

# Российская Робототехническая Олимпиада 2022

## Мой робот - друг

Будущие инженеры

Беспилотные транспортные средства

Регламент категории

Версия от 01.05.2022



## Оглавление

1. Введение.....	3
2. Игровое поле.....	3
3. Описание игры.....	4
4. Отборочные матчи и финальные матчи .....	5
4.1. Квалификационный тур .....	5
4.2. Финальные туры.....	7
5. Документация инженера .....	11
6. Правила игры .....	11
7. Подсчет очков .....	16
8. Поле и оборудование .....	18
Приложение А: Пояснительные схемы.....	21
Приложение Б: Игровое поле для национального/регионального финалов .....	35
Приложение В: Рекомендации по оценке документации транспортного средства .....	37
Приложение Г: Минимальный набор электромеханических компонентов .....	40



## 1. Введение

Беспилотные транспортные средства – это современный тренд нашего времени. Крупные компании, стартапы, инвесторы и градостроители видят большой потенциал в беспилотных автомобилях, автобусах, грузовиках или поездах.

Мы хотим, чтобы новый формат соревнований вовлек школьников в исследовательскую деятельность и обучил технологическому подходу при решении реальных задач. Мы рады, что это направление поддерживают ведущие представители отрасли.

## 2. Игровое поле

На рисунке ниже показано игровое поле и игровые объекты.

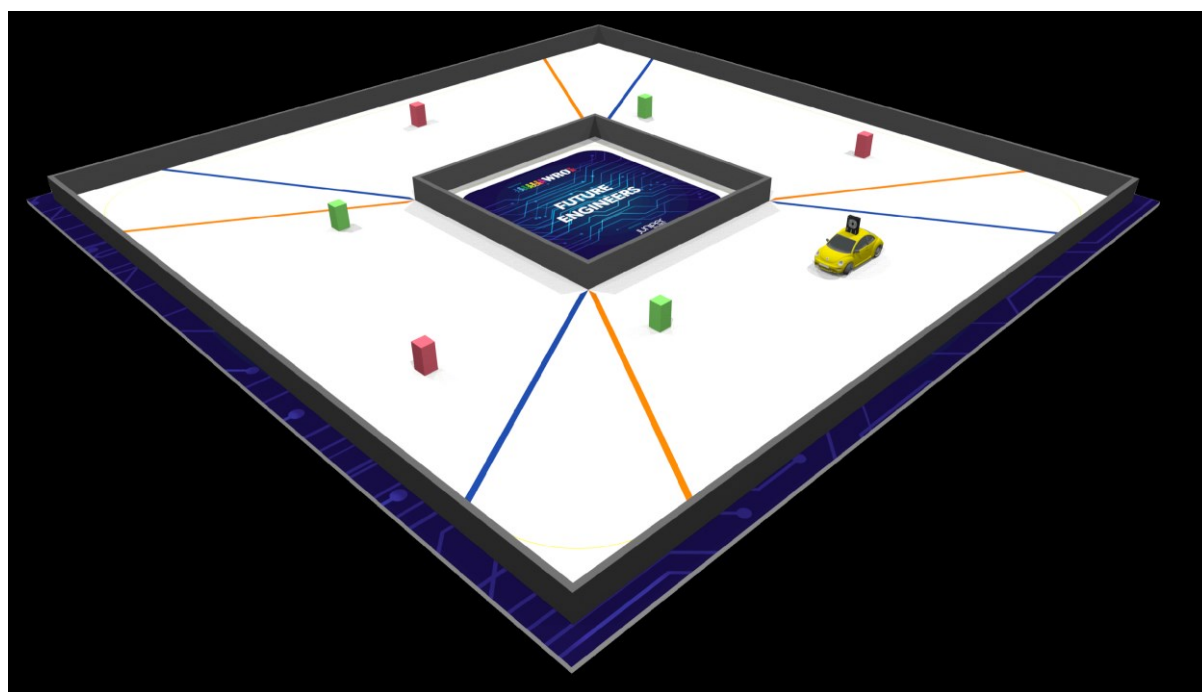
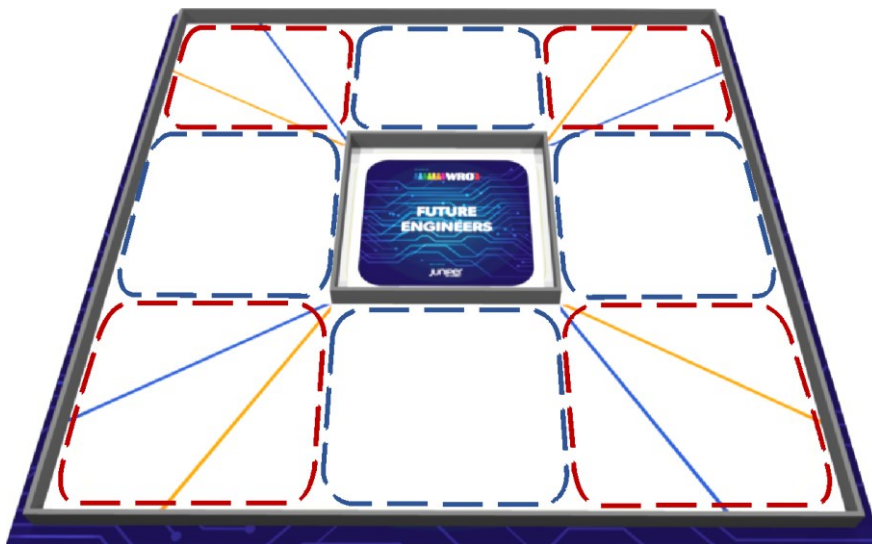


