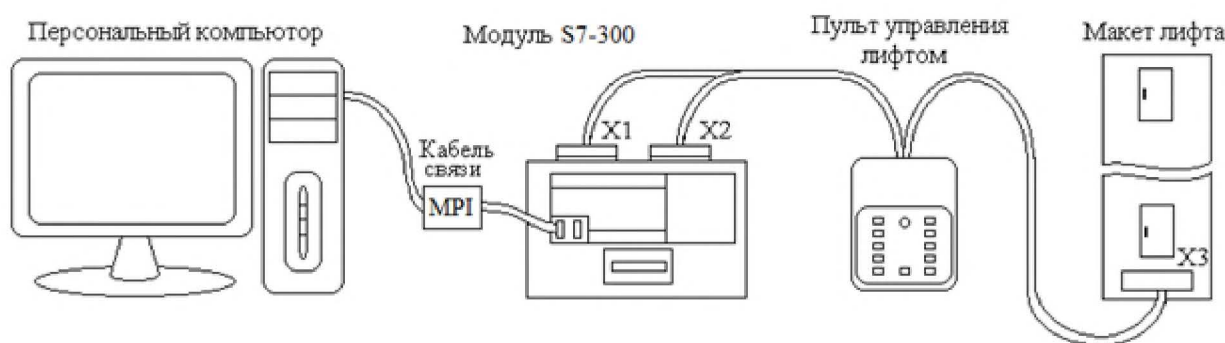


Рис. 3. Полная схема подключения макета лифта к ПЛК S7-300

#### Список литературы

1. Л.И. Токмакова, В.К. Усольцев «Микропроцессорная техника»
2. О.Г. Яковлев «Программирование ПЛК»
3. A. Sedjakin Tallinna Tööstushariduskeskus «Логика и программирование»

УДК:007.52:004.087.5

#### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОХРАННОГО РАБОТА НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO MEGA

ст.гр. Тг-1-13 **Ажимкулов А.**, рук. **Султангазиева Р.Т.**

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, E-mail: futurebeginnow@gmail.com

#### DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR THE SECURITY ROBOT ON ARDUINO MEGA PLATFORM

st.gr. Tg-1-13 **Azhimkulov A.**, Executed by **Sultangazieva R.T.**

Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic,  
E-mail: futurebeginnow@gmail.com

Данная статья описывает принцип работы робота-охранника. В нашем городе были зафиксированы случаи, когда грабители пускали в дом усыпляющий газ и без труда забирали все из дома. Нынешние системы охраны не предусмотрены для таких случаев нападения. Эта ситуация дала мысль о создании робота-охранника. Его принцип действия основан на работе датчиков, взаимодействующие с окружающей средой.

Данный робот был реализован на платформе Ардуино Мега с программным обеспечением ARDUINO IDE

Цель работы заключалась в разработке робота обеспечивающий безопасность жителей дома от проникновения с использованием трех датчиков (Датчик движения, датчик газа и датчик звука), используя платформу ARDUINO MEGA, программирование осуществлялось на языке C++ программным обеспечением ARDUINO IDE.

**Arduino** – это инструмент для проектирования электронных устройств (электронный конструктор) более плотно взаимодействующих с окружающей физической средой, чем стандартные персональные компьютеры, которые фактически не выходят за рамки виртуальности. Это платформа, предназначенная для «physical computing» с открытым программным кодом, построенная на простой печатной плате с современной средой для написания программного обеспечения.

Arduino применяется для создания электронных устройств с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами. Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно или взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере

Arduino IDE — среда разработки Arduino состоит из встроенного текстового редактора программного кода, области сообщений, окна вывода текста(консоли), панели инструментов с кнопками часто используемых команд и нескольких меню. Для загрузки программ и связи среда разработки подключается к аппаратной части Arduino.

**Краткое описание работы**

Робот работает от 9 Вольтовых батареек. При включении робота происходит обработка сигнала от датчиков, который происходит в микроконтроллере. При нормальных условиях, когда все датчики находятся в зоне спокойствия (датчик движения ничего не обнаружил, уровень шума и газа в норме) робот бездействует. При срабатывании датчика движения робот вертит головой, в поисках объекта. При срабатывании датчика звука, робот начинает двигаться с помощью колес и драйвера двигателя L293D, в поисках источника звука. При срабатывании датчика газа, начинает крутиться кулер, очищает воздух от вредных газов.

