

**ВСЕРОССИЙСКИЙ ДЕТСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ  
«ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ»**

---

**Направление: ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО**

**Тема: Как роботы управляют светом: секреты умного освещения**

**Соискатель: Чиляков Илья Александрович**

**Научный руководитель: Эйрих Светлана Владимировна**

**Место выполнения работы: г. Новосибирск**

## Оглавление

Введение.....	3
1. Теоретическая часть.....	4
1.1. Робототехника и её применение .....	4
1.1.1. Как появились роботы .....	4
1.1.2. Роботы сегодня.....	5
1.1.3. Arduino – умный конструктор для изготовления роботов.....	6
1.2. Принцип работы датчиков освещённости и движения .....	7
в умном освещении.....	7
1.2.1. Принцип работы датчика освещённости .....	7
1.2.2. Принцип работы датчика движения.....	8
2. Практическая часть.....	9
2.1. Схема умного освещения на основе фоторезистора и датчика движения.....	9
2.2. Программа для Arduino .....	11
2.3. Результаты испытания устройства .....	12
Заключение .....	14
Список источников.....	15

## Введение

В одной известной песне из детского кинофильма есть такие слова: «Позабыты хлопоты, остановлен бег, вкалывают роботы, а не человек!». И если во времена создания этого фильма это была еще фантастика, то сегодня роботы - наша реальность.

Роботы активно используются в промышленности, медицине, образовании, сельском хозяйстве, космосе и многих других сферах. Появились беспилотные автомобили и летательные аппараты. Учёные разных стран трудятся над созданием роботов, обладающих человеческими чертами.

Основная функция роботов — упростить работу человека и сделать его жизнь лучше, комфортнее и экономнее.

Практически в каждом доме есть робот-пылесос или умная колонка, а еще есть другие «умные» устройства:

холодильники, которые следят за тем, какие продукты в них кладут, контролируют количество и срок годности, могут создать список покупок и даже заказать доставку через интернет  
духовки, пароварки, микроволновки, и чайники, которые можно включить и выключить дистанционно через мобильное приложение;

умные розетки и выключатели, которые помогают с помощью смартфона, голосовых команд или расписания управлять электроприборами и освещением. Системы умного освещения автоматически включают свет, когда это нужно, и выключают, когда он не требуется.

Вот об умном освещении я и расскажу в своем исследовании.

### ***Актуальность темы:***

По данным исследований, в России на освещение приходится около 12 % общего энергопотребления (порядка 109 млрд кВт ч в год)<sup>1</sup>. Системы умного освещения способны сократить эти затраты за счёт: автоматического включения/выключения света по датчикам, регулировки яркости в зависимости от естественного освещения, отключения света при отсутствии людей в помещении.

Снижение энергопотребления уменьшает выбросы парниковых газов, а это — вклад в устойчивое развитие и охрану окружающей среды.

В условиях городской инфраструктуры такие системы снижают затраты на уличное освещение и повышают безопасность пешеходов и водителей

***Цель:*** собрать и протестировать модель умного освещения с фоторезистором и датчиком движения на платформе Arduino.

### ***Задачи:***

1. узнать, что такое робототехника;
2. изучить принципы работы датчиков освещённости и движения;
3. собрать схему умного освещения на макетной плате;
4. написать и загрузить программу в Arduino;
5. проверить работу модели умного освещения в разных условиях;
6. определить сферы применения получившегося устройства.

***Гипотеза:*** умный свет работает для нас: включается сам, когда в нем возникает необходимость, и гаснет, когда становится не нужен.

---

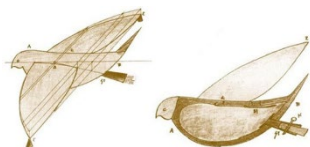
<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 10 ноября 2017 г. № 1356 «О внесении изменений в требования к энергетической эффективности осветительных устройств общего назначения».

## 1. Теоретическая часть

### 1.1. Робототехника и её применение

#### 1.1.1. Как появились роботы

Люди с античных времен мечтали о создании механизмов, облегчающих жизнь человека.



Первые механические устройства появились еще в древности, например созданная примерно около 400 года до н.э. в Греции «птица Архита».

Статуи богов с подвижными частями тела (руки, голова) появились еще в Древнем Египте, Вавилоне, Китае.