Рисунок 1. Подробное игровое поле.

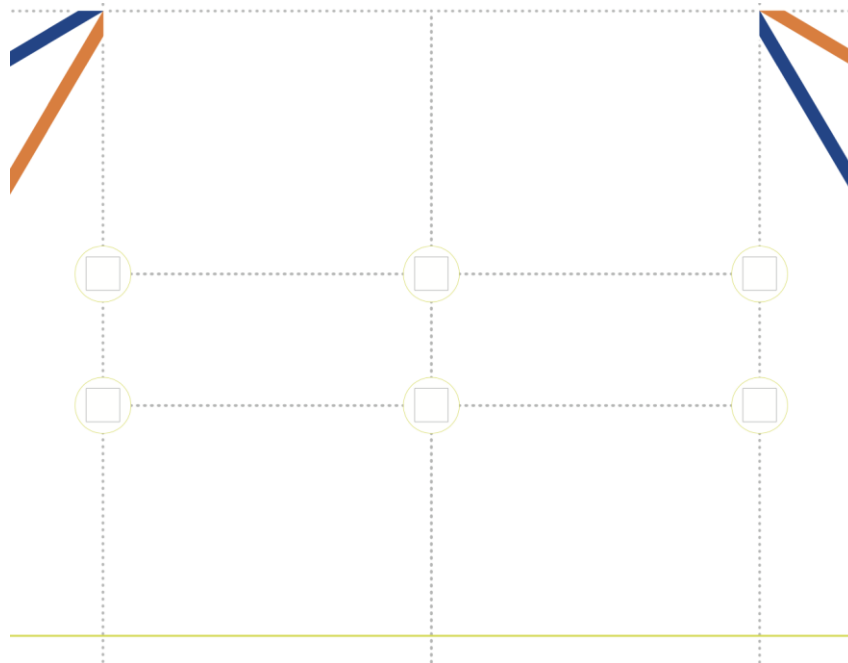
Игровое поле представляет собой гоночную трассу, на которой установлены дорожные знаки (представленные цветными препятствиями - столбами).

Трасса состоит из восьми участков: четырех угловых и четырех прямых. Угловые участки отмечены красными пунктирными линиями на рисунке 2. Прямые участки отмечены синими пунктирными линиями.



**Рисунок 2. Различные типы секций на игровом поле**

Каждый прямой участок разделен на 6 (шесть) зон. Шесть зон внутри секции предназначены для стартовой позиции автомобиля. 4 (четыре) Т-образных и 2 (два) Х-образных перекрестка используются для размещения дорожных знаков. Места, где можно установить дорожные знаки, называются «места установки» дорожных знаков.



**Рисунок 3. Зоны и места для дорожных знаков на прямом участке**

### 3. Описание игры

Задача сезона не просто создание беспилотного автомобиля – это гонка на время. На трассе не будет одновременно нескольких автомобилей. Вместо этого автомобиль за

попытку должен достичь лучшего времени, проехав несколько кругов полностью автономно. Дорожные знаки указывают сторону полосы движения, по которой должен следовать автомобиль. Если на пути красный столб – автомобиль должен держаться правой стороны полосы, если зеленый – левой стороны полосы.