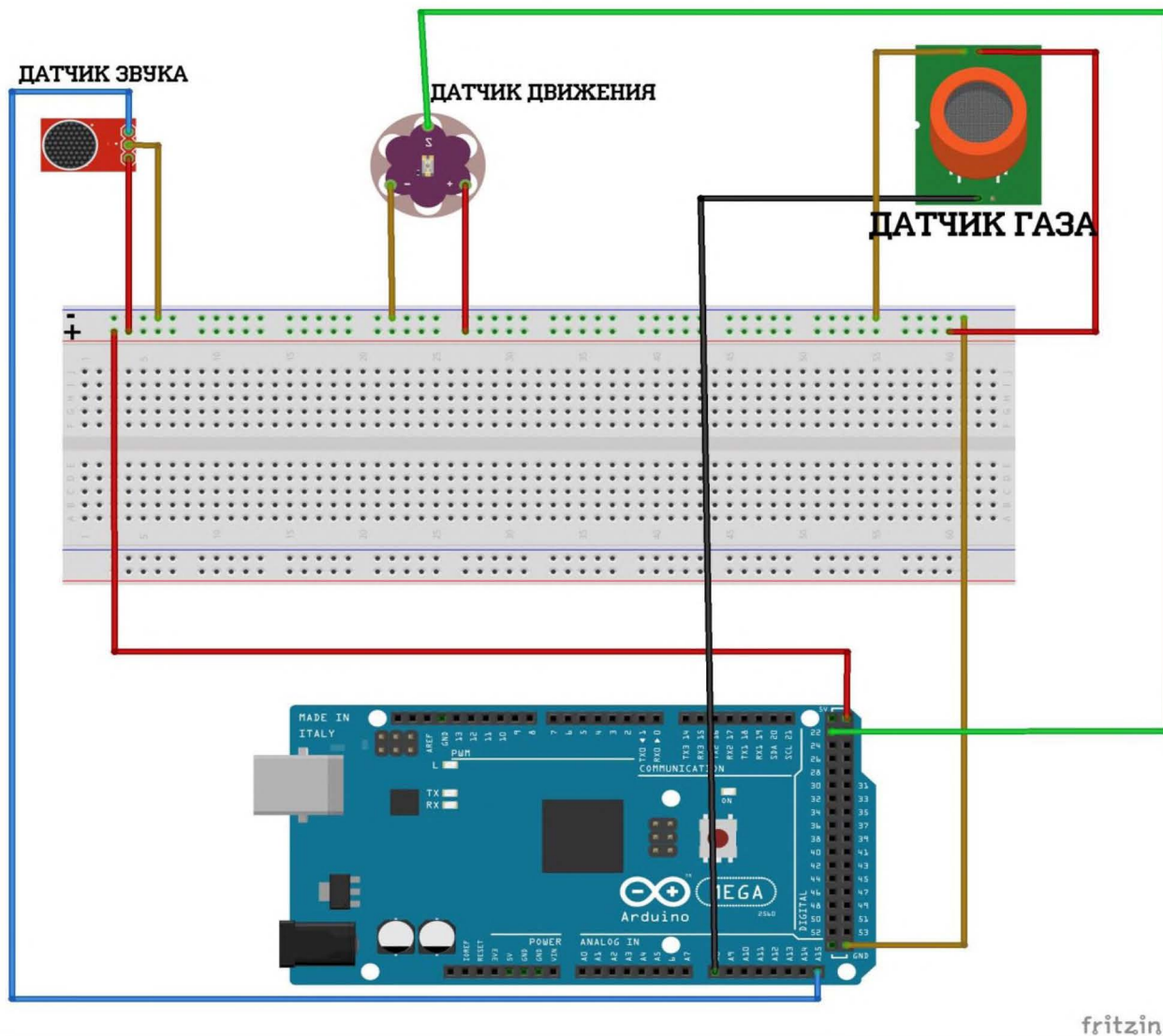


Рис.1. Структурная схема прикрепления датчиков к платформе

Где, красные провода – питание (VCC), коричневые – земля (GND). Остальные провода - сигнальные.

Описание датчиков.