В средние века появились первые подвижные человекоподобные механические фигуры. Алхимик Альберт Великий (1193 – 1280) создал куклу в рост человека, которая, когда стучали в дверь, открывала и закрывала ее, кланяясь при этом входящему. В 13 веке Альберт Великий создал автомат, ставший впоследствии известным как «говорящая голова», способный воспроизводить человеческий голос. В 1495 году Леонардо да Винчи разработал детальный проект механического человека, способного двигать руками и поворачивать голову. А в 1500 году он построил механического льва, который при въезде короля Франции в Милан выдвигался, раздира л когтями грудь и показывал герб Франции. В XVIII веке с расцветом часового мастерства французский механик и изобретатель Жак де Вокансон создал механическую утку, покрытую настоящими перьями, которая могла ходить, двигать крыльями, крякать, пить воду, клевать зерно. Утка состояла из более чем 400 движущихся деталей и была однозначно признана венцом творения мастера.

Созданием автоматов также занимались швейцарские часовщики Пьер-Жак Дро (1721-1790) и его сын Анри Дро (1752-1791). От имени последнего позднее было образовано и понятие «андроид». Пьер-Жак Дро создал несколько автоматов, из которых наибольшую известность получили Писарь и Художник. Писарь представлял собой сидящего за столом ребенка. Кукла полностью воспроизводила алгоритм действий человека: вначале Писарь макал гусиное перо в чернила, затем стряхивал, чтобы не поставить кляксу, после – начинал выводить на бумаге слова ровным почерком. При этом – опускал глаза вниз, чтобы «следить» за написанным.

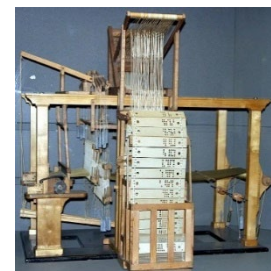


Вместе с сыном они создали девушку, играющую на клавесине. Сохранилось восторженное описание этой фигуры современником: «Девушка играет, шевелит губами, грудь ее поднимается и опускается при «дыхании», она смотрит на клавиши, в ноты, а иногда бросает взгляд на публику, по окончании «номера» встает и кланяется». Эти человекоподобные игрушки представляли собой многопрограммные автоматы с оперативно сменяемыми программами.



Не остались в стороне и русские механики. Так, механик И.П. Кулибин (1735-1818) построил в течении трех лет яичную фигуру – универсальные часы. Часы давали театрализованное представление и играли музыку. В этих часах было три самостоятельных механизма и три завода: часовой, боевой и курантовый, а также автоматические приборы для приведения в действие механизмов, воспроизводящих сцены, музыку и бой. Как свидетельствует сохранившаяся опись частей, составленная Кулибиным, часы яичной фигуры состояли из 427 деталей.

В 1805 году Жаккард создает автоматический станок, на котором можно производить ткани с заранее запрограммированным рисунком с помощью перфокарт. Это изобретение явилось одним из важнейших событий, которые определили дальнейший технический прогресс промышленности и послужили толчком к развитию робототехники.



Слово «робот» впервые прозвучало в 1921 году со сцены театра. Это была пьеса чешского драматурга Карела Чапека «Россумские универсальные роботы» о человеке, основавшем фабрику, на которой биологическим путем выращивались роботы, отличавшиеся очень высокой работоспособностью. «Роботы – это люди ... они механически совершеннее нас, они обладают невероятно сильным интеллектом, но у них нет души». Так впервые появилось понятие «робот», которое в скором времени из фантастической литературы перешло в науку и технику.

Возникновение современных роботов следует отнести к 1959 году, когда в США были созданы первые промышленные роботы с программным управлением.

А сегодня роботизированные изобретения стали частью обыденной жизни: от бытовых помощников (робот-пылесос) до медицинских роботов, которых используют в хирургических операциях.

### 1.1.2. Роботы сегодня

В современном мире робототехника находится на пике развития. Появились автономные дроны, роботы-помощники в домашнем хозяйстве, в области медицины и науки. Роботы становятся не только полезными помощниками, но и настоящими спутниками в повседневной жизни человека.

Робототехника — наука о проектировании и создании роботов и устройств, которые могут выполнять задачи без участия человека или с минимальным его вмешательством.