Задание считается выполненным, если автомобиль проехал 3 круга. Запрещено сбивать или сдвигать с места дорожные знаки.

Направление, в котором автомобиль должен двигаться по трассе (по часовой стрелке или против часовой стрелки), будет варьироваться в разных матчах. Стартовая позиция автомобиля, а также количество и расположение дорожных знаков определяются случайным образом во время жеребьевки перед матчем (после карантинного времени).

## 4. Отборочные матчи и финальные матчи

Игра состоит из 2 туров: квалификационного и финального. На RRO будет проводиться не более 2 квалификационных раунда (матча) и не более 2 финальных. Направление для первого квалификационного раунда будет выбрано случайным образом, бросанием монетки, после карантинного времени первого квалификационного раунда. Направление движения во втором раунде будет противоположным. Таким же образом определяется направления движения автомобиля в финальных раундах.

### 4.1. Квалификационный тур

Во время квалификационного тура на трассе не будет дорожных знаков.

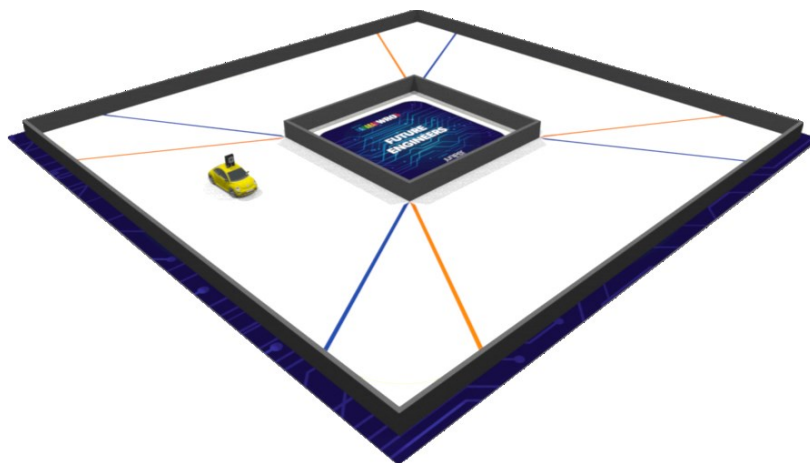
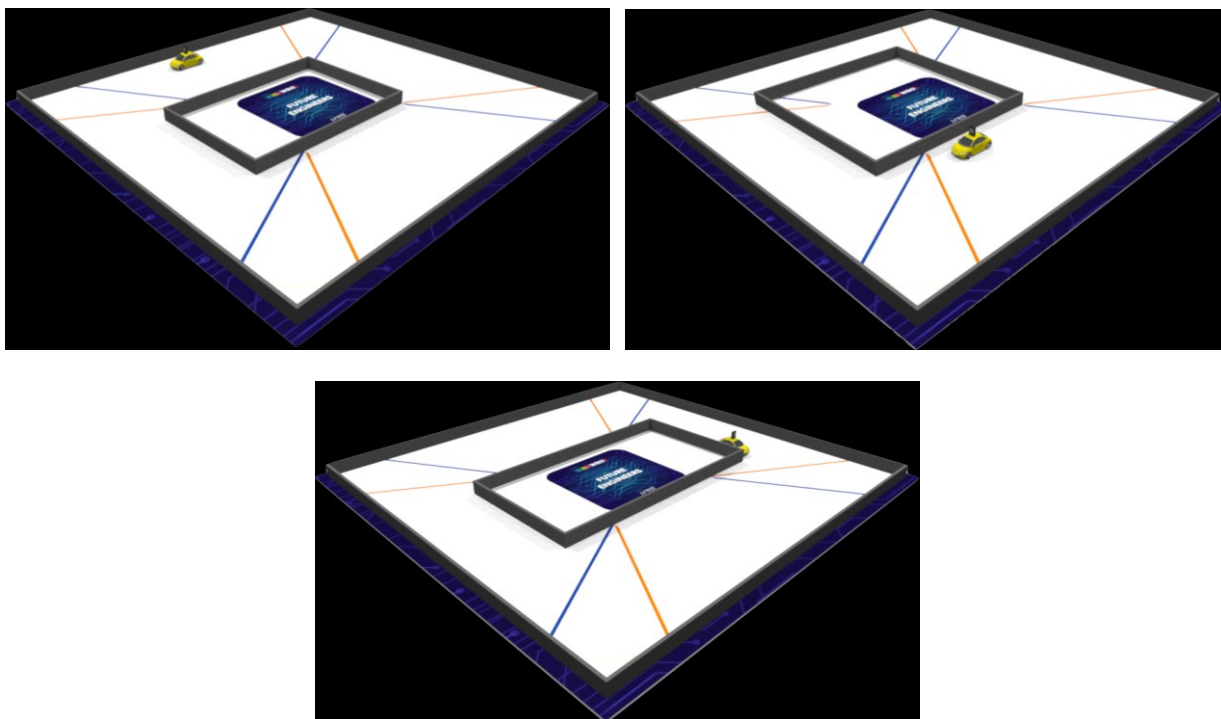


