ШКОЛА РОСАТОМА

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО

# Мобильной Робототехнике

Программирование IRS Mini
и выполнение автономной миссии

**3 ДНЯ** **6 ЧАСОВ**



# Три дня с IRS Mini

Три дня по 2 часа. Общая продолжительность — 6 часов.

## День 1

### Основы и движение

**Знакомство / 30 мин**
Команда, устройство робота, безопасность

**Практика 1 / 30 мин**
Движение и первый маршрут

**Практика 2 / 30 мин**
Измерения и калибровка датчиков

**Практика 3 / 30 мин**
Устойчивое движение по линии

## День 2

### Сложный маршрут

**Практика 4 / 40 мин**
Маршрут с перекрёстками

**Практика 5 / 40 мин**
Разрыв линии и восстановление

**Практика 6 / 40 мин**
Объект и возвращение к линии

## День 3

### Финальная практика

**Финальная миссия**
120 минут

**Автономный маршрут**
Миссия, две попытки и разбор

**В каждом кейсе: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.**

ШКОЛА РОСАТОМА

# День 1

## Основы и движение

Знакомство и практики 1–3



# Что вы сможете к концу технической лаборатории по мобильной робототехнике

На практических заданиях вы научитесь программировать робота для самостоятельного прохождения маршрута.

**01** **Управлять движением**

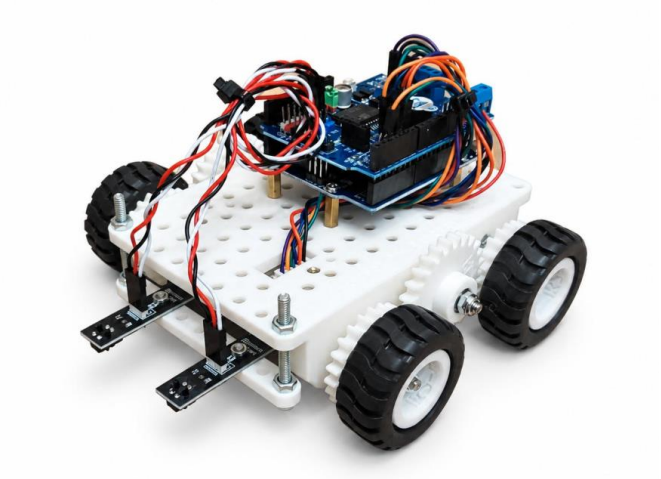
Запустить, остановить, настроить моторы.

**02** **Использовать датчики**

Измерить значения и удержать линию.

**03** **Собрать миссию**

Перекрёстки, объект и возвращение.



IRS Mini. Робот, с которым работаем сегодня.

# С вами сегодня

Общие вопросы и критерии обсуждаем до запуска. На поле действуем по сигналу.



**Бакай Егор Николаевич**

Главный судья

Объяснение правил, контроль запусков, оценка результатов



**Медеров Ислам Медерович**

Помощник судьи

Подготовка команд к запуску и помощь главному судье

# Немного обо мне

Главный судья технической лаборатории по мобильной робототехнике



## Победитель финала ВсОШ

Технология, номинация «Робототехника», 2021

## I место в Кубке РТК

Высшая лига, «Ледяной вызов», 2025.
Команда IRS-1, РТУ МИРЭА.

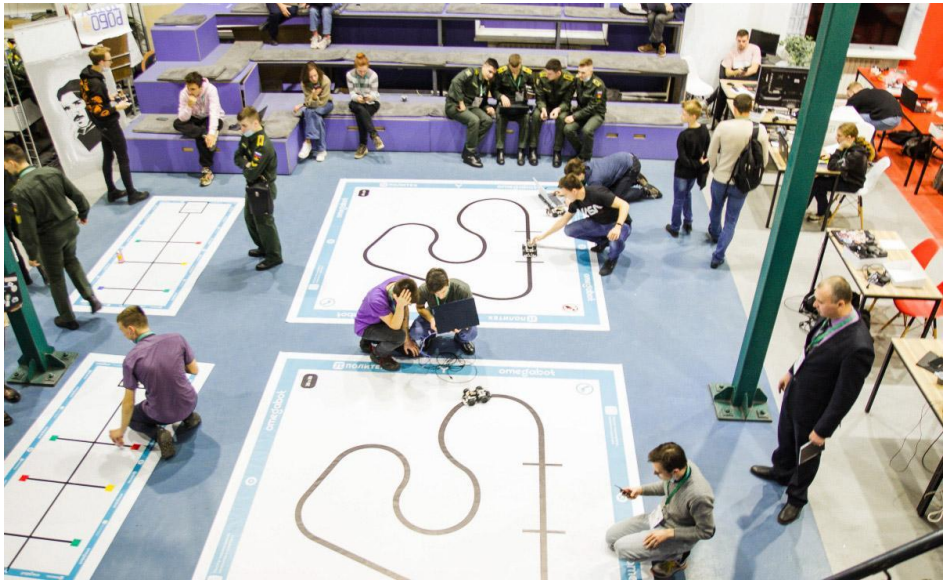
## Тренер команды-победителя

Альянс «Вертикаль», Т²С «Экспресс».
I место, старшая лига, 2025.