Она объединяет элементы механики, электроники, информатики и других инженерных дисциплин, позволяя создавать автоматизированные устройства.

Робот – это, по сути, «умная» машина, которая может воспринимать окружающий мир, обрабатывать информацию и совершать какие-то действия. Любой робот состоит из этих ключевых частей:

1. Механическая часть – это «тело» робота: корпус, двигатели (моторы), механизмы (шестерёнки, рычаги, колёса, захваты) — всё, что помогает роботу что-то делать.
2. Электрическая часть – это «органы чувств» и «нервная система». Датчики помогают ему «видеть», «слышать» и «ощущать» окружающий мир. Например:
  - датчики света определяют, насколько светло вокруг.
  - датчики расстояния помогают роботу не врезаться в предметы.
  - звуковые датчики реагируют на шум или голос.

Роботу нужна энергия, чтобы работать. Это может быть батарея, аккумулятор или даже солнечные панели, которые превращают свет в электричество.

3. Контроллер — это маленький компьютер, «мозг» робота. Он обрабатывает информацию от датчиков и решает, что делать дальше.

4. Программная часть – «правила поведения» робота, набор инструкций, хранящихся в «мозге», которые говорят роботу, как действовать.

Они работают по принципу «если..., то...». Например:

ЕСЛИ датчик света («глаз») говорит, что стало темно, ТО «мозг» приказывает лампочке включиться.

Всё просто! Именно так и работают умные устройства вокруг нас.

В моем проекте «роботом» будет система, которая «решает», когда включить свет.

### 1.1.3. Arduino – умный конструктор для изготовления роботов

Сегодня навыки робототехники можно получать с раннего детства. Для школьников в этой сфере предлагается множество инструментов: всем известен программируемый конструктор Lego (серии WeDo и Mindstorms EV3). Я в своей работе использовал возможности электронной платформы Arduino.

Плата *Arduino* – это плата с микроконтроллером–«мозгом» и «гнездами», куда вставляются датчики, сенсоры, двигатели, моторы, светодиоды и другие детали. Вы пишете для неё программу, загружаете в микроконтроллер — и собранное устройство начинает жить по вашим правилам.

Давным-давно, в начале 2000-х годов, в Италии учителя из института дизайна мечтали, чтобы даже школьники могли легко создавать свои электронные устройства — например, мигающие лампочки или роботов.

До этого студенты пользовались сложными и дорогими платами BASIC Stamp. Программировать их было трудно, а стоили они дорого — около 50 долларов.

Один умный студент, Эрнандо Барраган, придумал платформу Wiring — попроще и подешевле. А потом его учитель, Массимо Банци, взял эту идею и сделал ещё лучше и доступнее. Так появился Arduino.

Название досталось от местного бара, где любили собираться студенты и преподаватели. А бар был назван в честь древнего короля Италии — Ардуина Иврейского.

Arduino стала популярной, потому что она была дешёвой — намного дешевле старых плат. Её было легко программировать — даже без специальных знаний. Все инструкции и программы были открытыми — любой мог их использовать и улучшать.

Сегодня Arduino — это как электронный конструктор. С её помощью можно:

- заставить светодиод мигать;
- сделать робота-пылесоса;
- создать умный будильник;
- построить «умный дом», который сам включает свет и отопление.

И самое главное — начать может каждый, даже ученик четвёртого класса! Для этого потребуются:

- плата Arduino (стоит недорого);
- компьютер;
- USB-кабель;
- желание творить и пробовать новое.

Вот такая интересная история у Arduino — от маленького итальянского бара до всемирно известного электронного конструктора!

## 1.2. Принцип работы датчиков освещённости и движения в умном освещении

Как работает умное освещение?

Система включает свет, если:

- стало темно (срабатывает фоторезистор);
- в зоне есть движение (срабатывает датчик движения).

Когда темнота и движение исчезают, свет выключается. Это экономит электроэнергию.

Итак, глаза и уши системы умного освещения – это фоторезистор и датчик движения.

Подробнее с работой этих приборов мы познакомимся на уроках физики в 8 классе, а пока можно сказать вот что:

### 1.2.1. Принцип работы датчика освещённости

Датчик освещённости или фоторезистор — это деталь, которая «видит» свет. Она умеет:

- замечать, когда становится светло;
- сообщать об этом другим частям прибора.



