

Программируемый контроллер образовательного комплекса

Микроконтроллер (МК) — это однокристальная микросхема с множеством «ножек» (от 8 до 144), в составе которой функционируют такие важные устройства, как процессор, память, тактовый генератор, таймер, цифро-аналоговый преобразователь, порты ввода-вывода и многое другое. Для работы микроконтроллеру требуется источник питания и программный код для управления подключёнными внешними устройствами.

Рассмотрим набор для конструирования программируемых моделей инженерных систем AR-DEK-STR-01 от ООО «Прикладная робототехника», предназначенный для разработки учебных программируемых моделей по робототехнике и умной электронике на основе микроконтроллерной платформы, совместимой с платой Arduino MEGA (рис 1),

с микроконтроллером ATmega 2560 от фирмы ATMEL. Различаются разные платы Ардуино (UNO, NANO, МЕГА, МИКРО, LEONARDO и др.), которые отличаются по конструкции и установленному на них типу микроконтроллера.

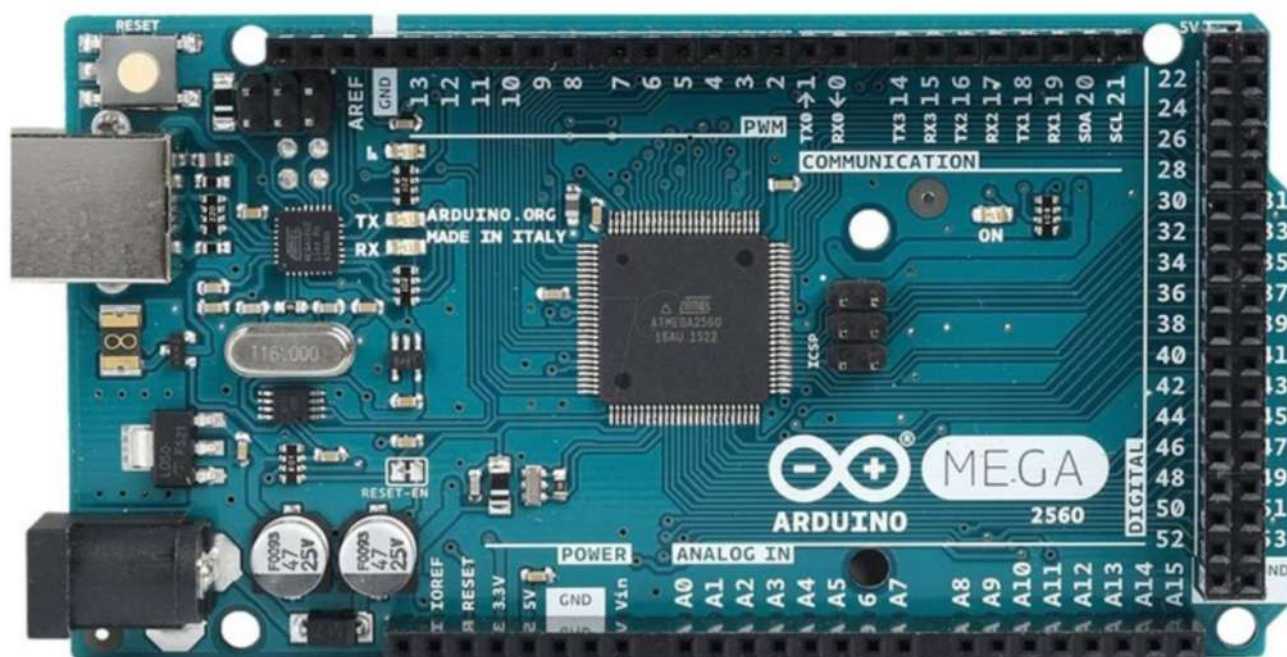


Рис. 1. Микроконтроллерная плата Arduino MEGA

В состав набора AR-DEK-STR-01 входят следующие комплектующие: микроконтроллерная плата (ATmega 2560); кабель USB; блок питания или зарядное устройство; набор проводов; резисторы (сопротивления); цветные светодиоды; беспаячная макетная плата; тактовые кнопки, переключатели (тумблеры); переменные резисторы (потенциометры); терморезистор; фоторезистор; семисегментный индикатор; пьезодинамик; инфракрасный датчик (датчик линии); ультразвуковой датчик (дальномер); дисплей (жидкокристаллический индикатор — ЖКИ 16×2); двигатель с редуктором и колесом; серводвигатели MG90S и PDI-6221MG-180; шаговый двигатель 28BYJ-48.

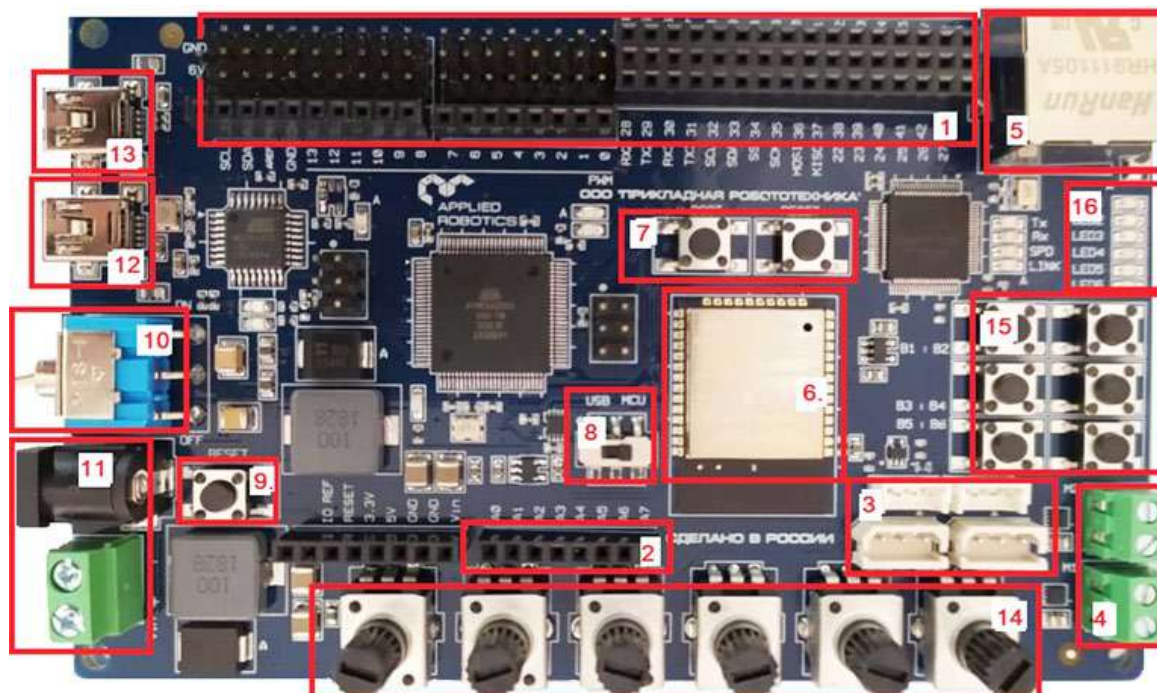


Рис. 2. Микроконтроллерная плата (с микроконтроллером ATmega 2560)

Микроконтроллерная плата имеет следующие основные элементы:

1. Цифровые порты ввода-вывода, ШИМ-порты и интерфейсы для подключения периферийных устройств.
 2. Аналоговые входы для подключения датчиков аналогового сигнала.
 3. Разъёмы для подключения ведущего и ведомого устройств Dynamixel.
 4. Разъёмы для подключения двигателей постоянного тока (порты: 44, 45 — скорость и направление вращения мотора 1, 46, 47 — скорость и направление вращения мотора 2).
 5. Разъём сетевого стандарта Ethernet.
 6. Блок беспроводной связи по стандартам Wi-Fi и Bluetooth.
 7. Кнопки для управления беспроводной передачей данных.
 8. Переключатель линии передачи данных USB или MCU, т. е. связь по кабелю USB при программировании с компьютером либо связь центрального микроконтроллера и внутреннего модуля на плате.
 9. Кнопка перезапуска выполнения загруженной программы.
 10. Тумблер включения и выключения платы.
 11. Разъём для питания платы и внешних устройств. При загрузке программы в микроконтроллер плата питается по кабелю USB.
 12. Разъём USB для настройки модуля беспроводной связи.
 13. Разъём USB для загрузки программы в микроконтроллер.
 14. Потенциометры, подключённые к аналоговым портам A10-A15.
 15. Тактовые кнопки для использования в программах, подключённые к цифровым портам 35-40.
 16. Светодиоды для использования в программах, подключённые к цифровым портам 22-27.
 17. Слот для карты памяти (на нижней стороне микроконтроллерной платы).
- Микроконтроллерная плата подключается к компьютеру с помощью кабеля USB (рис. 3) и используется для отладки и загрузки программы в микроконтроллер.



Рис. 3. Кабель USB

Блок питания, или зарядное устройство (рис. 4), используется для обеспечения электроэнергией как микроконтроллерной платы, так и всей робототехнической разработки. Эти источники питания могут быть в виде адаптера от электрической сети 220 В или блока аккумуляторных батарей и иметь выходное напряжение 5—12 В.



Рис. 4. Блок питания, или зарядное устройство

Набор соединительных проводов и перемычек (рис. 5) используется для соединения деталей проекта, например датчиков с микроконтроллерной платой. У проводов существует два типа наконечников — в виде гнезда или в виде штырька, варианты их сочетания называют «мама-папа», «папа-папа» и «мама-мама». Провода для удобства выпускаются разных цветов и разной длины, часто от 10 до 30 см. Есть общепринятые правила использования цветных проводов для питания устройств: красный — «плюс», а чёрный или коричневый — «земля».

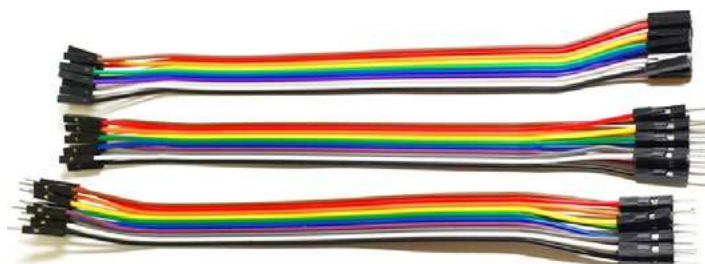


Рис. 5. Набор проводов

Резисторы (рис. 6) — это элементы, оказывающие сопротивление электрическому току. Они используются для снижения величины напряжения на определённом участке цепи. Номинал резисторов — это величина электрического сопротивления, измеряемая в омах (Ом или Ω). Маркировку многих резисторов проводят цветными кольцами на корпусе резистора (количество цветных колец может быть 4 или 5). Для разработки проектов нужно запастись резисторами номиналов: 200 Ом, 1 кОм и 10 кОм (по 50—100 шт.).