**Разработчик роботов и электроники. Наставник лаборатории робототехники лицея 1523.**

# Команда и рабочее место

10 команд по 2–3 участника. Чтобы быстрее выполнять задания, предлагаем распределить роли внутри команды.



**01** **Программист**

Пишет программу, настраивает параметры и сохраняет рабочую версию.

**02** **Оператор**

Готовит робота к испытанию, отвечает за запуск и остановку.

**03** **Капитан**

Наблюдает за заездом, записывает результаты и предлагает следующий тест.

# Правила безопасной работы

Давайте обсудим основные правила безопасной работы с роботом.




**При неисправности выключите питание и обратитесь к главному судье.**

### Выключайте питание

Перед подключением проводов или изменением конструкции.

### Не касайтесь движущихся деталей

Держите руки, волосы и одежду подальше от колёс и шестерён.

### Закрепляйте провода

Провода не должны попадать в колёса или касаться поля.

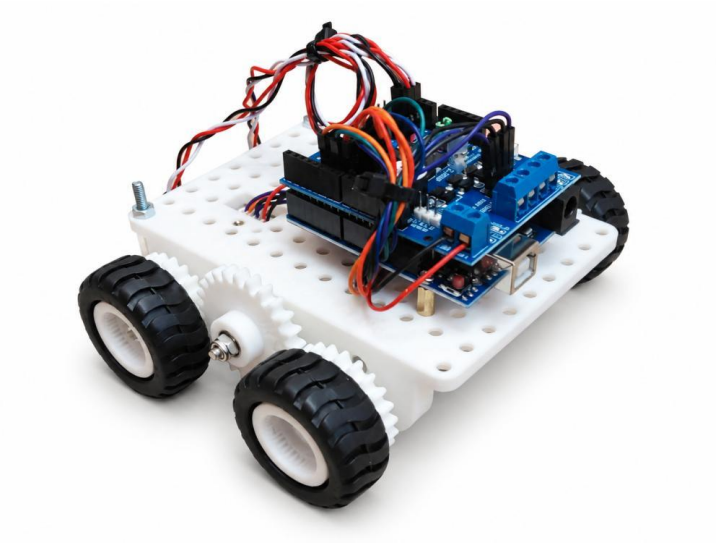
### Освобождайте место для запуска

Уберите посторонние предметы. Не запускайте робота у края стола.

**Переносите робота за корпус при выключенном питании. Не поднимайте его за провода.**

# IRS Mini: учебный мобильный робот

На его примере мы научимся управлять движением, работать с датчиками и программировать прохождение маршрута.



## Как работает робот

- Контроллер выполняет загруженную программу.
- Два датчика различают тёмную линию и светлую поверхность.
- Моторы вращают колёса, позволяя роботу ехать прямо и поворачивать.