**I. Датчик движения:**

Для определения движения в помещении был использован стандартный датчик движения, адаптированные для работы с платформой ARDUINO MEGA. Дальность фиксирования движения 4-6 м. Принцип работы датчика движения довольно прост: в это устройство встроен инфракрасный датчик, который улавливает тепловое излучение, исходящее от тел, находящихся в данной комнате. То есть, при использовании датчика движения, в зоне контроля, при появлении какого либо объекта движения – автомобиля, человека и так далее, происходит замыкание силовой цепи. Непрерывный контроль в зоне наблюдения за инфракрасным излучением – основной принцип работы датчика движения. В зоне наблюдения тепловое поле меняется при появлении, какого либо движущегося объекта, масса которого достаточна и имеет температуру теплового излучения на 5 градусов Цельсия выше, чем температура окружающего воздуха. При помощи особой линзы,



называемой линзой Френеля, подается сигнал на фотоэлемент, что и вызывает замыкание электрической цепи и приводит датчик движения в действие. В зоне контроля, датчик движения срабатывает даже, если перемещение объекта весьма незначительно, например, сидящий человек слегка покачивается. Происходит это, благодаря шахматному порядку чередования зон общего инфракрасного поля. Данный датчик является цифровым. При отсутствии движения он подает логический 0 на платформу, и как только он видит движение он отправляет логическую 1. При фиксации движения в помещении, датчик движения отправляет сигнал на ARDUINO. В свою очередь по алгоритму он начинает движение сервопривода, на который посажена голова. Он начинает искать объект(источник движения).

**II. Датчик звука:**

Для определения шума в помещении, был взят аналоговый датчик звука. В качестве звукового датчика используется микрофон, который служит для преобразования звуковых колебаний в электрическое переменное напряжение. Микрофон представляет собой катушку индуктивности, диафрагму и магнит. Под влиянием звуковых сигналов диафрагма отдаляет или приближает магнит от катушки индуктивности, благодаря чему в катушке создается переменное напряжение. Через аналоговый выход он отправляет показатели уровня шума на платформу в виде напряжения. Сигнальный пин датчика звука подключается к аналоговому входу на ARDUINO который способен считать величину подаваемого напряжения. Если уровень шума выходит за пределы допустимого значения, то робот начинает свое движение в поисках шума.

**III. Датчик газа:**

Для определения уровня газа в помещении, был использован датчика газа модели MQ-5. Он принадлежит к полупроводниковым типам. На чувствительный элемент из кремниевой пластины наносится тонкая пленка из окиси металла (используется та же технология, что и при изготовлении схем для матерински плат). Когда на поверхность окиси попадает газ, он поглощается ей и изменяет сопротивление, которое прямо пропорционально концентрации ядовитого вещества в воздухе. Также, как и звуковой датчик, он подключается к аналоговому входу платформы. Значение уровня газа в воздухе отправляется в виде переменного напряжения. При выявлении усыпляющего газа, робот начинает вращение кулера. Который, в свою очередь очищает воздух от вредных примесей.

Датчики	Пин	Действие	Комментарии
ГАЗА	A8 (Analog)	Ser==HIGH	Вызывает вращение кулера
ДВИЖЕНИЯ	D24 (Digital)	Servo==HIGH	Вызывает вращение головы
ЗВУКА	A15 (Analog)	Motor.run	Робот начинает движение

Все датчики изображены на рисунке 1.