В темноте материал внутри фоторезистора «запирает» электрический ток: электроны не могут свободно двигаться. Сопротивление становится очень большим, вместе с ним растёт напряжение фоторезистора. Эта информация поступает в мозг-микроконтроллер. Как только напряжение на фоторезисторе превышает установленное значение микроконтроллер «понимает»: «Темно! Пора включать лампу!» и подаёт ток на лампу — она загорается.

Фоторезистор — это простой и надёжный способ «научить» электронику «видеть» свет и реагировать на него.

Фоторезисторы используются в разных сферах:

- системы сигнализации и безопасности: в охранных системах для обнаружения прерывания светового потока;
- автомобильная электроника: для автоматического включения фар при наступлении темноты, а также для управления дневными ходовыми огнями;
- промышленность: для контроля уровня освещённости технологических процессов, проверки наличия объектов на конвейере, а также в системах позиционирования;
- полиграфическая промышленность: для обнаружения обрывов бумажной ленты, контроля за количеством листов, подаваемых в печатную машину;
- измерительная техника: для измерения высоких температур, для регулировки температуры в различных технологических процессах.
- робототехника: в учебных конструкторах и самодельных роботах для реализации светочувствительных функций.

## 1.2.2. Принцип работы датчика движения

Датчик движения— это устройство, которое фиксирует движение объектов и передаёт эти данные в центр управления. Простыми словами, датчик обнаруживает наличие движения в области, которую он контролирует, и при обнаружении такого движения выполняет определённую задачу.

Датчик не смотрит глазами, как человек. Он «чувствует» изменения в окружающем мире с помощью разных волн: инфракрасных (тепловых), звуковых (в том числе ультразвуковых), радиоволн (микроволновых).

В зависимости от типа, датчик либо только принимает волны извне, либо сам излучает их и анализирует, как они отражаются от предметов.

Инфракрасные (PIR): «чувствуют» тепло от движущихся объектов (например, человека).

Звуковые (ультразвуковые): посылают невидимые звуковые волны и «слушают», как они отражаются. Если что-то движется — волны меняются, и датчик срабатывает.

Микроволновые (радиоволновые): излучают радиоволны и следят за их отражением.

Фотоэлектрические: работают как «луч-сторож»: если кто-то перекроет световой луч (обычно инфракрасный), датчик подаст сигнал.

Датчики присутствия: «замечают» даже малейшее движение — например, как человек шевелит пальцами.

Где применяют датчики движения?

Охрана: если кто-то зашёл в помещение ночью, срабатывает сигнализация.

Освещение: свет включается, когда вы входите в комнату, и выключается, когда уходите.

Умные дома: кондиционер или отопление подстраиваются под то, есть ли люди в комнате.

Видеонаблюдение: камера начинает записывать, только если в кадре есть движение.

Автоматические двери: открываются, когда вы подходите.

Экономия энергии: приборы отключаются, если в комнате никого нет (можно сэкономить до 40–70 % электроэнергии).

Почему это удобно?

Без рук: не нужно нажимать выключатели — всё работает само.

Безопасно: охрана реагирует на любое движение в неположенное время.

Экономно: свет и приборы не работают впустую.

Незаметно: датчик маленький и часто прячется в потолке или стене.

Датчик движения — это невидимый помощник, который «смотрит» за помещением и делает так, чтобы всё работало только тогда, когда это нужно.



## 2. Практическая часть

### 2.1. Схема умного освещения на основе фоторезистора и датчика движения

Мой проект представляет собой схему освещения, при которой свет включается при отсутствии солнечного света, то есть, когда на улице темнеет. Это может быть использовано для создания уличного освещения. Еще одним условием включения света дополнительно к вышеуказанному является наличие движения в зоне действия датчика движения, что позволяет использовать это устройство для внутреннего освещения в помещениях.