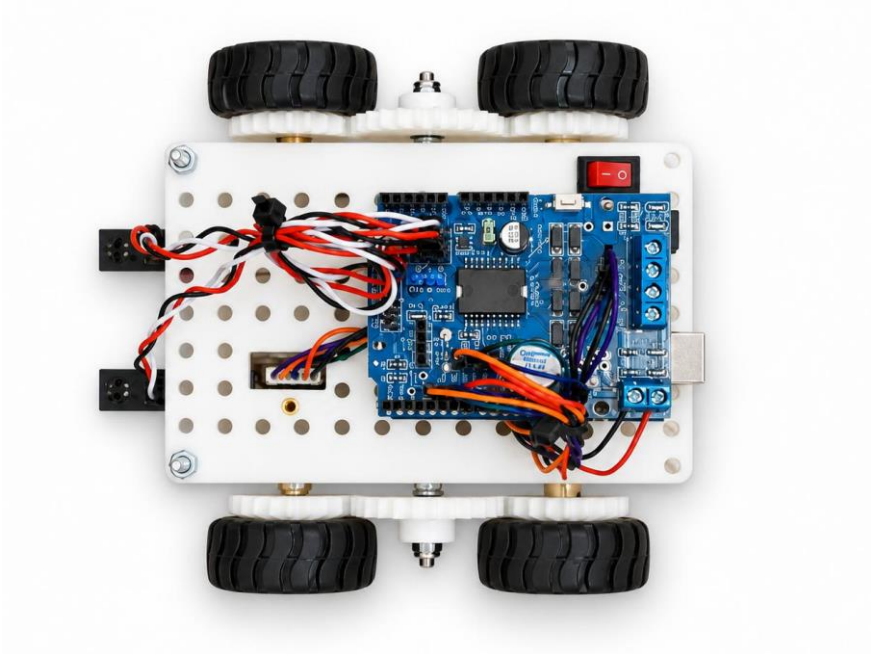
## Что происходит во время движения

- Робот считывает показания датчиков.
- Программа определяет следующее действие.
- Моторы меняют скорость или направление вращения.
- Цикл повторяется.

**Мы задаём алгоритм в программе, а робот выполняет его самостоятельно.**

# IRS Mini: из чего состоит робот

Разберём основные части робота и узнаем, за что они отвечают.



## Датчики линии

Находятся спереди. Различают тёмную линию и светлый фон.

## Arduino UNO и драйвер L298P

Контроллер выполняет программу. Драйвер управляет моторами.

## Моторы и колёса

Зубчатые передачи вращают колёса. Разница скоростей меняет курс.

## Питание и USB

Выключатель включает питание. USB нужен для загрузки программы.

# IRS Mini: возможности и ограничения

Разберём, какие задачи может выполнять робот и что нужно учитывать при его программировании.

## Чему научим робота

- Двигаться прямо и поворачивать.
- Следовать по линии с помощью двух датчиков.
- Проезжать перекрёстки и находить линию после разрыва.
- Толкать лёгкий объект и возвращаться в стартовую зону.

## Что нужно учитывать

- Для движения на нужное расстояние подбираем мощность моторов и время работы.
- Точность движения зависит от покрытия и заряда аккумулятора.
- Датчики различают линию и фон под роботом, но не измеряют расстояние до предметов впереди.

# Структура первой программы на C++

В программе Arduino две основные функции: setup() отвечает за начальную настройку, а loop() за повторяющиеся действия.

```
void setup() {
  // Настраиваем моторы и датчики
  // Задаём начальные параметры
}

void loop() {
  // Считываем показания датчиков
  // Выбираем действие
  // и управляем моторами
  // Проверяем, пора ли остановиться
}
```

## setup()

Выполняется один раз после включения или перезагрузки.

Настраивает моторы, датчики и начальные параметры.

## loop()

Считывает показания датчиков. Выбирает действие по условиям программы. Управляет движением и остановкой робота.

**Это основа программы. Дальше добавим в неё команды управления роботом.**

ШКОЛА РОСАТОМА

# Материалы по робототехнике

docs.reversi.tech



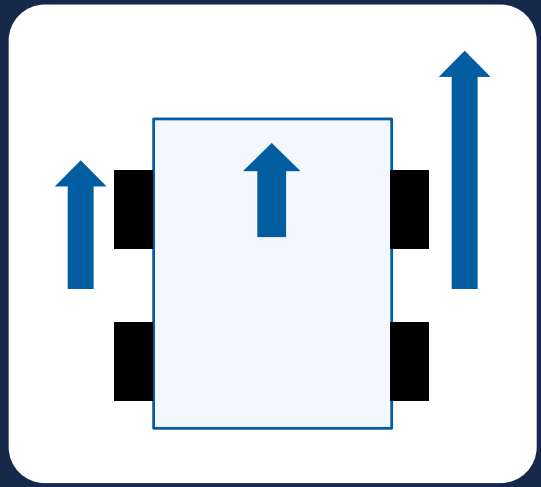
ШКОЛА РОСАТОМА

# Куда повернёт робот?

**Оба привода движутся вперёд.**
**Левый медленнее правого.**

**A** Налево

**B** Направо

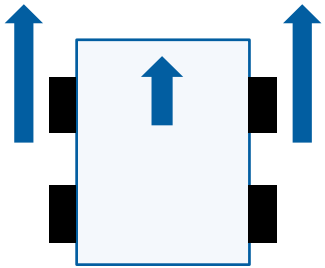


Вид сверху. Перед робота направлен вверх.

