Тема 6 · Урок 6.1

Робот-курьер: план и программа

Итоговая задача, часть 1: выбираешь уровень, планируешь маршрут и собираешь программу из проверенных частей.

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

РЕЗУЛЬТАТ УРОКА

Выбран уровень итоговой задачи, записан и проверен план маршрута. Программа проходит весь маршрут хотя бы в пробном заезде, работающие версии сохранены.

Ты научишься

- Выбрать уровень итоговой задачи по своим выполненным заданиям ●, ★ и ★★.
- Разбить задачу на участки и записать план маршрута до написания кода.
- Собрать программу из функций прошлых уроков и проверять её по частям.
- Сохранять рабочую версию после каждой проверенной части.

Нужно знать

- 2.1 Моторы: едем и останавливаемся
- 2.2 Повороты и развороты
- 3.1 Датчики линии и первое следование
- 3.2 П-регулятор: плавно и быстро
- 4.1 Находим и считаем перекрёстки
- 4.2 Повороты на перекрёстке и маршрут
- 5.1 Ультразвук: видим груз
- 5.2 Захват: берём и ставим

Понадобится

- Ультразвуковой датчик расстояния
- Захват с сервоприводом
- Датчик линии (аналоговый, Trema) × 2

Твоя задача

Ты — инженер службы доставки. Такие роботы-курьеры уже ездят по тротуарам и складам: сами находят дорогу, забирают груз и привозят его по адресу. Твой робот должен сам выехать со старта, перевезти два груза на новые места и остановиться в финише. Во время заезда ему никто не помогает: всё решает твоя программа.

Новых команд здесь нет. Всё нужное ты уже делал: ездил и поворачивал, держался линии с П-регулятором, находил перекрёстки, видел груз ультразвуком и работал захватом. Сейчас нужно собрать эти умения в одну программу. В уроке 6.2 — зачётные заезды.

РАЗМИНКА · ВСПОМНИ

1. Чем `setup()` отличается от `loop()` и где должен выполняться маршрут, чтобы после финиша робот стоял?
2. Как программа понимает, что под роботом перекрёсток?
3. Что делать, если ультразвук не получил эхо?

1

ЗАНЯТИЕ 1 · 45 МИН

Уровень и план

1 Выбери уровень

6 мин

Что должен делать робот. Теперь роботу нужно доставить два груза и закончить поездку на финише. Нового датчика не добавляем: объединяем уже проверенные возможности — движение, поиск линии и перекрёстков, подъезд по ультразвуку и захват.

Что используем и как это работает. План — последовательность действий с условиями завершения. Для каждого участка запиши, какие показания нужны, какое действие выполняют моторы или захват и по какому признаку переходить дальше. Функции позволяют назвать эти действия и проверить их по отдельности; вызов функции передаёт управление её командам и затем возвращает его в маршрут.

Как связать измерение с действием. Перед сборкой маршрута проверь каждую функцию своим коротким опытом. Пустая функция в заготовке не выполняет действие, даже если программа успешно собирается. После последнего участка нужна явная остановка; повторение маршрута в loop без решения автора запустило бы доставку заново.

Задача есть в трёх уровнях. Правила и критерии оценки у них общие, а поля разные.

Уровень итоговой задачи	Какие задания уроков нужны
Начальный S-образная линия, два перекрёстка, порядок действий известен заранее.	● Основное 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2
Средний Сеть дорог, четыре перекрёстка, проезд прямо и повторные встречи с перекрёстками.	● Основное 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2 ★ Средний уровень 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2
Продвинутый Шесть перекрёстков, крутые S-дуги, маршрут по карточке составляешь сам.	● Основное 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2 ★ Средний уровень 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2 ★★ Продвинутый уровень 1.1 2.1 2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 5.1 5.2