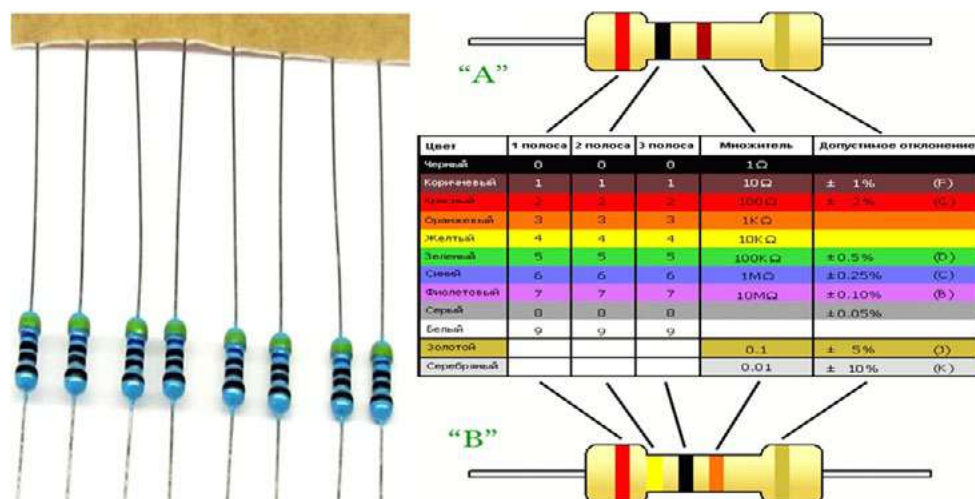


Рис. 6. Резисторы

Светодиоды (рис. 7) используются для подачи светового сигнала или для освещения и бывают разных цветов, размеров и мощности. Светодиоды питаются постоянным напряжением. На светодиоде длинная ножка подключается к «плюсовому» выводу питания. Напряжение на светодиод подаётся исходя из его технических характеристик, обычно в диапазоне от 2 до 3,5 В. Если характеристики светодиода неизвестны, то нужно его питать напряжением не более 2,5 В. Понижение напряжения питания понижает яркость свечения светодиода.

ВАЖНО! Питание светодиода напряжением выше положенного по инструкции может привести его к безвозвратной порче. Поэтому светодиод в робототехнических проектах с напряжением источника 5—6 В подключается через добавочное сопротивление (резистор) в 150—200 Ом.

Точно определить сопротивление добавочного сопротивления можно по формуле:

$$R = (U_{\text{источник}} - U_{\text{светодиод}}) / I_{\text{светодиод}}$$

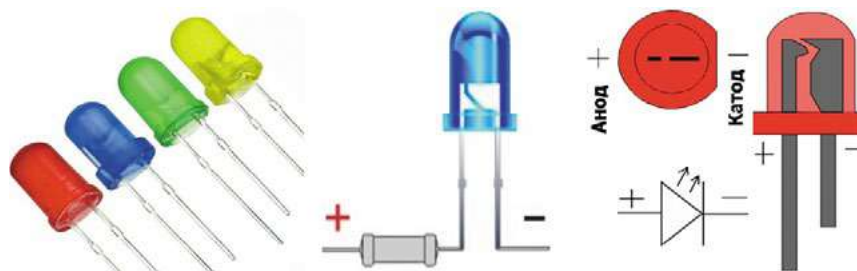


Рис. 7. Цветные светодиоды

Беспаячная макетная плата (рис. 8) обычно используется на этапе разработки и апробирования проекта, а в дальнейшем схема может быть собрана с использованием пайки. Макетная плата имеет по краям полоски питания, а посередине — полоски спаянных гнезд в два ряда.

ВАЖНО! При сборке схемы на макетной плате будьте осторожны и не допускайте **короткого замыкания**, т. е. не замыкайте выводы источника напряжения на себя. Подключайте источник напряжения всегда к разным приборам-потребителям электроэнергии (светодиоды, двигатели и др.). Причём напряжение питания любого прибора-потребителя в схеме должно соответствовать номинальному напряжению, указанному в его технических характеристиках. Иначе прибор перегорит.

