Тема 2 · Урок 2.2

Повороты и развороты

Робот поворачивает на месте на 90° и разворачивается на 180°. Время поворота подбираешь сам.

2 × 45 мин | 1–2 ученика на робота | Практика

РЕЗУЛЬТАТ УРОКА

Робот поворачивает на 90° налево и направо и разворачивается на 180°. Время поворотов подобрано и записано в бортовой журнал, повороты оформлены функциями.

Ты научишься

- Объяснить, почему робот крутится на месте, когда колёса вращаются в разные стороны.
- Подобрать время поворота опытом и проверить его повторением.
- Написать функции turnLeft(), turnRight() и turnAround().
- Предсказать, куда приедет робот по последовательности движений.

Нужно знать

- 2.1 Моторы: едем и останавливаемся

Понадобится

- Мотор-редуктор × 2
- Шилд моторов L298P (Амперка)
- Батарейный отсек моторов с выключателем

Зачем этот урок

Робот умеет ездить вперёд и назад. Но на поле итоговой задачи нужно сворачивать к грузам и разворачиваться. Сегодня робот научится поворачивать на месте, а ты — подбирать числа опытом, как настоящий инженер.

РАЗМИНКА · ВСПОМНИ

1. Какая команда задаёт направление вращения колеса?
2. Что будет, если включить моторы и не написать `stopMotors()`?
3. Чем описание функции отличается от её вызова?

1

ЗАНЯТИЕ 1 · 45 МИН

Поворот на месте

1 Колёса в разные стороны

10 мин

Что должен делать робот. Курьеру нужно менять направление: повернуть к ответвлению и развернуться для обратной поездки. Поворот получим теми же двумя моторами, без отдельного рулевого механизма.

Что используем и как это работает. Когда колёса проходят разные расстояния, корпус поворачивается. Если одно колесо вращается вперёд, а другое назад, робот разворачивается примерно вокруг середины между колёсами. Функция поворота объединяет направления колёс, время вращения и остановку.

Как связать измерение с действием. В этом уроке угол задаём временем работы моторов. Это приближение: заряд батареи, покрытие и проскальзывание меняют результат. Измерим получившийся угол, подберём время и повторим опыт. Имя turnLeft само по себе не гарантирует 90 градусов — это должна подтвердить проверка.

ПРЕДСКАЖИ

Левое колесо крутится назад, правое — вперёд с той же скоростью. Что сделает робот? Покажи руками.

1. Набери скетч `L22_Turn_Test` и загрузи его при выключенном питании моторов.

Проба поворота L22_Turn_Test.ino

```ino
const int LEFT_DIR_PIN = 7;
const int LEFT_SPEED_PIN = 6;
const int RIGHT_DIR_PIN = 4;
const int RIGHT_SPEED_PIN = 5;
const int FORWARD = HIGH;
const int BACKWARD = (FORWARD == HIGH) ? LOW : HIGH;

int turnSpeed = 100;
int turnMs = 400; // подбираем: время поворота на 90°

void drive(int leftDir, int leftSpeed, int rightDir, int rightSpeed) {
  digitalWrite(LEFT_DIR_PIN, leftDir);
  digitalWrite(RIGHT_DIR_PIN, rightDir);
  analogWrite(LEFT_SPEED_PIN, leftSpeed);
  analogWrite(RIGHT_SPEED_PIN, rightSpeed);
}

void stopMotors() {
  analogWrite(LEFT_SPEED_PIN, 0);
  analogWrite(RIGHT_SPEED_PIN, 0);
}

void setupMotors() {
  pinMode(LEFT_DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LEFT_SPEED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RIGHT_DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RIGHT_SPEED_PIN, OUTPUT);
  stopMotors();
}

void setup() {
  setupMotors();
  delay(2000);

  // Левое колесо назад, правое вперёд: робот крутится на месте налево.
  drive(BACKWARD, turnSpeed, FORWARD, turnSpeed);
  delay(turnMs);
  stopMotors();
}

void loop() {
```

```
42 }
```

2. Поставь робота на пол, на лист бумаги. Прочерти карандашом линию вдоль его носа.
3. Включи питание моторов и нажми Reset.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Робот крутится на месте налево и останавливается. Нос повернулся, но, скорее всего, не ровно на 90°.