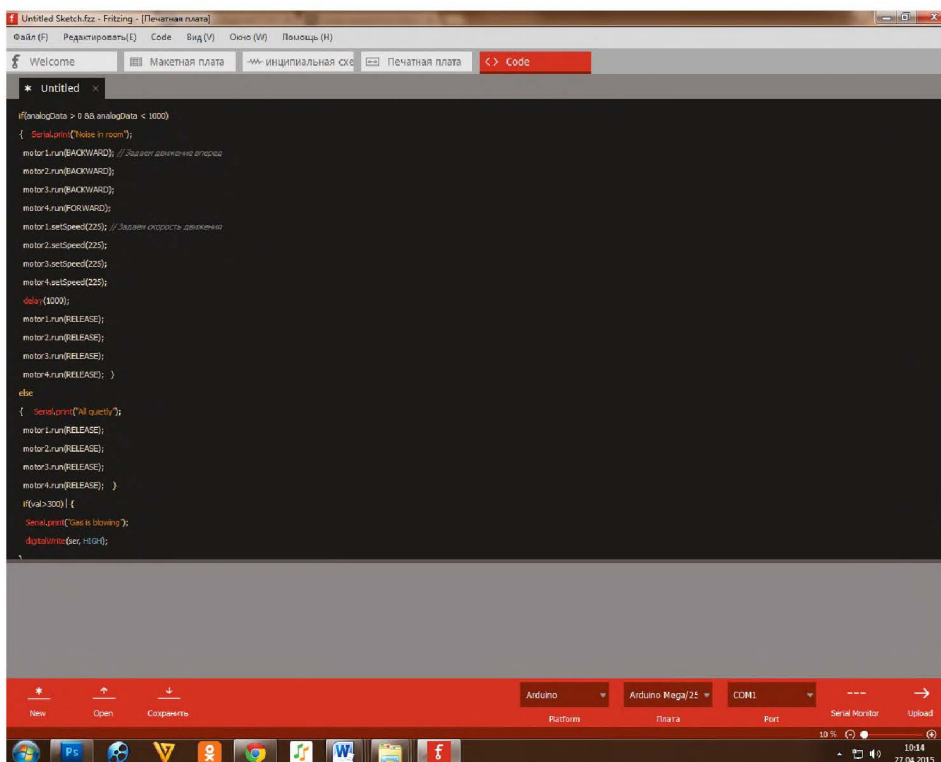


Рис.2. Скetch для программирования робота

На рисунке №2 показан фрагмент программного кода, управляющий движением робота. Движение робота осуществляется 4 мотор-редукторами с колесами. Контроль этих моторов осуществляет устройство Motor Shield. На борту данного шилда имеется две микросхемы L293D. Он позволяет управлять слаботочными двигателями с током потребления до 600 мА на канал. На двух пятипиновых клеммниках можно насчитать 4 разъема для подключения двигателей (M1, M2, M3, M4). Использование двух микросхем L293D позволяет одновременно подключить 4 моторчика постоянного тока либо 2 шаговых мотора либо два моторчика и шаговый. Для управления на прямую выводами Motor Shield (IN1, IN2, IN3, IN4), отвечающими за выбор направления вращения, необходимо 4 вывода, а для двух микросхем целых 8. Для уменьшения количества управляющих выводов в игру вступает сдвиговый регистр 74НС595. Благодаря регистру управление сводится к 8ми пинов к 4ем. Также, на плату выведены 2 разъема для подключения сервоприводов. Питание силовой части производится либо от внешнего клеммника, либо замыканием джампера. Напряжение для объединенного питания 6 - 12 Вольт. На данном этапе робот двигается в заданном направлении, на определенный период времени.

Основной проблемой в процессе работы было питание всей системы. Для решения этой проблемы, было принято использовать 9 Вольтные батарейки в количестве 8 штук. Но при этом было возможно подключить только три датчика. На следующем этапе(при решении проблемы с питанием) будет подключен звуковой модуль для общения с человеком и GSM модуль, с помощью которого можно оповещать охранное агентство о проникновении грабителей в дом их клиентов.

#### Список литературы

1. Большаков Александр “Знакомство с Arduino”
2. Brian W. Evans-“Arduino блокнот программиста.”-USA, August, 2007

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ ДЛЯ КЫРГЫЗСТАНА.

**Бакытов Р.Б.**, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, пр. Мира 66, 720044, г Бишкек, Кыргызская Республика, [rinat.bakytov@gmail.com](mailto:rinat.bakytov@gmail.com).

В данной статье приводится сравнительный анализ беспроводного и фиксированного абонентского широкополосного доступа. А также, технологий WiMAX и LTE, с целью нахождения наиболее подходящей для рынка телекоммуникаций в Кыргызстане.

**Ключевые слова:** широкополосный, многостанционный доступ, поднесущие, модуляция, кодирование, отношение Сигнал/Шум, характеристика радиопокрытия, спектральная эффективность, емкость сети, коэффициент шума, чувствительность приемника.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF WIRELESS BROADBAND ACCESS TECHNOLOGIES AND CHOICE THE MOST PREFERRED FOR KYRGYZSTAN.

**Bakytov R.B.**, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Mir Avenue 66, 720044, Bishkek, Kyrgyz Republic, [rinat.bakytov@gmail.com](mailto:rinat.bakytov@gmail.com).

This article provides a comparative analysis of wireless and fixed broadband access. Also, comparison of WiMAX and LTE technologies, with the aim of finding the the most suitable for the telecommunications market in Kyrgyzstan.