Условия	Ожидаемая реакция	
	Светодиод для внешнего освещения (улица)	Светодиоды для внутреннего освещения (комната)
Светло, нет движения	Светодиод выключен	Светодиод выключен
Светло, есть движение	Светодиод выключен	Светодиод выключен
Темно, нет движения	Светодиод включён	Светодиод выключен
Темно, есть движение	Светодиод включён	Светодиод включён

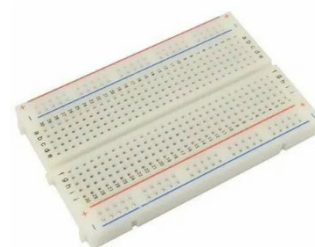
Необходимые компоненты:

- плата Arduino Uno;
- фоторезистор (датчик освещённости);
- датчик расстояния ультразвуковой HC-SR04;
- светодиоды (имитация лампы);
- резисторы: 10 кОм (для фоторезистора), 220 Ом (для светодиодов);
- макетная плата;
- соединительные провода.



«Мозгом» моего проекта я выбрал плату *Arduino Uno* на базе микроконтроллера ATmega328P. Она предназначена для разработки и прототипирования электронных устройств, даёт удобный доступ к выводам контроллера и позволяет загружать в него программы прямо из среды программирования.

Для моего проекта я использую **макетную плату** (breadboard) — это специальная «доска-конструктор» для сборки электронных схем без пайки. Она выглядит как большой конструктор с множеством дырочек, куда можно вставлять детали и соединять их проводами.



На плате Arduino мало выводов (пинов). Макетная плата помогает «разветвить» питание (+5 В) и землю (GND), чтобы подключить сразу несколько датчиков, светодиодов и т.д. В моем проекте используются 4 светодиода, 5 резисторов, 2 датчика (датчик освещенности и датчик движения) и без макетной платы мне не обойтись.

Как устроена макетная плата?

Отверстия — в них вставляются ножки деталей (резисторов, светодиодов, датчиков) и провода-перемычки.

Внутренние соединения — под пластиком отверстия соединены дорожками:

Вертикальные ряды (в центре) — здесь отверстия объединены по 5 штук в столбик. То есть если вставить провод в любое из пяти отверстий в таком столбике, он будет электрически связан со всеми остальными четырьмя в этом же столбике. В отверстия ставят электронные компоненты (например, резистор одним концом, светодиод другим) — и они автоматически соединяются между собой.

Горизонтальные шины (по краям) — длинные ряды для питания:

Красная линия — +5 В (питание);

Синяя/чёрная линия — GND («земля», «минус»), от англ. ground — «земля».

В любой электрической цепи ток течёт от плюса к минусу. «земля» (GND) служит «обратным проводом»: источник питания даёт напряжение (+5 В), ток проходит через компоненты (светодиод, микроконтроллер, датчик) и возвращается к источнику через «землю» (GND). Без GND цепь будет разорвана — ток не потечёт, устройство не заработает.

Макетная плата удобна тем, что позволяет собирать электрические схемы без использования паяльника, здесь можно быстро собрать и протестировать любую схему.

Схема подключения:

Размещаем **фоторезистор** на макетной плате, у него два вывода — подключаем их в разные ряды отверстий.

Один вывод фоторезистора соединим с питанием (+5 В или другим источником напряжения), второй - с «землёй» (GND) через **резистор** 10 кОм. Без резистора Arduino не сможет определить уровень освещённости — он просто увидит «что-то меняется», но не поймёт, насколько сильно, кроме того, фоторезистор без резистора может просто перегореть.

Между фоторезистором и резистором подключаем провод, который будет идти к контроллеру (Arduino) — это позволит считывать изменения сопротивления.



**Ультразвуковой датчик HC-SR04** — датчик, который измеряет расстояние до объектов с помощью ультразвука. Он посылает звуковой сигнал и ждёт, когда он отразится обратно.

Как подключить:

У датчика 4 вывода: VCC (питание), Trig (вход), Echo (выход), GND (земля).

VCC подключаем к +5 В.

GND соединяем с землёй (GND).

Trig подключаем к цифровому пину контроллера (например, к пину 8 на Arduino).

Echo подключаем к другому цифровому пину (например, к пину 13 на Arduino).

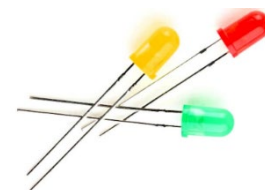


**Светодиод** (лампа) — это деталь, которая светится, когда через неё проходит ток. Чтобы светодиод не перегорел, его нужно подключать через резистор.