Как это устроено: Почему робот крутится на месте

Колёса толкают робота в разные стороны с одинаковой силой. Вперёд и назад он не едет — он вращается вокруг точки посередине между колёсами. Чем дольше включены моторы, тем больше угол поворота.

2 Подбери время поворота на 90°

20 мин

На поворот 90° нужно какое-то время в миллисекундах. Узнать его можно только опытом.

1. Начерти на листе две линии под прямым углом (угольник или край тетради).
2. Поставь робота носом вдоль первой линии. Запусти программу.
3. Если робот не довернул — увеличь `turnMs`, если перевернул — уменьши. Меняй понемногу: на 20–50 мс.
4. Когда поворот получился, повтори его три раза. Запиши время в журнал.

Попытка	`turnMs`	Что получилось
1	400	
2		
3		

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Робот три раза подряд поворачивает примерно на 90°. Время записано в журнале.

Подсказка: Каждый раз поворачивает по-разному

Проверь, что батарея заряжена: от разряженной моторы крутятся медленнее. Пол должен быть ровным и не скользким. Небольшая разница между попытками — нормально.

3 Разворот на 180°

15 мин

ПРЕДСКАЖИ

Если на 90° нужно, например, 400 мс, сколько нужно на 180°? Запиши свой прогноз.

1. Поставь в `turnMs` своё время, умноженное на 2. Проверь разворот.
2. Подправь число, если нужно. Запиши время разворота в журнал.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Робот разворачивается и смотрит в обратную сторону. Время разворота записано.

Как это устроено: Почему ровно в два раза не всегда получается

В начале поворота моторам нужно время, чтобы разогнаться, а в конце робот немного проскальзывает по инерции. Поэтому время на 180° может быть чуть меньше двух поворотов на 90°. Опыт важнее расчёта.

2

ЗАНЯТИЕ 2 · 45 МИН

Функции поворотов

4 Функции поворотов

12 мин

1. Создай скетч `L22_Turns`. Впиши свои времена из журнала в `turn90Ms` и `turn180Ms`.

Функции поворотов L22_Turns.ino

```ino
const int LEFT_DIR_PIN = 7;
const int LEFT_SPEED_PIN = 6;
const int RIGHT_DIR_PIN = 4;
const int RIGHT_SPEED_PIN = 5;
const int FORWARD = HIGH;
const int BACKWARD = (FORWARD == HIGH) ? LOW : HIGH;

int speed = 100;
int turnSpeed = 100;
int turn90Ms = 400;  // впиши своё время из журнала
int turn180Ms = 800; // впиши своё время из журнала

void drive(int leftDir, int leftSpeed, int rightDir, int rightSpeed) {
  digitalWrite(LEFT_DIR_PIN, leftDir);
  digitalWrite(RIGHT_DIR_PIN, rightDir);
  analogWrite(LEFT_SPEED_PIN, leftSpeed);
  analogWrite(RIGHT_SPEED_PIN, rightSpeed);
}

void stopMotors() {
  analogWrite(LEFT_SPEED_PIN, 0);
  analogWrite(RIGHT_SPEED_PIN, 0);
}

void setupMotors() {
  pinMode(LEFT_DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LEFT_SPEED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RIGHT_DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RIGHT_SPEED_PIN, OUTPUT);
  stopMotors();
}

void forward(int ms) {
  drive(FORWARD, speed, FORWARD, speed);
  delay(ms);
  stopMotors();
}

void turnLeft() {
  drive(BACKWARD, turnSpeed, FORWARD, turnSpeed);
  delay(turn90Ms);
```

```
  stopMotors();
}

void turnRight() {
  drive(FORWARD, turnSpeed, BACKWARD, turnSpeed);
  delay(turn90Ms);
  stopMotors();
}

void turnAround() {
  drive(BACKWARD, turnSpeed, FORWARD, turnSpeed);
  delay(turn180Ms);
  stopMotors();
}

void setup() {
  setupMotors();
  delay(2000);

  for (int i = 0; i < 4; i++) {
    forward(1000);
    delay(300);
    turnLeft();
    delay(300);
  }
}

void loop() {
}
```

2. Найди разницу между `turnLeft()` и `turnRight()`. Что поменялось местами?