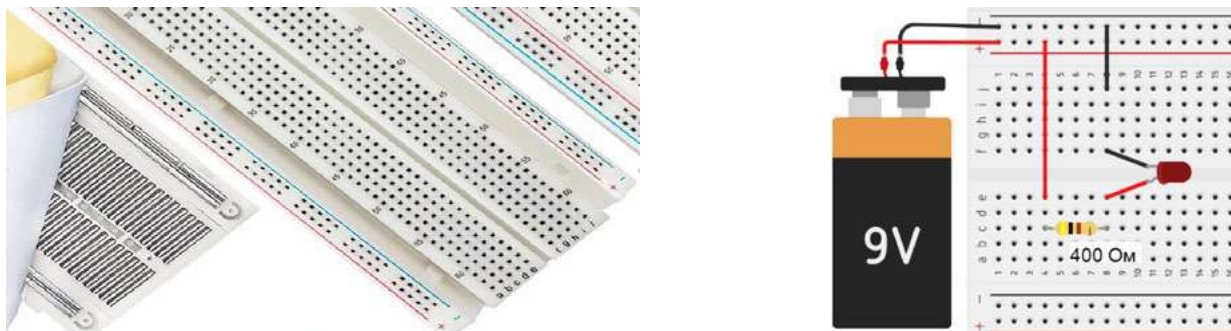


Рис. 8. Беспаячная макетная плата

Кнопки и переключатели (рис. 9) используются в проектах для кратковременного или фиксированного замыкания или размыкания электрических цепей.



Рис. 9. Тактовые кнопки и переключатели (тумблеры)

Потенциометры, или переменные резисторы (рис. 10), при вращении ручки или перемещении ползунка меняют своё сопротивление от 0 до номинального сопротивления, указанного на потенциометре.



Рис. 10. Переменные резисторы (потенциометры)

Терморезисторы (рис. 11) меняют своё сопротивление при изменении окружающей температуры. При повышении температуры терморезистора его сопротивление снижается. Обычно диапазон выдерживаемых терморезистором температур составляет от -50 до $+300$ °C. Сопротивление терморезистора при комнатной температуре составляет несколько кОм.

Фоторезисторы (рис. 12) меняют своё сопротивление при изменении освещённости на рабочей поверхности (свет приёмнике). При повышении освещённости сопротивление фоторезистора снижается.



Рис. 11. Терморезисторы и их обозначение



Рис. 12. Фоторезисторы и их обозначение

Семисегментные светодиодные индикаторы (рис. 13) используются в различных проектах для отображения чисел: часы, счётчики, термометры, измерители электрических параметров и т. д. Каждый светящийся сегмент по сути является отдельным светодиодом.

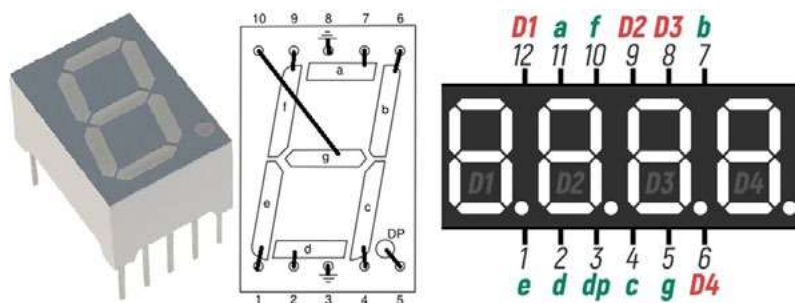


Рис. 13. Семисегментный индикатор и его распиновка

Пьезодинамик, или зуммер (рис. 14), используется в различных проектах для звуковой сигнализации. На зуммеры нужно подавать 2—5 вольт напряжения, соблюдая полярность. От количества напряжения будет зависеть громкость звука. Также можно управлять тональностью звука.

Контакты на датчиках часто обозначаются: «Vcc» или «+» — этот контакт датчика подключается к положительной клемме источника питания; «GND» или «G» или «-» — означает «земля» и подключается к отрицательной клемме источника питания; «I/O» или «S» или «AO» или «DO» — называется сигнальный контакт и предназначен для съёма сигнала от датчика.



Рис. 14. Пьезодинамик

Инфракрасный датчик (рис. 15) используется для обнаружения препятствий и линий. Датчик состоит из инфракрасного излучателя и приёмника. Излучатель испускает инфракрасные лучи, которые при возникновении препятствия отражаются от него, а приёмник фиксирует отражённые лучи. Инфракрасные лучи неодинаково отражаются от поверхностей разных цветов. Это даёт датчику возможность определить границу цветов (линий) на определённом расстоянии датчика от линии.