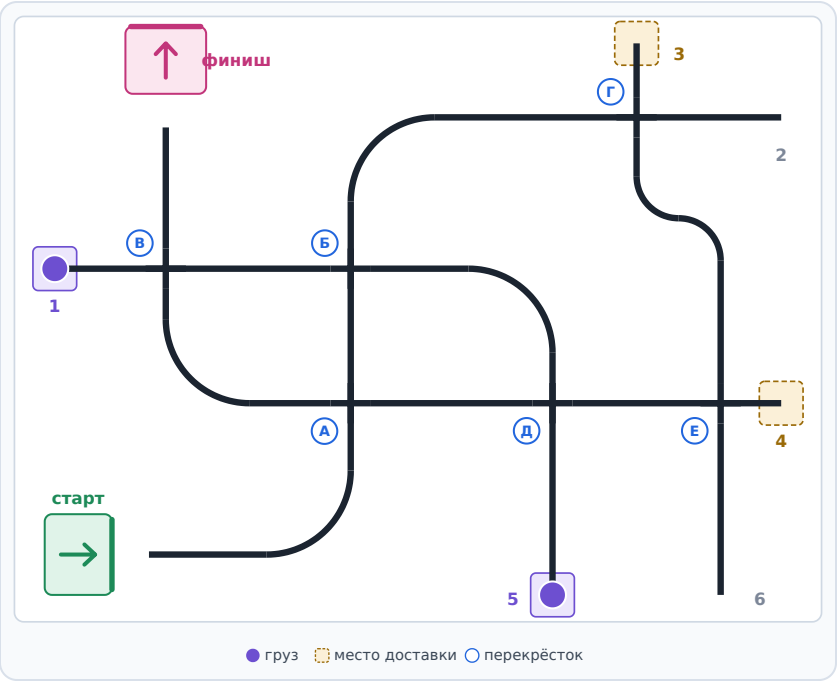
1. Выпиши из журнала задания ★★, которые у тебя получились, и числа надёжности из уроков: ошибку поворота, сколько раз робот прошёл крутую дугу, точность остановки у груза, надёжность доставки из урока 5.2.
2. Для продвинутого поля назови два самых слабых умения по этим числам.
3. Выбери поле сам и обоснуй выбор числами. Запиши, что ты сделаешь со слабыми умениями до зачёта.

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

Поле выбрано и обосновано числами из журнала, два слабых умения и план по ним записаны.

2 Разберись в задании своего уровня

8 мин



Продвинутое поле. Перекрёстки A–E, конечные позиции 1–6. На схеме — расстановка для карточки 1.

Банки стоят в позициях 1 и 5. Перед планированием вытяни карточку из стопки: на ней написано, в каком порядке и куда их перевезти.

Карточка	Первая доставка	Вторая доставка
1	1 → 4	5 → 3
2	1 → 3	5 → 4
3	5 → 3	1 → 4
4	5 → 4	1 → 3

Готового маршрута нет: путь по перекрёсткам ты выбираешь сам, до запуска. Правильных путей несколько. Справа на поле — крутая S-образная связка.

Проверь, что твой робот проходит S-образную связку с грузом.

1. Покажи пальцем на схеме: старт, оба груза, оба места доставки, финиш.
2. Прочитай критерии оценки в конце урока. За что дают больше всего баллов?

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Ты можешь пересказать задание своего уровня своими словами.

3 Проверь умения по отдельности

10 мин

БЕЗОПАСНОСТЬ

После загрузки старой программы робот может сразу поехать. Загружай программы при выключенном питании моторов, первый запуск — на подставке.

Проверь умения **по своим числам**: для каждого запиши, какой результат ты считаешь надёжным, и проверь пять раз.

Умение	Мой критерий	Прошло из 5
Прямо: увод на 1 м	не больше … см	
Поворот 90°	ошибка не больше …°	
Крутая дуга своего поля	без схода	
Перекрёсток и поворот с него	на новую линию	
Остановка у груза	… ± 1 см	
Захват	груз не выпадает при развороте	

Умения, которые не прошли пять раз из пяти, отметь — с них начнёшь работу.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Критерии записаны числами, у каждого умения — результат из пяти проб.

4 Составь план маршрута

16 мин

Хороший инженер сначала планирует, потом пишет код. Самое сложное — повороты на обратном пути: «налево» и «направо» считаются от носа робота, а не от тебя.

Участок	Что делает робот	Какая функция
Старт → линия	Едет прямо до линии	`driveStraight()`

...

1. Заполни таблицу плана в бортовом журнале. Одна строка — один участок.
2. Для каждого перекрёстка запиши: откуда приехал, куда повернул, что делаешь дальше.
3. Проведи выключенного робота по плану руками. Куда смотрит его нос после каждого разворота?
4. Запиши, где скорее всего будет ошибка и как ты это проверишь.