Рисунок 4. Игровое поле для отборочных матчей

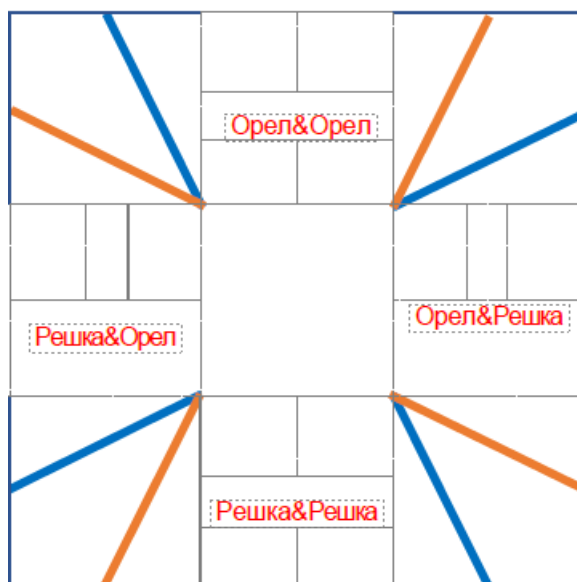
Расстояние между бортами трассы может составлять либо 1000 мм, либо 667 мм (+/- 100 мм).



**Рисунок 5. Примеры вариации игрового поля для квалификационных матчей**

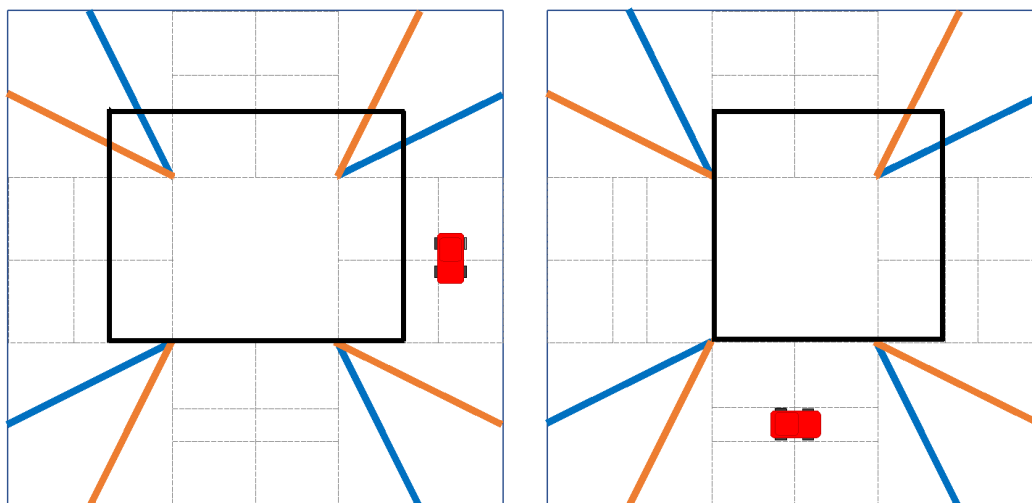
После определения направления движения по трассе можно использовать следующую процедуру для определения начальной точки автомобиля и расстояния между бортами трассы:

4.1.1. Бросьте монету дважды, чтобы определить начальную секцию. На рисунке ниже показано, какая секция соответствует комбинации бросков (например, «решка и орел» означает, что первый бросок — решка, а второй — орел).