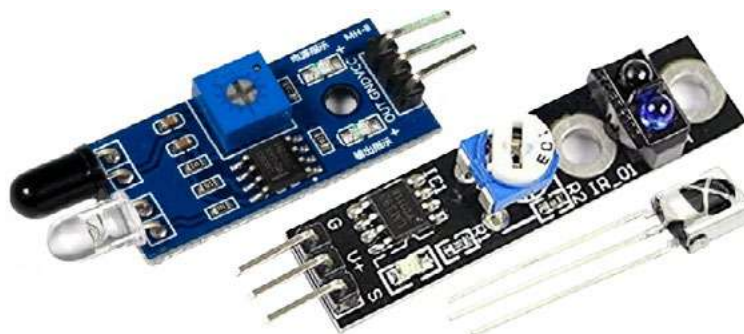


Рис. 15. Инфракрасный датчик (датчик линии)

Работа ультразвукового датчика (дальномера) (рис. 16) основана на принципе эхолокации. Дальномер испускает ультразвук в пространство и принимает отражённый от препятствия сигнал. По времени распространения звуковой волны к препятствию и обратно определяется расстояние.



Рис. 16. Ультразвуковой датчик (дальномер)

Жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) или LCD (рис. 17) предназначены для отображения текстовой или графической информации. Различаются монохромные (два цвета) с выводом информации в 1, 2, 3 и более строк.



Рис. 17. Дисплей (жидкокристаллический индикатор — ЖКИ 16×2)

Двигатели с редуктором (рис. 18) применяются в различных проектах с движущимися частями, где требуется вращение двигателя с изменением направления вращения (при изменении полярности) и частоты вращения (путём изменения величины входного напряжения). Редуктор также сбавляет скорость вращения.



Рис. 18. Двигатели с редуктором

Серводвигатели (рис. 19) отличаются от обычных моторов тем, что у них ротор или ось вращения не вращается и не делает множество оборотов, а отклоняется от нулевого положения всего лишь на заданный угол или на заданное количество градусов в одну или в другую сторону. Ось вращения в некоторых моделях не имеет возможности совершать полные обороты, т. е. 360 градусов, хотя есть модели серводвигателей, которые могут при соответствующем сигнале совершать полный оборот и вращаться как обычный двигатель с редуктором.