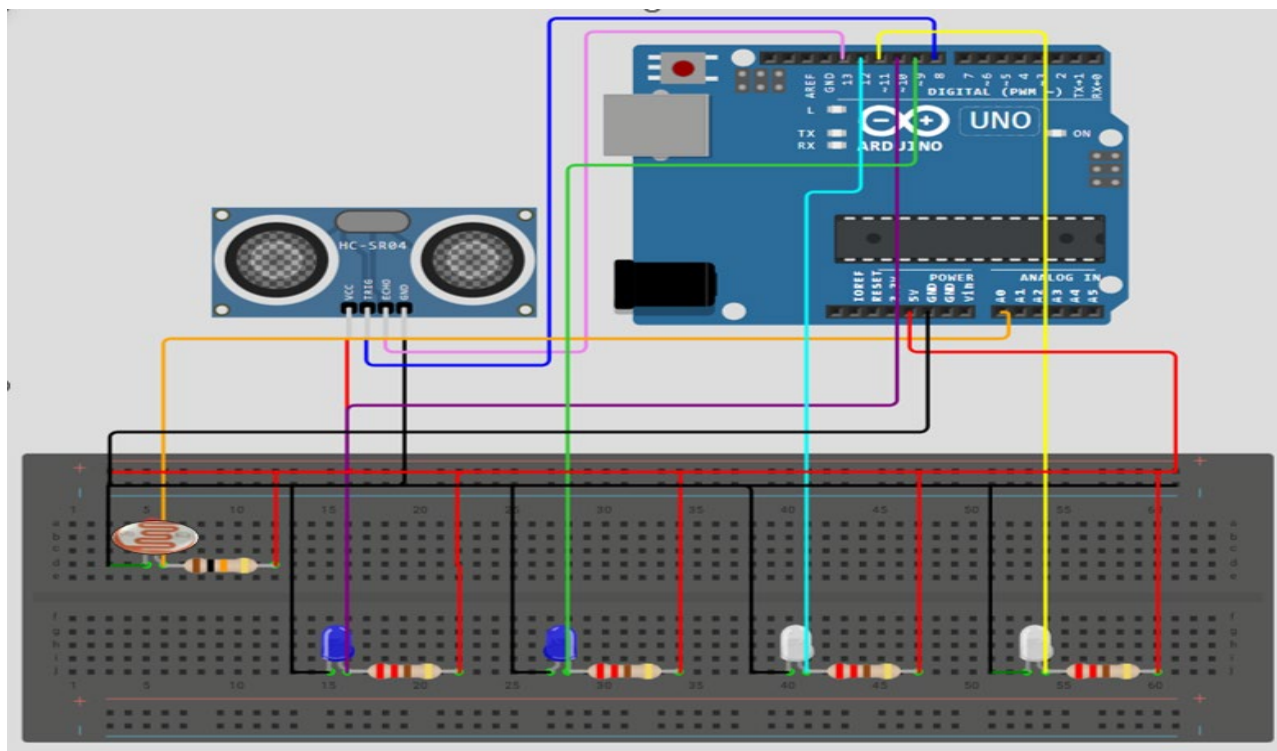
Анод светодиода (длинный вывод) соединяем с цифровым пином Arduino (например, с пином 9).

Катод светодиода (короткий вывод) соединяем с землёй (GND) через резистор 220 Ом.

Нельзя подключать светодиод напрямую к пину Arduino без резистора — он перегорит.



В моем проекте таких светодиодов 4 шт. 2 из них (синие) подключены только к фоторезистору и включаются, когда становится темно. Еще два (белые) включаются, когда темно и есть движение. Вот как выглядит схема на макетной плате:



## 2.2. Программа для Arduino

Программа (её ещё называют «скетч») в Arduino — это набор инструкций, которые говорят плате, что и как делать. Без программы плата — просто «умная коробочка» с проводами и микросхемой: она умеет мочь, но не знает как.

Программа превращает «глухую» плату в умного помощника, который слышит, видит, думает и действует по вашим правилам.

В своем проекте для создания скетча я использовал «mBlock5» – это программа для обучения навыкам программирования роботов и Arduino, основанная на известной среде Scratch. Ее очень легко скачать, установить и настроить, она совершенно бесплатна и доступна на русском языке для операционных систем Mac OS, Windows, Android и iOS.