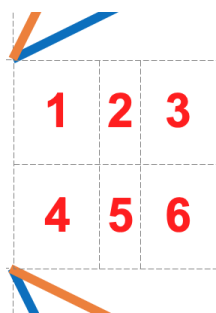
**Рисунок 6. Комбинации подбрасывания монеты для определения стартовой секции**

4.1.2. Подбросьте монету четыре раза, чтобы определить участок, на котором расстояние между бортами трассы будет сокращено. Первый бросок определяет стартовую секцию, второй для следующей секции по часовой стрелке и так далее. Решка означает широкий коридор, орел означает узкий коридор.



**Рисунок 7. Схема слева для результатов жеребьевки «решка-орел-орел-орел».**  
**Правильная схема для результатов жеребьевки «орел-орел-решка-решка».**

4.1.3. Бросьте кубик, чтобы определить точную стартовую зону. Верхняя левая зона - «1», нижняя правая зона — «6». Если зона находится внутри бортов, кубик нужно бросить еще раз.



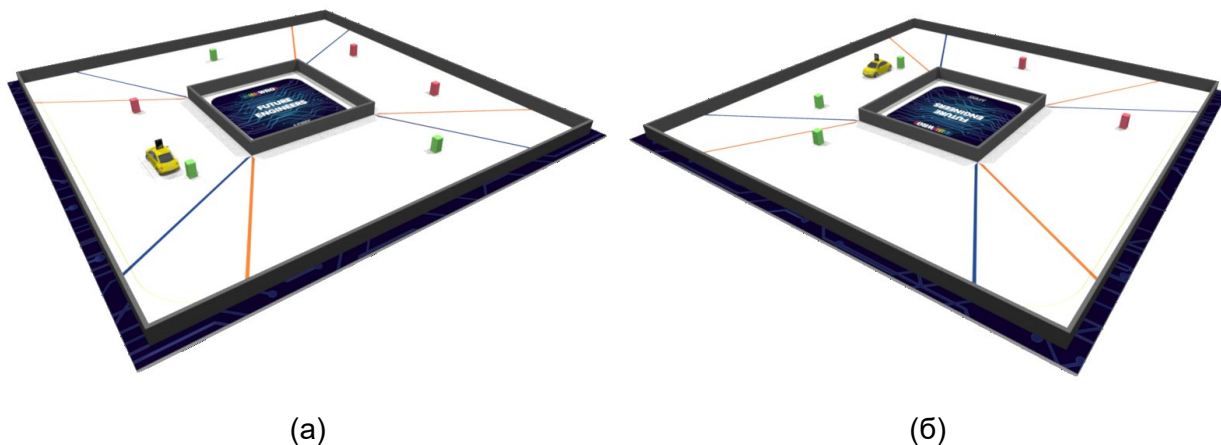
**Рис. 8. Соответствие зон значениям на кубике.**

Эта процедура будет выполняться после истечения времени карантина перед каждым квалификационным матчем, поэтому стартовая позиция автомобиля и расстояния между бортами трассы будут разными в каждом туре.

## 4.2. Финальный тур

Во время финальных матчей, в качестве дорожных знаков, на гоночной трассе будут установлены красные и зеленые столбики. Расстояние между бортами трассы всегда будет 1000 мм (+/- 100 мм).





**Рисунок 9. Примеры игрового поля во время финального тура**

Стартовое положение автомобиля и положение цветных столбиков можно выбрать с помощью следующей процедуры с учетом направления движения, определенного ранее:

- 4.2.1. Бросьте монету дважды, чтобы определить зону старта. Этот шаг такой же, как и для определения стартовой зоны в квалификационном туре.
- 4.2.2. Из набора 36 карточек уберите карту 9 или 10, в зависимости от направления движения в данном туре: если направление против часовой стрелки — удалите 9<sup>-10</sup> карту; если направление по часовой стрелке — удалите 10<sup>-10</sup> карту. Положите 35 карт в непрозрачную коробку или пакет. Каждая карточка определяет расположение дорожных знаков в стартовой зоне. Сплошная черная линия на карточке означает внутреннюю границу игрового поля. Карточку нельзя возвращать в коробку.
- 4.2.3. Доставайте карточки по очереди 3 карточки. Карточка определяет расположение дорожных знаков на прямом участке. (Отсчитывайте участки по часовой стрелке).