# Разная скорость задаёт поворот

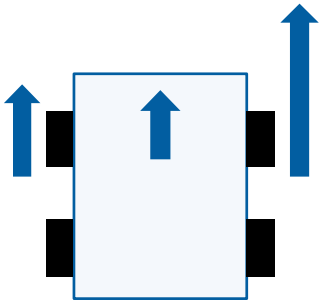
Ответ А: при движении вперёд робот поворачивает к более медленной стороне.

### Прямо



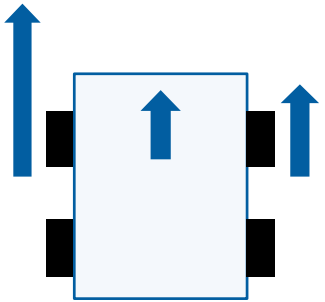
Одинаковое движение обоих приводов

### Дуга налево



Левый медленнее, правый быстрее

### Дуга направо



Левый быстрее, правый медленнее

**Разворот на месте: колёса слева и справа вращаются с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 1

# Маршрут без датчиков

Учимся ехать прямо, поворачивать и останавливаться
в нужном месте

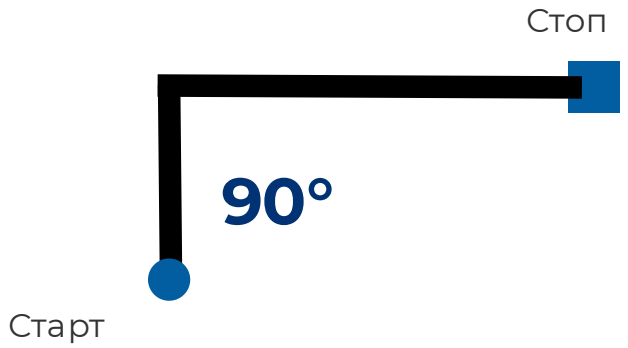


# Практика 1. Маршрут без датчиков

30 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**30 минут**

- Настройте движение по прямой.
- Отдельно настройте поворот на 90°.
- Соедините участки и добавьте остановку.
- Выполните три запуска с одного старта.
- Меняйте только один параметр за раз.




Добейтесь двух остановок подряд в конечной зоне.

**Объясните, что изменили и как это повлияло на движение.**
**Если всё получилось — попробуйте зеркальный маршрут.**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 2

# Калибровка датчиков

Измеряем показания на линии и на белом фоне

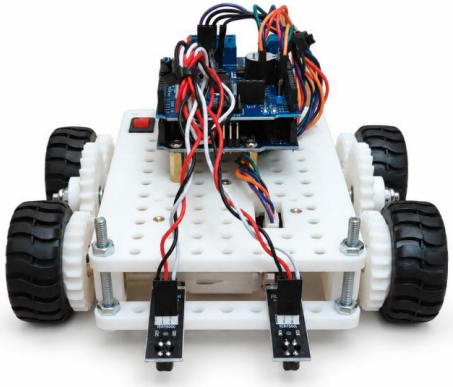


# Практика 2. Калибровка датчиков

30 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**30 минут**

- Измерьте показания каждого датчика на белом фоне.
- Повторите измерения на чёрной линии.
- Запишите минимальные и максимальные значения.
- Выберите свой порог для каждого датчика.
- Проверьте оба порога на новых измерениях.



Левый и правый датчики настраиваем отдельно

**Задание выполнено, когда оба датчика правильно различают линию и фон при повторной проверке.**

# Как датчик различает линию и фон

Датчик выдаёт число. Сравним его показания на белой поверхности и чёрной линии.



**Белая поверхность**

**790–810**

Пример показаний датчика



**Чёрная линия**

**190–210**

Пример показаний датчика

**Это пример. На своём роботе проверьте каждый датчик: какие числа он выдаёт на линии и на фоне.**

# Калибровка датчиков: выбор порога

Порог помогает отличить линию от фона. В таблице пример расчёта. Свои значения измерим на роботе.

| Датчик | Белый фон | Чёрная линия | Порог |
|---|---|---|---|
| **Левый** | 800 | 200 | (800 + 200) / 2 = 500 |
| **Правый** | 760 | 300 | (760 + 300) / 2 = 530 |
| **Ваш робот** | Измерьте | Измерьте | Рассчитайте для каждого датчика |

**Оба датчика показывают 515. Где робот определит линию?**

В этом примере ниже порога — линия, выше — фон. Сравните с таблицей.