План составлен по своей карточке. Для каждой доставки ты выбрал путь по буквам перекрёстков и можешь объяснить, почему именно его. Маршрут записан так, чтобы для другой карточки менялись только решения на перекрёстках.

Подсказка: Робот развернулся — а что теперь «налево»?

Встань и повернись так же, как робот. Твоя левая рука показывает его «налево».

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

План записан. Напарник прошёл по нему с выключенным роботом и не нашёл ошибок.

ЗАНЯТИЕ 2 · 45 МИН

2 Программа по частям

5 Подготовь заготовку

6 мин

Требование 1. Программа собрана из твоих проверенных программ уроков 4.2–5.2, а не из заготовки:

- действия — функции: линия до перекрёстка, решения на перекрёстке, подъезд к грузу, взять, поставить, разворот;
- маршрут — **данные**, отдельные от действий: для другой карточки меняются только строки маршрута, функции не трогаются;
- у каждой функции, которая чего-то ждёт, есть защита от бесконечного ожидания.

Своей программы из урока 5.2 нет — возьми у преподавателя решение урока 5.2 как основу; маршрут и защиты пишешь сам.

1. Запиши в журнал список функций своей программы: что делает каждая и в каком уроке проверена.
2. Отметь функции без защиты от бесконечного ожидания и добавь защиту.

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

Список функций с уроком проверки, маршрут отделён от действий, защиты добавлены.

★★ **ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ · МАРШРУТ МАССИВОМ**

Запиши решения на перекрёстках массивом, например `char route[] = {'L', 'S', 'R'};`, и выполняй их по очереди в цикле, как в уроке 4.2. Тогда для новой карточки достаточно поменять одну строку.

6 Часть 1: от старта до первого груза

12 мин

Приёмка части 1. Робот от старта до груза 1: три раза из трёх, в том числе когда его поставили в зоне старта на 2 см левее или правее и чуть повёрнутым.

1. Запиши маршрут первой части в данные программы и проверь.
2. Каждую неудачу запиши: какая функция не сработала и почему.
3. Работает — сохрани «рабочую версию 1».

Запуск	Как стоял на старте	Результат	Что сорвалось
1	Ровно		
2	2 см левее		
3	2 см правее, повёрнут		

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

Три запуска из трёх с разной постановкой на старте, неудачи разобраны.

7 Часть 2: первая доставка

12 мин

Приёмка части 2. Первая доставка три раза из трёх, в том числе когда груз сдвинут на 1 см в сторону от линии.

1. Допиши в данные маршрута первую доставку и проверь её отдельно: ставь робота перед грузом 1.
2. Как робот узнаёт место отпускания? Запиши, чем это место определяется в твоей программе и насколько точно.
3. Работает — сохрани «рабочую версию 2».

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

Три доставки из трёх, включая сдвинутый груз; способ найти место отпускания и его точность записаны.

8 Часть 3: вторая доставка и финиш

15 мин

1. Допиши вторую доставку и путь к финишу. После финиша робот стоит.
2. Запусти весь маршрут от старта. Сохрани «рабочую версию 3».
3. **Проверь отделение маршрута от действий:** вытяни другую карточку, составь для неё маршрут и поменяй **только данные маршрута**. Робот проходит новый маршрут хотя бы один раз.
4. Запиши, какие части маршрута ненадёжны и что ты проверишь в уроке 6.2.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Маршрут своей карточки пройден целиком, маршрут второй карточки пройден после замены только данных. Список ненадёжных частей записан.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

- [ ] Для новой карточки я меняю только данные маршрута.
- [ ] Я знаю, какая часть работает ненадёжно и что я проверю в следующем уроке.

Критерии оценки

Зачётные заезды пройдут в уроке 6.2 по этим критериям.