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

Программа проверяется без ошибок. Ты можешь объяснить, чем отличаются функции поворота.

5 Квадрат

18 мин

ПРЕДСКАЖИ

Программа повторяет 4 раза: «вперёд 1 секунду, налево». Где окажется робот в конце и куда будет смотреть? Нарисуй путь в журнале.

1. Отметь старт скотчем. Запусти программу на полу.
2. Сравни, где робот остановился, с прогнозом.
3. Насколько робот не доехал до старта? Запиши.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Робот проезжает квадрат и возвращается близко к старту, носом в ту же сторону.

НАЙДИ ОШИБКУ · КВАДРАТ ПРЕВРАТИЛСЯ В ЛИНИЮ

У соседей робот едет вперёд, крутится, но квадрат не получается: он ездит туда-обратно. В их `turnLeft()` стоит `delay(turn180Ms)`. Что не так?

6 Задания по уровням

15 мин

ОСНОВНОЕ · ПОВОРОТ И РАЗВОРОТ

Робот поворачивает налево и направо на 90° и разворачивается на 180° по твоим временам.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

- [ ] Я могу объяснить, почему робот крутится на месте.
- [ ] Мои времена поворотов записаны в журнале.
- [ ] Я могу предсказать путь робота по программе из движений.

Проверь себя

● Основное

1. **Левое колесо крутится вперёд, правое — назад с той же скоростью. Что делает робот?**

- ○ Крутится на месте направо
- ○ Крутится на месте налево
- ○ Едет прямо

2. **Робот не доворачивает до 90°. Что изменить?**

- ○ Немного увеличить время поворота
- ○ Уменьшить время поворота
- ○ Поменять направление правого колеса

3. **Почему время поворота подбирают опытом, а не берут из учебника?**

- ○ Оно зависит от моторов, батареи и пола конкретного робота
- ○ В учебниках ошибки
- ○ Arduino не умеет считать время

4. **Программа: 4 раза «вперёд, налево». Где окажется робот?**

- ○ Около старта, носом в ту же сторону
- ○ Далеко впереди старта
- ○ Около старта, носом назад

5. **Батарея разрядилась. Что, скорее всего, случится с поворотами по времени?**

- ○ Робот будет недоворачивать: моторы крутятся медленнее
- ○ Ничего не изменится
- ○ Робот будет поворачивать в другую сторону

Отвечай на вопросы своего уровня. Нужно верных ответов: Начальный — 4 из 5; Средний — 4 из 5; Продвинутый — 4 из 5. Ответы проверит преподаватель или программа курса.

Итог

Робот поворачивает по времени, которое ты подобрал опытом. Это простой способ, но он зависит от батареи и пола. В уроке 4.2 робот научится поворачивать точнее — по датчикам: крутиться, пока не найдёт новую линию.

Как подтвердить результат

Для каждого опыта сохраняй условия, версию программы, наблюдение и вывод. Сравнивая попытки, меняй одну причину за раз; неудачные попытки тоже остаются в журнале. Отметка результата относится к уже выполненным действиям, повторять их ради отметки не нужно. Если результат не получен, запиши расхождение и следующую проверяемую гипотезу. Модель, измерения настоящего робота и объяснение — разные виды доказательств.

Словарь урока

поворот на месте	Колёса крутятся в разные стороны, и робот вращается вокруг середины между колёсами.
калибровка	Подбор числа по опыту: например, сколько миллисекунд нужно на поворот 90°.
погрешность	Насколько результат отличается от нужного: например, робот повернул на 85° вместо 90°.