ШКОЛА РОСАТОМА

# Оба датчика видят белый фон

**Можно ли только по этим показаниям понять, где находится робот?**

**A** Да, линия между датчиками

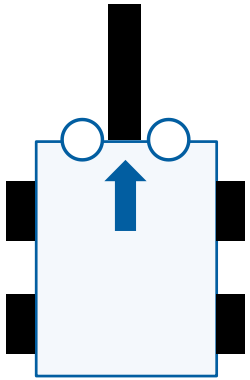
**B** Нет, важно предыдущее движение

**Показания сейчас**

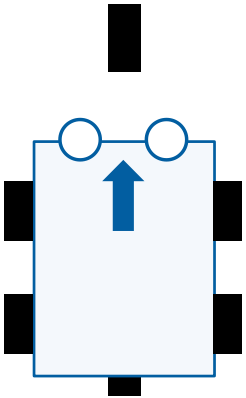
| Левый датчик | Правый датчик |
|---|---|
|  |  |
| БЕЛЫЙ | БЕЛЫЙ |

# Одинаковые показания, разные положения

Ответ В: белый фон под обоими датчиками возможен в разных положениях робота.



**Линия между датчиками**



**Разрыв или потеря линии**

## Как повернуть к линии

- Линия слева: замедляем левые колёса.
- Линия справа: замедляем правые колёса.
- Оба датчика видят чёрное: проверяем перекрёсток.

**Учитываем предыдущие показания и участок маршрута. При потере ищем линию.**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 3

# Движение по линии

Учимся исправлять направление по показаниям датчиков

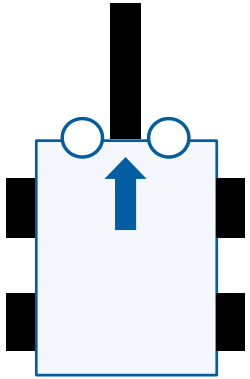


# Практика 3. Движение по линии

30 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**30 минут**

- Проверьте порог каждого датчика.
- Убедитесь, что робот поворачивает к линии.
- Начните с небольшой скорости.
- Пройдите прямую и плавный поворот.
- Повторите запуск с того же места.



Робот должен дважды подряд пройти участок без помощи руками.

**Увеличивайте скорость постепенно. Робот должен продолжать движение по линии.**

# Что делать, если робот теряет линию

Опишите проблему, выберите возможную причину и проверьте её отдельным запуском.

| Что происходит | Что проверить |
|---|---|
| **Робот уходит от линии** | Не перепутаны ли левый и правый датчики.<br>Направление колёс и поворота |
| **Раскачивается влево и вправо** | Скорость и разницу скоростей колёс.<br>Меняем один параметр за раз |
| **Теряет линию на повороте** | Уменьшить скорость и проверить показания датчиков |
| **Принимает белый фон за линию** | Порог, условие сравнения, высоту датчиков и освещение |
| **После изменения едет хуже** | Вернуть сохранённую рабочую версию и сравнить результат |

**После исправления повторите маршрут дважды. Убедитесь, что робот проходит его без помощи руками.**

ШКОЛА РОСАТОМА

# День 2

## Сложный маршрут

Перекрёстки, разрыв линии и объект



# Вспомним первый день

Обсудите в команде и объясните ответы на примере своего робота.

| | |
|---|---|
| **Движение** | Как повернуть налево, если оба привода движутся вперёд? |
| **Датчики** | Как выбрать порог для каждого датчика по измерениям на линии и фоне? |
| **Движение по линии** | Робот уходит от линии. Что проверим и как убедимся, что исправление помогло? |

**Вспомните одну настройку, которая улучшила движение вашего робота.**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 4

# Маршрут с перекрёстками

Считаем перекрёстки и выполняем команды маршрута



# Практика 4. Маршрут с перекрёстками

40 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**40 минут**

- Запишите порядок команд по схеме поля.
- Настройте остановку на первом перекрёстке.
- Добавьте поворот и возвращение к линии.
- Добавьте остальные команды маршрута.
- Проверьте подсчёт перекрёстков.

**01 ПРЯМО**

**02 НАЛЕВО**

**03 НАПРАВО**

**04 СТОП**

Каждый перекрёсток считаем один раз.
После поворота робот находит линию.