Написание программы осуществляется с помощью блоков — элементарных команд, которые в определенном порядке нужно перетащить на рабочее поле.

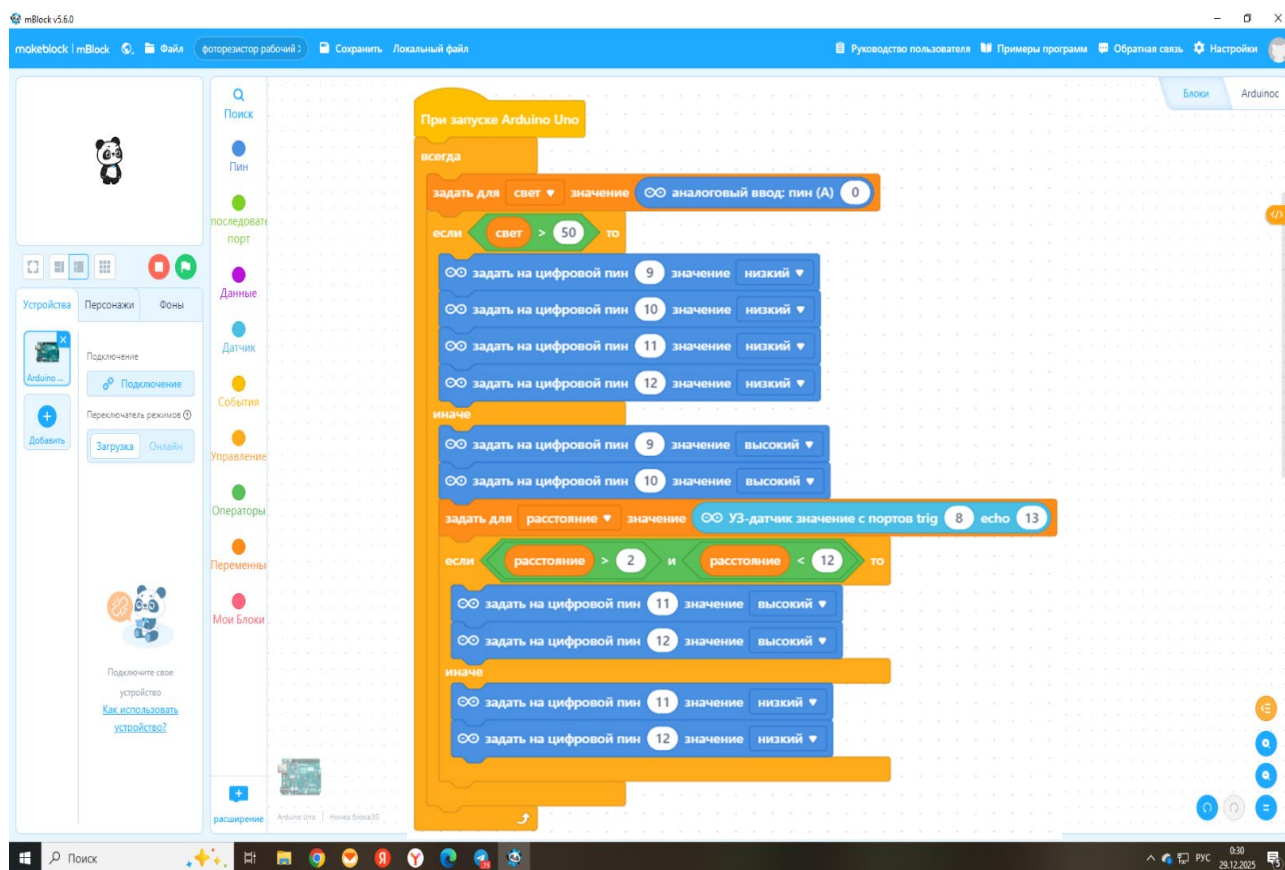
Блоки в «mBlock5» делятся на три типа:

Входные блоки: выполняют функцию обнаружения, предоставляют информацию или ввод числового значения, например «громкость микрофона».

Выходные блоки: выполняют команды или обеспечивают вывод мощности, например «движение вперед с ( ) мощностью (%) на ( ) секунду».