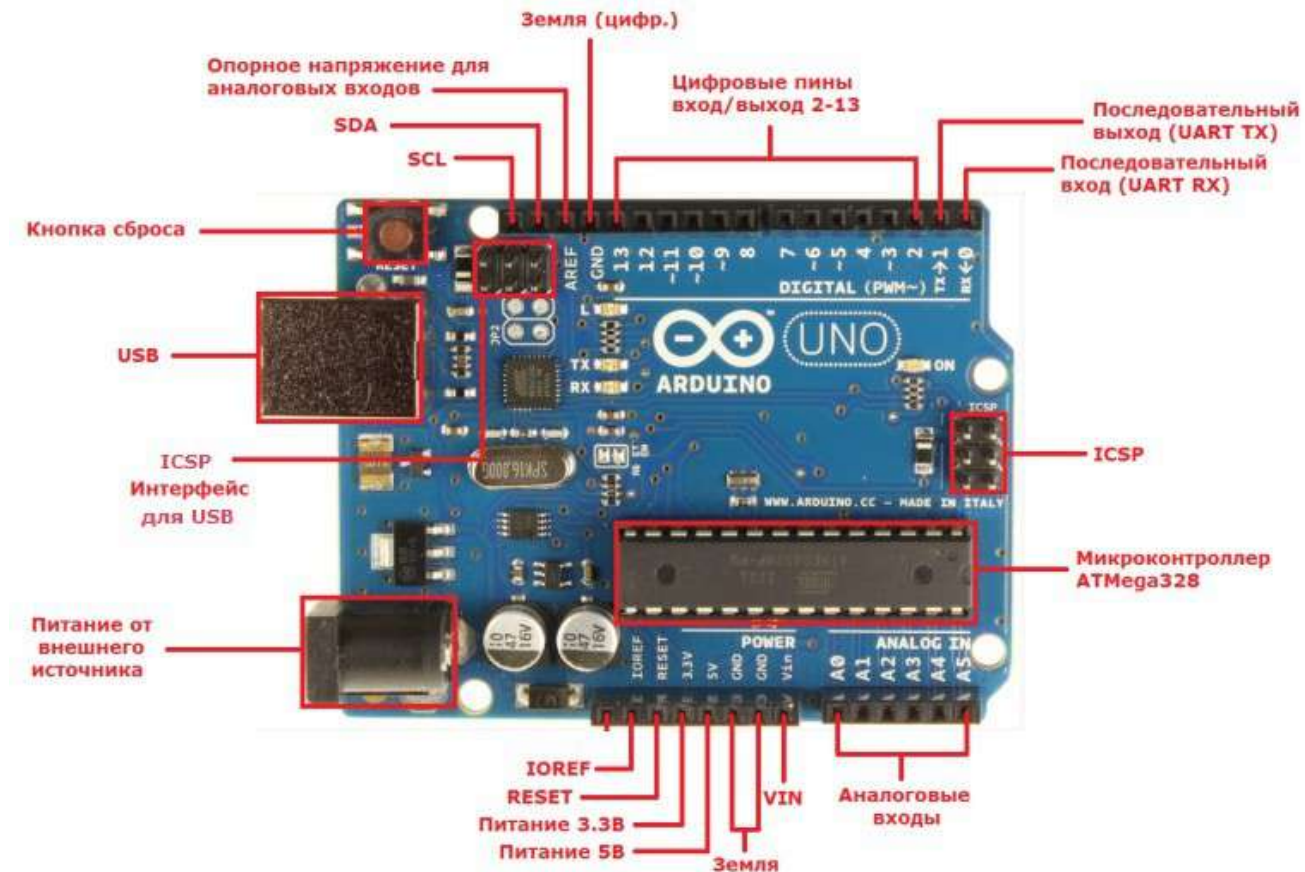
Рис. 19. Серводвигатели MG90S и PDI-6221MG-180

Шаговый двигатель (рис. 20) отличается от двигателя постоянного тока тем, что совершает вращения своего вала не постоянно, а шагами, где каждый шаг занимает определенное количество градусов и полный оборот 360° вал делает за большое количество шагов, разное для разных моделей шаговых двигателей.



Рис. 20. Шаговый двигатель 28BYJ-48

Плата Arduino Uno



Плата Arduino Uno сконструирована на базе микроконтроллера ATmega328.

- Цифровые входы/выходы:** пины 0–13
 Логический уровень единицы — 5 В, нуля — 0 В. Максимальный ток выхода — 40 мА. К контактам подключены подтягивающие резисторы, которые по умолчанию выключены, но могут быть включены программно.
- ШИМ (широко - импульсная модуляция):** пины 3,5,6,9,10 и 11
 Позволяют выводить 8-битные аналоговые значения в виде ШИМ-сигнала.
- АЦП (алфавитно - цифровой преобразователь):** пины A0–A5
 6 аналоговых входов, каждый из которых может представить аналоговое напряжение в виде 10-битного числа (1024 значений). Разрядность АЦП — 10 бит.
- Светодиодная индикация**

Имя светодиода	Назначение
RX и TX	Мигают при обмене данными между Arduino Uno и ПК.
L	Светодиод вывода 13. При отправке значения HIGH светодиод включается, при отправке LOW – выключается.
ON	Индикатор питания на плате.

Литература

Косино О.А. и др. Реализация образовательных программ по предмету «Технология» с использованием оборудования центра «Точка роста» М, 2021