**Робот выполняет команды по порядку и считает каждый перекрёсток один раз. Затем попробуйте другой маршрут.**

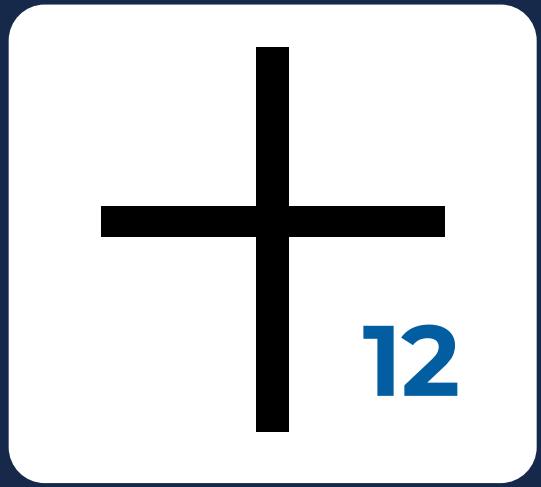
ШКОЛА РОСАТОМА

# Сколько перекрёстков посчитает робот?

**Робот проехал один перекрёсток. За это время датчики 12 раз подряд показали чёрную поверхность.**

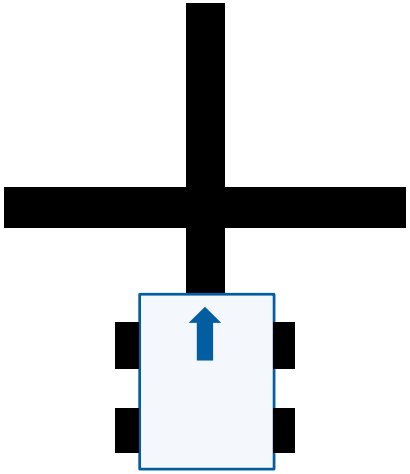
**A** 12 перекрёстков

**B** 1 перекрёсток



# Считаем каждый перекрёсток один раз

Ответ В: пока робот едет через один перекрёсток, повторные показания не увеличивают счётчик.



Один перекрёсток

**01** **Подтвердить перекрёсток**

Оба датчика показывают чёрное несколько раз подряд.

**02** **Прибавить один**

Увеличиваем счётчик и временно запрещаем повторный подсчёт.

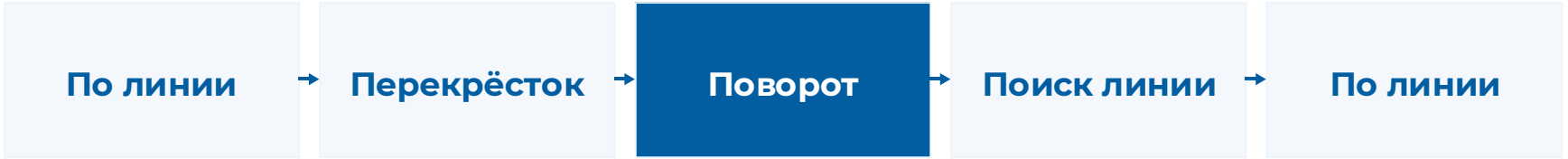
**03** **Дождаться выезда**

После выезда с перекрёстка разрешаем считать следующий.

**Чёрное под обоими датчиками может означать перекрёсток. Проверяем повторные показания и выезд с него.**

# Как робот выполняет поворот

Разделим поворот на этапы: определим перекрёсток, выполним манёвр и снова найдём линию.




## Порядок команд в программе

**Прямо** **Налево** **Направо** **Стоп**

**Следующую команду выполняем после манёвра. Если время поиска истекло, останавливаем робота.**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 5

# Разрыв линии

Учимся находить продолжение линии
и останавливаться, если её нет



# Практика 5. Прохождение разрыва линии

40 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**40 минут**

- Начните с короткого разрыва в известном месте.
- Сохраните последнее направление движения.
- Задайте ограничение времени поиска.
- Проверьте, что датчик снова видит линию.
- Проверьте остановку, если линия не найдена.

## Проверьте две ситуации

### Линия найдена

Робот выравнивается
и продолжает движение.

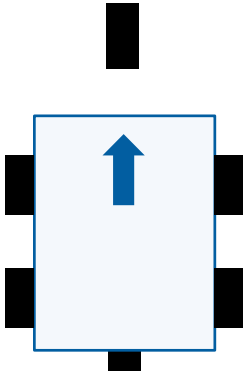
### Линия не найдена

Если время поиска закончилось, робот останавливается.

**Задание выполнено, когда робот правильно действует в обеих ситуациях.**

# Как пройти разрыв линии

Если оба датчика видят белый фон, это ещё не значит, что робот нашёл линию после разрыва.



**Разрыв в известном месте**

### Поиск с ограничением времени

Двигаемся медленно. Учитываем участок маршрута и предыдущее направление.

### Линия снова найдена

Хотя бы один датчик снова видит чёрную линию. Проверяем сигнал, выравниваем робота и продолжаем движение.

### Если время поиска закончилось

Останавливаем робота и проверяем причину.