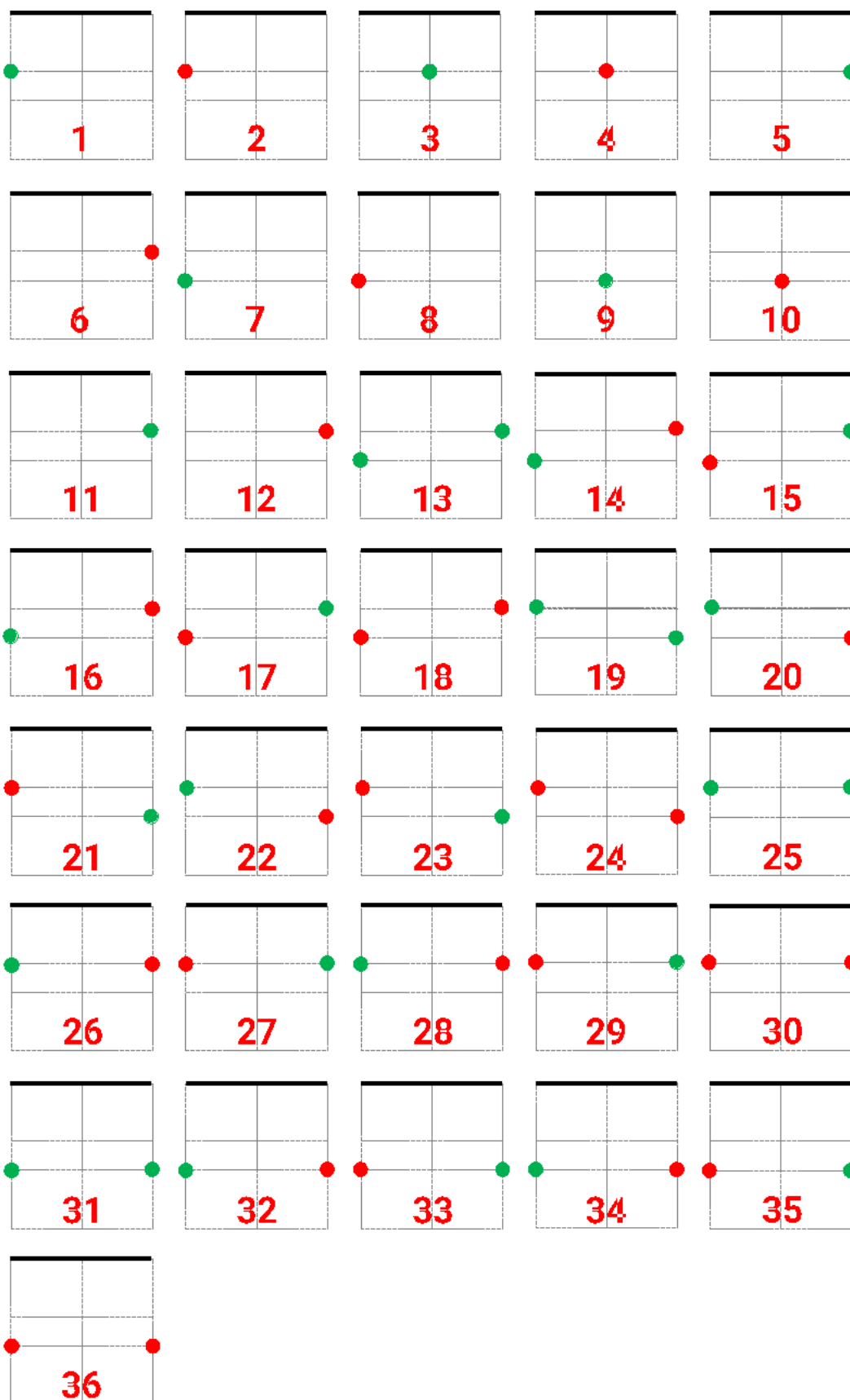
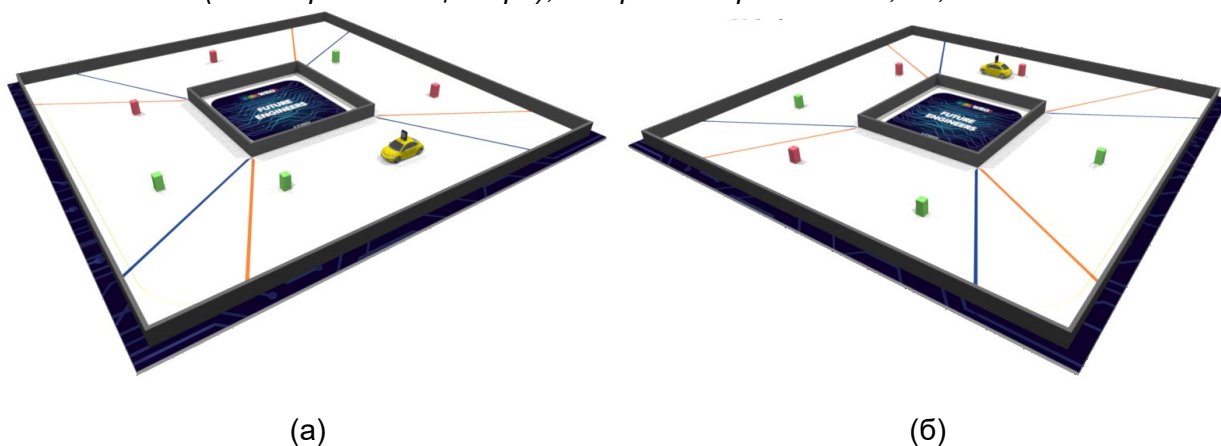