**Keywords:** broadband, multiple access, subcarriers, modulation, coding, signal / noise ratio, characteristic of the coverage, spectral efficiency, network capacity, noise figure, receiver sensitivity.

На данный момент в Кыргызстане беспроводные сети передачи данных становятся одним из важнейших направлений развития телекоммуникаций. Это можно объяснить множеством факторов: гибкость архитектуры, возможность динамического изменения топологии, быстрота проектирования и развертывания, отсутствие необходимости дорогостоящей прокладки медного или волоконно-оптического кабеля. Отстают системы беспроводного широкополосного доступа от оптических систем передачи данных лишь в скорости передачи данных, но с бурным развитием разнообразных технологий с широкими возможностями повышения емкости и ширины канала – эта отставание в скором времени будет преодолено. К тому же, не стоит забывать про горный рельеф нашей страны и малую плотность населения в отдаленных поселках, что делает нерентабельным прокладку кабелей.

Еще один фактор, влияющий на выбор технологии операторами связи – это жесткая конкуренция на рынке телекоммуникаций. Насущной проблемой компаний в Кыргызстане становится отток абонентов к конкурентам. Решить ее можно несколькими способами. Один из них – улучшить качество уже предоставляемых оператором услуг, однако, эти действия требуют больших материальных затрат, а отдача от них может быть не столь значительной. Другой путь – введение в эксплуатацию услуги, недоступной для абонентов у другого оператора.

Большинство крупных игроков на телекоммуникационном рынке предоставляют услуги в виде пакета сервисов – передачи данных, голоса и видео, получившего название Triple Play. При добавлении поддержки мобильности пакетное предложение получает название Quadruple Play, что в итоге дает оператору возможность реализовывать единые пакеты услуг в беспроводных сетях.

Все вышеперечисленное сводится к одному – это выбор наиболее подходящей технологии широкополосного доступа для реализации мультисервисных услуг и поддержания количества абонентов. У сотовых технологий один четкий тренд – миграция в сторону LTE и стандарта 3GPP у систем широкополосного беспроводного доступа, а WiMAX – единственный представитель среди всех технологий широкополосного беспроводного доступа, входящих в семейство IMT-2000, – две альтернативы: мигрировать в сторону LTE или развиваться в направлении IEEE 802.16m. Обе технологии базируются на одном и том же радио интерфейсе MIMO-OFDM. Для сетей с временным дуплексом TD-LTE стандартизованы 8 диапазонов частот, из них 2 диапазона (2,3 и 2,6 ГГц) совпадают с полосами WiMAX. Планируется, что в релизе 10 спецификаций 3GPP будет стандартизован диапазон 3,5 ГГц, также совпадающий с WiMAX. Учитывая, что в мире выданы сотни лицензий на предоставление услуг беспроводного доступа в указанных трех диапазонах частот, у технологии TD-LTE очень хорошие шансы на глоб

Многостанционный доступ на линии вниз LTE и линиях вверх и вниз WiMAX используется OFDMA – многостанционный доступ на базе ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). В LTE на линии вверх отказались от OFDM, поскольку при сложении множества ортогональных поднесущих формируется сигнал с большим пиковым значением. Для передачи такого сигнала без искажений требуется высоколинейный, а значит, дорогостоящий усилитель. Для упрощения терминалов было решено использовать технологию SC-FDMA – мультиплексирование на одной несущей. Сигнал SC-FDMA обладает меньшим пик-фактором. Усилитель в этом случае может работать в более эффективном режиме и с более высоким КПД.

При использовании MIMO в WiMAX ресурсы выделяются пользователям слотами, формируемыми из подканалов и символов OFDM; при этом применяется метод расстановки поднесущих PUSC (Partial Usage of Subcarriers). Поднесущие одного канала объединяются в субканалы, распределенные по всей несущей: на линии вниз 1 субканал = 24 поднесущих данных + 4 пилот-поднесущих (доля пилот-поднесущих 14,2 %); на линии вверх 1 субканал = 16 поднесущих данных + 8 пилот-поднесущих (доля пилот-поднесущих 33,3 %). В LTE пользователям выделяются ресурсные блоки по 12 соседних поднесущих умноженный на 1 субкадр ресурсный блок = 12 поднесущих умноженных на 14 символов OFDM = 168 ресурсных элементов. Тот факт, что в пределах одного ресурсного блока, 180 кГц, поднесущие коррелированы, позволяет сократить количество пилот-поднесущих для оценивания канала на приемной стороне. На линии вниз в режиме MIMO 2x2, в каждом ресурсном блоке подпилоты резервируются 16 позиций из доступных 168 (доля пилотов – 9,5 %). На линиях вверх и вниз размер ресурсного блока совпадает – 168 ресурсных элементов. На линии вверх под пилоты выделяются 36 позиций (доля пилотов – 21,4%). Таким образом, доля пилот-поднесущих в LTE в 1,5 раза меньше, чем в WiMax.