**По каким показаниям можно понять, что робот действительно нашёл линию?**

ШКОЛА РОСАТОМА

ПРАКТИКА 6

# Действие с объектом

Перемещаем объект в зону и возвращаемся к линии

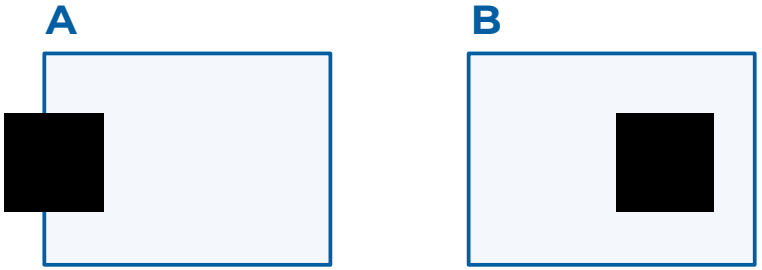


# Практика 6. Действие с объектом

40 минут: объяснение, самостоятельная работа и проверка результата.

**40 минут**

- Отметьте место начала манёвра.
- Отдельно проверьте толкание объекта.
- Ограничьте время выполнения манёвра.
- Настройте возвращение к линии.
- Добавьте манёвр в общий маршрут.




**В каком случае задание выполнено?**

Объект должен целиком находиться внутри целевой зоны.

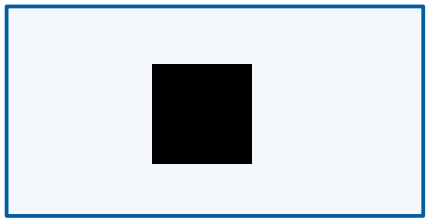
**Повторите дважды: объект целиком в зоне, робот снова движется по линии.**

# Объект на пути: толкнуть или объехать

Положение объекта известно по схеме поля. Заранее задаём, где робот начинает и заканчивает манёвр.

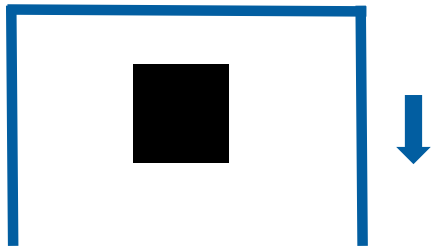
## Толкнуть

Целевая зона



- Двигаться на малой скорости.
- Поместить объект целиком в целевую зону.

## Объехать



- Оставить объект на месте.
- После объезда вернуться к линии.

**В учебном финале толкаем объект в целевую зону. Определять его цвет не требуется.**

ШКОЛА РОСАТОМА

# День 3

## Автономная миссия

Финальная практика, две попытки и разбор



# Вспомним перед финальной миссией

Вспомните дни 1 и 2: объясните, как робот действует в каждой ситуации.

## Перед стартом

Что проверим у датчиков и моторов, чтобы робот уверенно двигался по линии?

## На перекрёстке

Как посчитать перекрёсток один раз и вернуться к линии после поворота?

## На разрыве

Как ищем продолжение линии и что делаем, если время поиска истекло?

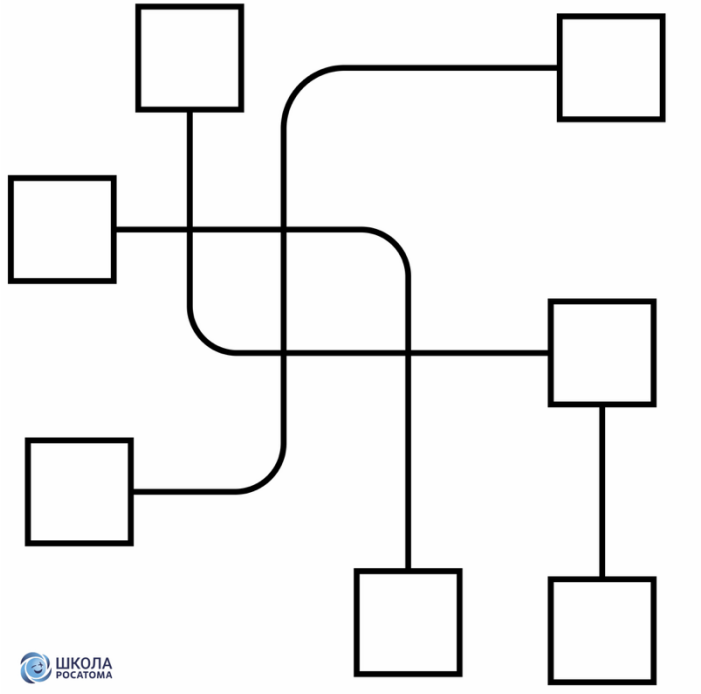
## У объекта

Как понять, что объект доставлен в зону, и продолжить движение по линии?