Другие блоки: не поддаются четкой классификации или выполняют более одной функции, например блоки WiFi.

В результате написанная мной программа выглядит так:



Загружаем программу в микроконтроллер Arduino Uno и наблюдаем процесс работы собранного устройства в разных условиях.

### 2.3. Результаты испытания устройства

Условия	Реакция		
	Светодиоды для внешнего освещения (синие)	Светодиоды для внутреннего освещения (белые)	Фотофиксация
Светло, нет движения	Светодиоды выключены	Светодиоды выключены	
Светло, есть движение	Светодиоды выключены	Светодиоды выключены	

Темно, нет движения	Светодиоды включены	Светодиоды выключены	
Темно, есть движение	Светодиод включены	Светодиоды включены	

Выводы:

1. Система корректно реагирует на два фактора: освещённость и движение.
2. Arduino Uno успешно обрабатывает сигналы датчиков и управляет светодиодами.
3. Устройство демонстрирует принцип работы умного освещения.

Данное устройство, при условии его масштабирования, может найти практическое применение в уличном освещении, освещении жилых помещений, прихожей, кладовой, для подсветки лестничных пролётов, как ночной свет в детской комнате и в других целях.

В рамках дальнейшего усовершенствования устройство может стать базой для функционирования системы умного дома, интегрированной с элементами интернета вещей и искусственного интеллекта. Это позволит не только автоматизировать управление освещением, но и связать его с другими подсистемами жилища для создания комплексной среды с адаптивным поведением.

## Заключение

В процессе подготовки данной работы я:

- изучил литературу по теме «Робототехника»;
- научился работать с платформой Arduino, получил опыт проектирования, сборки и программирования устройств с использованием Arduino
- собрал модель умного освещения с двумя датчиками;
- создал программу для Arduino для автоматической работы моего устройства;
- протестировал получившееся устройство в разных условиях и убедился в его корректной работе.

Гипотеза, выдвинутая мной, о том, что умный свет работает для нас: включается сам, когда в нем возникает необходимость, и гаснет, когда становится не нужен, нашла свое подтверждение.

## Список источников

1. О внесении изменений в требования к энергетической эффективности осветительных устройств общего назначения : постановление Правительства Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1356 [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации : официальный сайт. — URL: [http://government.ru/dep\\_news/30118](http://government.ru/dep_news/30118) : (дата обращения: 05.12.2025) ;
2. Шернич Э. Arduino для детей/пер. с нем. М.М. Степаненковой – М.: ДМК Пресс, 2019 – 170 с.;
3. mBlock для Arduino. Как скачать, с чего начать / - [Электронный ресурс] // Arduinomaster : [сайт]. — URL: <https://arduinomaster.ru/uroki-arduino/mblock-dlya-arduino-kak-skachat-s-chego-nachat/?ysclid=mjrcfiaca403982470> : (дата обращения: 05.12.2025) ;
4. История создания и развития плат Arduino / - [Электронный ресурс] // Школа для электрика : [сайт]. — URL: <https://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/3227-istoriya-sozdaniya-i-razvitiya-plat-arduino.html> : (дата обращения: 05.12.2025);
5. Онлайн симулятор Arduino / - [Электронный ресурс] // Wokwi : [сайт]. — URL: <https://wokwi.com/arduino> : (дата обращения: 15.12.2025) ;
6. Официальный сайт Arduino в России / - [Электронный ресурс] // Arduino.ru : [сайт]. — URL: <https://arduino.ru> : (дата обращения: 01.12.2025) ;
7. Официальный сайт mBlock / - [Электронный ресурс] // mBlock : [сайт]. — URL: <https://mblock.cc> : (дата обращения: 05.12.2025) ;
8. Роботизированная история с древних времён до наших дней / - [Электронный ресурс] // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/inferit/articles/761622/?ysclid=mjratxy74s976922131> : (дата обращения: 01.12.2025) ;
9. Уроки Arduino для начинающих на русском / - [Электронный ресурс] // Робототехника 18 : [сайт]. — URL: <https://роботехника18.рф/робототехника-ардуино/> : (дата обращения: 05.12.2025) ;
10. Курс по робототехнике и программированию «Создание игровых устройств на Arduino» (IT-школа Movavi) .