Рис.1.8. Процедура HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest)

Гибридная процедура повторной передачи по запросу В обеих системах используется процедура повторной передачи HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest), см. рис.1.8, Благодаря упрощенной архитектуре LTE (в радио подсистеме WiMAX, как правило, имеется контроллер базовых станций, а в LTE отсутствует) сократилось время на обработку пакетов до 10 мс, против 30 мс в WiMax. Кроме того, для объединения повторно переданных пакетов в этих технологиях используются разные процедуры: «Chase combining» - в WiMax и «Incremental redundancy» - в LTE. В процедуре «Chase combining» осуществляется простое объединение повторно-переданных пакетов, а в процедуре «Incremental redundancy» при каждой последующей повторной передаче увеличивается количество проверочных бит в пакете, меняется шаблон выкалывания бит в процессе турбо-кодирования. Второй метод гораздо эффективнее и дает заметный энергетический выигрыш

Рассмотрим следующие отличия между технологиями условий средней городской застройки:

Скорость передачи данных, гарантируемая на краю соты у обоих технологий равна и приблизительно составляет 144 кбит/с. Стоит также отметить, что на краю соты обе технологии не гарантируют высокой пропускной способности.

1. Среднее количество передач в HARQ: для LTE составляет 1,5; а для WiMax
2. В отношении модуляции и кодировании обе технологии используют QPSK с высокой помехоустойчивостью
3. В отношении Сигнал/Шум на приемнике более предпочтительно смотрится технология LTE из-за алгоритма цифровой обработки сигналов.
4. А вот коэффициент шума и чувствительность приемника приблизительно одинаковы в обоих случаях.

LTE имеет следующие ключевые преимущества по сравнению с другими системами: производительность, характеристики радиопокрытия, спектральная эффективность и емкость сети.

Стоит также отметить, что обе компании («Сайма» и «НурТелеком») предоставляющие беспроводной широкополосный доступ в нашей стране, выбрали именно технологию LTE 4G. Что еще раз подтверждает - на данный момент эта технология является более предпочтительной. Но развитие стандартов и технологий в инфокоммуникационной среде столь быстрое, что уже завтра можно будет говорить и преимуществах другой технологии над LTE.

#### Список литературы

1. Немировский М.С. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма, Москва 2010г, страница 112-141.
2. Вишневецкий В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации, Москва 2005г, страница 370 –444.
3. Гольдштейн Б.С. Сети связи, Москва 2010г, станица 226-265.

#### Интернет ресурсы

1. <http://www.snt.ua/news/81637.ua.php>
2. <http://1234g.ru/4g/lte/sravnenie-lte-s-drugimi-tekhnologiyami/sravnenie-lte-i-wimax>
3. [http://unicon.uz/www/Image/article/radio\\_tech\\_seminar/11.pdf](http://unicon.uz/www/Image/article/radio_tech_seminar/11.pdf)
4. <http://it-weekly.ru/analytics/business/17571.html>

#### References

1. Nemirovsky M.S. Wireless technology from the last mile to the last inch, Moscow, 2010, page 112-141.
2. Vishnevsky V.M. Broadband wireless data transmission network, Moscow, 2005, page 370 -444.
3. Goldstein B.S. Network Communications, Moscow, 2010, page 226-265.

#### Internet resources

1. <http://www.snt.ua/news/81637.ua.php>
2. <http://1234g.ru/4g/lte/sravnenie-lte-s-drugimi-tekhnologiyami/sravnenie-lte-i-wimax>
3. [http://unicon.uz/www/Image/article/radio\\_tech\\_seminar/11.pdf](http://unicon.uz/www/Image/article/radio_tech_seminar/11.pdf)
4. <http://it-weekly.ru/analytics/business/17571.html>