**Как соединить эти действия в одну программу?**

# Финальная учебная миссия

Соединим движение по линии, повороты и действие с объектом в один маршрут.



**01** **Самостоятельный старт**

Робот целиком выходит из стартовой зоны.

**02** **Четыре контрольные точки**

Пройти КП, КТ2, КТ3 и КТ4.

**03** **Действие с объектом**

Толкнуть объект целиком в целевую зону.

**04** **Возвращение на старт**

Полностью войти в стартовую зону и остановиться.

# Две попытки в одинаковых условиях

Выбираем лучшую попытку. Между попытками — общее время на исправления.

**03:00**

**максимальное время заезда**

- Стартуем по сигналу судьи.
- Финиш, касание робота рукой или истечение 3 минут завершают попытку.
- До конца круга робот остаётся в зоне хранения без изменений.
- Программу и конструкцию меняем только в общее время на исправления между попытками.
- Перед каждым заездом возвращаем робота и объект на исходные позиции.

**Робот может сам вернуться на маршрут. Отсчёт трёх минут при этом продолжается.**

# Как набрать 100 баллов

Максимальное время попытки — 3 минуты

| Задание | Когда начисляются баллы | Баллы |
|---|---|---|
| **Самостоятельный старт** | Робот целиком вышел из стартовой зоны | **10** |
| **КТ1, КТ2, КТ3 и КТ4** | По 10 баллов за каждую точку | **40** |
| **Действие с объектом** | Объект целиком находится в целевой зоне | **30** |
| **Возвращение на старт** | Все задания выполнены. Робот целиком в стартовой зоне и сам остановился | **20** |

**При равных баллах сравниваем время до финиша или последнего задания, за которое начислены баллы.**

# Обсуждение результатов команды

Расскажите, что получилось и чему научилась команда.

## Мы заметили...

На каком участке возникла проблема?

## Мы изменили...

Что исправили в программе и почему?

## Мы проверили...

Что произошло при повторном запуске?

## Мы научились...

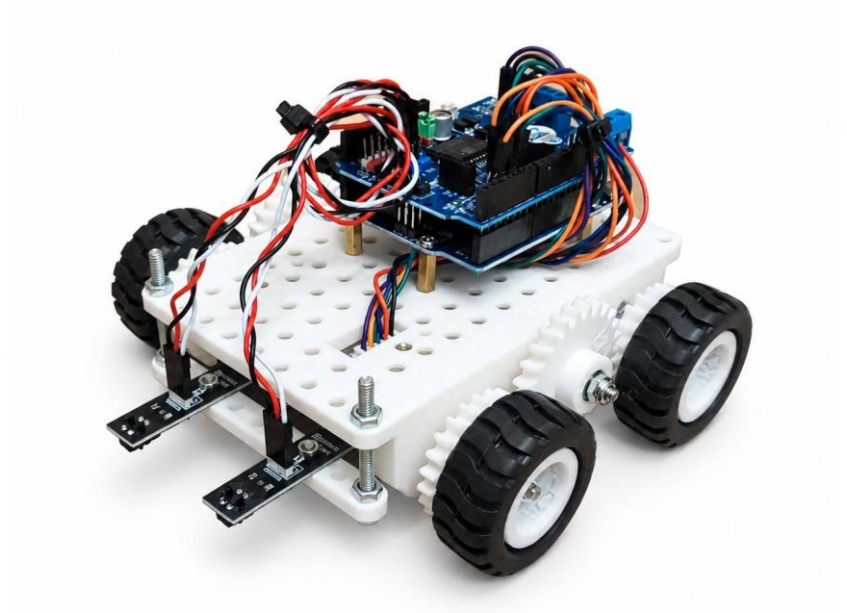
Какой приём пригодится на новом маршруте?

# Итоги технической лаборатории по мобильной робототехнике

За три дня вы программировали движение робота, настраивали датчики и проверяли свои решения на поле.

## Что сохраняем после занятия

- Программу и подобранные параметры.
- Записи о запусках и результатах.
- Выводы: что получилось и что ещё нужно проверить.



## Что попробовать дальше

Продолжайте изучать робототехнику!

ШКОЛА РОСАТОМА

# Спасибо за внимание!

Техническая лаборатория
по мобильной робототехнике

**reversi.tech**

eislo@yandex.ru / Telegram: @i_mederov

