Тема 6 · Урок 6.2

Робот-курьер: зачётные заезды

Итоговая задача, часть 2: делаешь программу надёжной, проводишь зачётные заезды и разбираешь результат.

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

РЕЗУЛЬТАТ УРОКА

Проведены две зачётные попытки, каждая оценена по листу. Команда объясняет свою программу и рассказывает, какую ошибку нашла и как исправила.

Ты научишься

- Находить причину ошибки по наблюдению и менять за раз одну вещь.
- Проверять, что программа работает при немного других условиях старта.
- Провести автономный заезд по правилам и оценить его по критериям.
- Объяснить устройство своей программы и следующий шаг улучшения.

Нужно знать

- 6.1 Робот-курьер: план и программа

Понадобится

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

Зачем этот урок

Программа, которая прошла маршрут один раз, — ещё не готовая программа. Сегодня ты сделаешь её надёжной, проведёшь две зачётные попытки и разберёшь результат, как настоящий инженер.

РАЗМИНКА · ВСПОМНИ

1. Какой участок твоего плана в прошлый раз работал ненадёжно?
2. Почему после помощи руками в зачётной попытке баллы продолжения не засчитываются?

ЗАНЯТИЕ 1 · 45 МИН

1 Отладка и надёжность

1 Пробный заезд целиком

8 мин

Что должен делать робот. Задача робота — повторяемо выполнить доставку по своему плану. Задача команды — доказать это наблюдениями и объяснить, почему программа выбирает каждое действие. Используем готового робота, поле, журнал и свою проверенную программу.

Что используем и как это работает. Во время заезда работает цепочка: датчик даёт сигнал, программа проверяет условие, исполнитель выполняет команду, новое измерение показывает изменение. Ошибка может возникнуть на любом звене. Отладка начинается с первого места, где наблюдение расходится с прогнозом: например, датчик увидел полосу, но условие её не распознало.

Как связать измерение с действием. Записывай ожидаемое действие и фактический результат, меняй одну причину за раз и повторяй тот же участок. Разовый успех не доказывает повторяемость. Успешная сборка доказывает допустимость программы для компилятора, а доставка и остановка подтверждаются только наблюдением самого заезда.

1. Поставь грузы на места, робота — в зону старта.
2. Запусти весь маршрут и не вмешивайся.
3. Отметь в своём плане из урока 6.1 каждую строку: выполнена или нет. Первая невыполненная строка — участок, с которого начнёшь отладку.

✓ **ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ**

План размечен по пробному заезду, участок для отладки выбран.

2 Найди и исправь ошибку

25 мин

Отладка идёт по кругу: **наблюдаю → причина → одно изменение → проверка**. Меняй одну вещь за раз, иначе не поймёшь, что помогло.

Наблюдаю	Причина	Одно изменение	Проверка

1. Заполни таблицу в журнале для своей ошибки. Если первая причина не подтвердилась, добавь строку со следующей.
2. Проверяй исправление только на своём участке: поставь робота перед ним.
3. Когда участок работает три раза подряд, проверь весь маршрут и сохрани новую рабочую версию.

Подсказка: Не знаю, на каком участке ошибка

Запусти первую половину маршрута. Сработала — ищи во второй. Так за два-три запуска найдёшь участок.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Ошибка найдена и исправлена, в журнале — строки круга отладки.

3 Проверь надёжность

12 мин

На зачёте условия будут чуть другими: робот поставлен на старт не идеально, батарея немного разряжена. Проверь заранее.

1. Поставь робота на старт чуть левее, потом чуть правее. Маршрут проходит?
2. Если робот стал ехать медленнее, чем на пробах, попроси преподавателя проверить батарею. После замены или зарядки заново подбери время прямых участков и поворотов.
3. Проведи весь маршрут два раза подряд без исправлений между запусками.

Все решения на перекрёстках верны в двух заездах подряд.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Программа проходит маршрут два раза подряд. Рабочая версия для зачёта сохранена.

ЗАНЯТИЕ 2 · 45 МИН

2 Зачёт и разбор

4 Зачётная попытка 1

10 мин

1. Расставь грузы на исходные места по схеме своего поля.
2. Перед стартом договоритесь, за какими четырьмя решениями на перекрёстках следить.
3. Один запуск. Дальше робот едет сам: нельзя трогать его, поправлять грузы или отправлять команды.
4. Если нужна помощь, останови робота. Безопасность важнее баллов.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Попытка записана в лист оценки.

5 Исправь, если нужно

8 мин

Между попытками можно исправлять программу. Используй круг отладки: наблюдение → причина → одно изменение → проверка участка.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Исправление проверено на участке и сохранено — или ты оставил программу без изменений.

6 Зачётная попытка 2

10 мин

Проведи вторую попытку по тем же правилам. Каждая попытка оценивается отдельно: лучшие части разных попыток не складываются.

ДОЛЖНО ПОЛУЧИТЬСЯ

Обе попытки записаны в лист оценки.

7 Разбор результата

12 мин

1. Сначала оцени свою попытку по листу оценки сам, потом сверь оценку с преподавателем.
2. Покажи в своей программе: прямое движение, расчёт П-регулятора, остановку по ультразвуку, управление захватом и строку, которая завершает поездку.
3. Расскажи об одной ошибке, которую ты нашёл и исправил, по строкам круга отладки.
4. Объясни одно своё решение: почему на каком-то перекрёстке или участке ты сделал именно так. Что было бы при другом решении?
5. Запиши в журнал: какое умение у твоего робота работает лучше всего, а какое ты бы улучшил дальше и как.
6. Сохрани итоговый скетч и лист оценки.

ПРОВЕРЬ СЕБЯ

- [ ] Я могу объяснить, как устроена моя программа, по своему плану.
- [ ] Я могу обосновать одно своё решение и сравнить его с другим.

Критерии оценки

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

★ Средний уровень

1. На среднем поле робот выбрал на перекрёстке не то решение. Где искать причину сначала?

- ○ Сверить маршрут в программе со схемой и порядком перекрёстков
- ○ Перекалибровать ультразвуковой датчик
- ○ Заменить захват

2. Зачем перед зачётной попыткой делать тренировочный заезд?

- ○ Проверить робота на этом поле с текущим зарядом батареи
- ○ Тренировочный заезд идёт в зачёт
- ○ Без него робот не включится

3. Робот проехал мимо груза 2. Какая запись в круге отладки — «причина», а не «наблюдение»?

- ○ Робот проехал мимо груза 2
- ○ Робот остановился у финиша
- ○ Робот не заметил перекрёсток и не досчитал его

4. Не знаешь, на каком участке ошибка. Как найти его за 2–3 запуска?

- ○ Запустить первую половину маршрута, потом половину оставшейся части
- ○ Запустить весь маршрут три раза
- ○ Поменять всё сразу и посмотреть

5. Почему между попытками меняют только одну вещь?

- ○ Две вещи нельзя загрузить в Arduino за раз
- ○ Иначе непонятно, что помогло, а что навредило
- ○ Так требует лист оценки

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

Ты прошёл весь путь инженера: разобрал задачу, составил план, собрал программу из проверенных частей, нашёл и исправил ошибки и проверил результат на поле. Если зачёт сдан, попробуй следующий уровень или факультативные уроки — энкодеры и ПИД-регулятор.

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

отладка	Поиск и исправление ошибки: наблюдаем, находим причину, меняем одну вещь и проверяем снова.
автономный заезд	Заезд, в котором робот после старта едет сам: никто его не трогает и не отправляет команд.
надёжность	Программа работает не один раз случайно, а каждый раз — даже если робот поставлен на старт чуть иначе.