Рисунок 10. 36 карточек с расположением дорожных знаков на участке

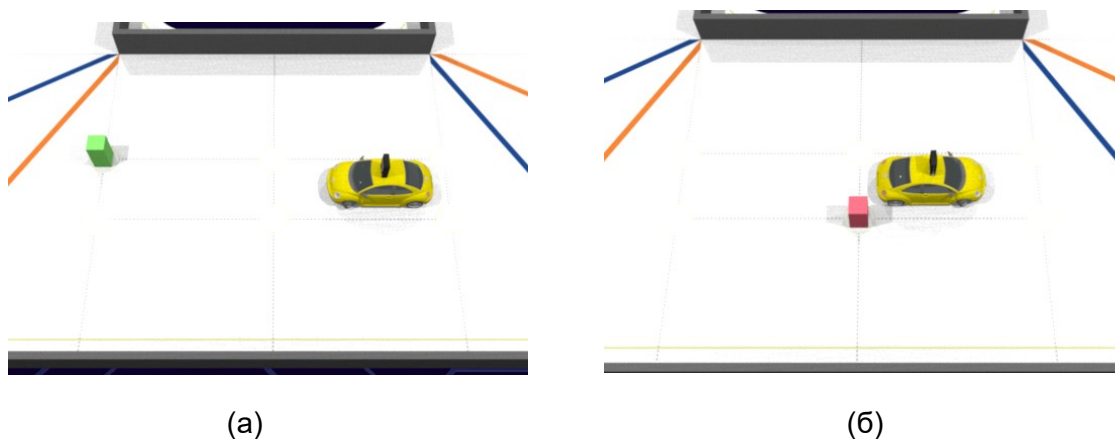
В итоге будет определено расположение дорожных знаков на всех прямых участках.

Например, для схемы (а) на рисунке 11: направление движения в туре — по часовой стрелке, значит в стартовой зоне будет 10 карта; затем выпал орел и орел, значит стартовая зона на 12 часов (т.е. сверху от центра); а затем порядок карт был: 15, 1, 23. Для схемы (б) на том же рисунке: направление движения против часовой стрелки, значит 9 карта для стартовой зоны; затем выпал орел и решка, значит стартовая зона на 3 часа (т.е. справа от центра); а порядок карт был: 33, 21, 10.



**Рисунок 11. Примеры расположения дорожных знаков на финальных матчах**

4.2.4. Зона старта автомобиля выбирается из двух зон, расположенных посередине стартового участка. Транспортное средство стартует с той зоны, в которой перед транспортным средством нет дорожного знака. Возможна ситуация, когда дорожный знак находится позади транспортного средства.



**Рисунок 12. Выбор стартовой зоны в зависимости от расположения препятствия. Направление на схеме (а) – по часовой стрелке. Направление на схеме (б) против часовой стрелки.**

## 5. Документация инженера

Настоящая инженерия заключается в изучении или создании решения и обмене новыми идеями с сообществом, чтобы развить компетенции на новый уровень. В дополнение к проектированию и программированию транспортного средства командам необходимо предоставить материалы в онлайн формате, отражающие их технический прогресс и финальный результат.