Как оценивается заезд

Максимум **100** | Зачёт от **70**

Критерий	Баллы	Макс.
Прямой выезд со старта	5 — Сам выехал вперёд из зоны старта. 10 — Доехал до линии и продолжил задание без подталкивания.	**10**
Движение по линии	10 — Терял линию, но сам возвращался на неё и продолжал маршрут. 20 — Прошёл все участки линии и дуги по датчикам, не теряя линию.	**20**
Выбор дороги на перекрёстках	5 — За каждое из четырёх решений на перекрёстках, которые совпали с планом.	**20**
Груз 1: обнаружение	5 — Остановился перед грузом по ультразвуку.	**5**
Груз 1: захват	5 — Взял груз захватом и увёз, а не вытолкнул.	**5**
Груз 1: доставка	5 — Груз стоит и частично находится в нужной зоне. 10 — Груз стоит целиком в нужной зоне, захват отпущен.	**10**
Груз 2: обнаружение	5 — Остановился перед грузом по ультразвуку.	**5**
Груз 2: захват	5 — Взял груз захватом и увёз, а не вытолкнул.	**5**
Груз 2: доставка	5 — Груз стоит и частично находится в нужной зоне. 10 — Груз стоит целиком в нужной зоне, захват отпущен.	**10**
Прямой въезд и остановка	5 — После линии сам въехал вперёд в зону финиша. 10 — Остановился внутри зоны и стоит с выключенными моторами не меньше 3 секунд.	**10**

Обязательные условия зачёта

- Команда объясняет свою программу: показывает прямое движение, расчёт П-регулятора, остановку по ультразвуку, управление захватом и строку, которая завершает поездку.
- Изгибы пройдены по показаниям датчиков линии с П-регулятором.

- Подъезд к грузу заканчивается по измерению ультразвука, а не только по времени.
- После старта робота никто не трогает и не отправляет ему команд.

Правила

- Скорость не оценивается: нет бонуса за быстрый заезд.
- Отрицательных штрафов нет. Невыполненное действие просто не получает баллов.
- Груз в чужой зоне или доставленная не по порядку — 0 за её доставку.
- После помощи руками автономный заезд окончен. Продолжать можно для тренировки, но баллы не добавляются.
- Каждая попытка оценивается отдельно. Лучшие части разных попыток не складываются.
- Аварийная остановка ради безопасности не штрафуется.

Проверь себя

★★ Продвинутый уровень

1. Карточка маршрута: налево, направо, прямо. Какая запись верна?

- ○ char route[] = {'L', 'R', 'S'};
- ○ char route[] = {'L', 'S', 'R'};
- ○ char route[] = {'R', 'L', 'S'};

2. Для новой карточки пришлось менять функцию turnLeftAtCrossing(). Что это говорит о программе?

- ○ Всё в порядке: так и должно быть
- ○ Маршрут не отделён от действий: данные и функции перемешаны
- ○ Карточка составлена неверно

3. Функция подъезда ждёт груз, а груз забыли поставить. Что должно уберечь робота?

- ○ Ничего: робот сам остановится
- ○ П-регулятор
- ○ Защита от бесконечного ожидания: остановка по времени или в конце линии

4. Часть 1 проходит, если робот стоит на старте ровно, и срывается, если он на 2 см левее. Где слабое место?

- ○ Выезд со старта и поиск линии
- ○ Захват
- ○ Ультразвук

5. Маршрут по карточке из четырёх решений обрывается раньше. Почему?

```
char route[] = {'L', 'S', 'R', 'L'};
for (int i = 0; i < 3; i++) {
  followLineToCrossing();
  decide(route[i]);
}
```

- ○ decide не понимает 'S'
- ○ Цикл выполняет только три решения: последнее не выполнится
- ○ Элемента route[3] не существует

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

У тебя есть план и программа, которая проходит маршрут. В уроке 6.2 ты сделаешь её надёжной и проведёшь зачётные заезды.

Как подтвердить результат

Результат опыта связывает условия, версию программы, наблюдение и вывод. Сравнение попыток с одним изменением помогает проверить причину, включая неудачные попытки. Отметка относится к уже выполненной практике; повтор ради отметки не нужен. Расхождение с прогнозом задаёт следующую проверяемую гипотезу. Модель, измерения настоящего робота и объяснение — разные виды доказательств.

Словарь урока

функция	Именованный блок команд, который можно вызывать много раз: например, turnLeft().
план маршрута	Таблица участков пути: что делает робот и какая функция за это отвечает.
рабочая версия	Копия программы, в которой всё написанное уже проверено на поле.