Каждая команда должна предоставить следующее:

- Две командные фотографии: одна официальная и одна неофициальная (забавная) со всеми членами команды.
- 6 фотографий транспортного средства (со всех сторон, сверху и снизу)
- URL-адрес на любом Интернет ресурсе, который позволяет просматривать видеоконтент (должен быть общедоступным или доступным по ссылке), показывающий автономное вождение автомобиля. Та часть видео, где присутствует демонстрация вождения, должна иметь продолжительность не менее 30 секунд.
- Схематическая диаграмма электромеханических компонентов в формате JPEG, PNG или PDF, иллюстрирующая все элементы (электронные компоненты и двигатели), используемые в автомобиле, и способы их соединения друг с другом.
- Ссылка на общедоступный репозиторий GitHub с кодом всех компонентов, запрограммированных для участия в конкурсе. Репозиторий также может включать 3D модели для печати и файлы для ЧПУ станков, необходимые для производства элементов автомобиля. В история коммитов должна содержать не менее 3-х коммитов — первый не позднее, чем за 1 месяца до соревнований — он должен содержать не менее 1/5 от финального объема кода. Второй - не позднее, чем за 2 недели до соревнований, третий - не позднее, чем за 1 день до соревнований. В репозитории должен быть файл README.md с кратким описанием на русском языке (не менее 5000 знаков) проектируемого решения. Цель описания — прояснить, из каких модулей состоит код, как они связаны с электромеханическими компонентами автомобиля и каков процесс сборки/компиляции/загрузки кода в контроллеры автомобиля. Шаблон для репозитория в GitHub доступен по [адресу https://github.com/hircumg/rro2022-fe-template](https://github.com/hircumg/rro2022-fe-template).

Документация на транспортное средство начисляются бонусные баллы.

## 6. Правила игры

### Время матча

- 6.1. Каждый квалификационный матч длится 3 (три) минуты.
- 6.2. Каждый финальный матч длится 3 (три) минуты.



## Конфигурация на старте

6.3. Направление движения по трассе выбирается случайным образом перед первым матчем в туре, после контрольного времени.

6.4. Стартовая позиция автомобиля и конфигурация поля определяются, как описано выше, перед началом каждого матча после контрольного времени.

6.5. Направление движения, стартовая позиция и конфигурация поля остаются одинаковыми для всех команд во время одного и того же матча.

## Начало матча

6.6. Транспортное средство должно быть расположено в любой части стартовой зоны так, чтобы проекция машины на поле полностью находилась в зоне.

6.7. Транспортное средство должно быть ориентировано таким образом, чтобы два колеса на передней оси (судья вначале дня уточняют, где передняя ось транспортного средства) располагались ближе к угловому участку в соответствующем направлении движения матча, а два других колеса располагались ближе к угловой секции в противоположном направлении.

6.8. Перед началом матча можно внести физические коррективы (это часть подготовительного времени). Однако не разрешается вводить данные в программу путем изменения положения или ориентации частей транспортного средства или выполнять какие-либо калибровки датчиков на транспортном средстве. Не допускается ввод данных путем изменения конфигурации переключателей, если таковые имеются. Если команда введет данные посредством физических корректировок, она будет дисквалифицирована на этот раунд.

6.9. После проверки поля и внесения физических коррективов (по необходимости) транспортное средство включается. Для включения автомобиля допускается только два выключателя. Например, включение может быть реализовано таким образом, что сначала через один переключатель включаются все контроллеры подсистемы (например, контроллер двигателя), а затем через второй переключатель основной SBC/SMB.

6.10. После включения транспортное средство должно находиться в состоянии ожидания до нажатия кнопки «Пуск». Кнопка «Пуск» может находиться на основном SBC/SBM или на отдельно установленной кнопке. Допускается только одна кнопка «Пуск».

6.11. Габариты транспортного средства во время матча не должен превышать 300x200 мм и 300 мм в высоту.

6.12. Судья дает сигнал к запуску транспортного средства. Затем нажимается кнопка «Пуск».

6.13. Нажатие кнопки «Пуск» запустит действие транспортного средства, чтобы попытаться провести соревновательный матч, и транспортное средство должно начать движение.

6.14. Таймер матча запускается, когда судья дает сигнал к старту.

6.15. Примечание: поскольку для окончательного рейтинга время в финальных раундах имеет высокий приоритет, то два судьи будут измерять время в финальных матчах. Среднее значение двух измерений будет использовано для ранжирования.



## Дополнительно

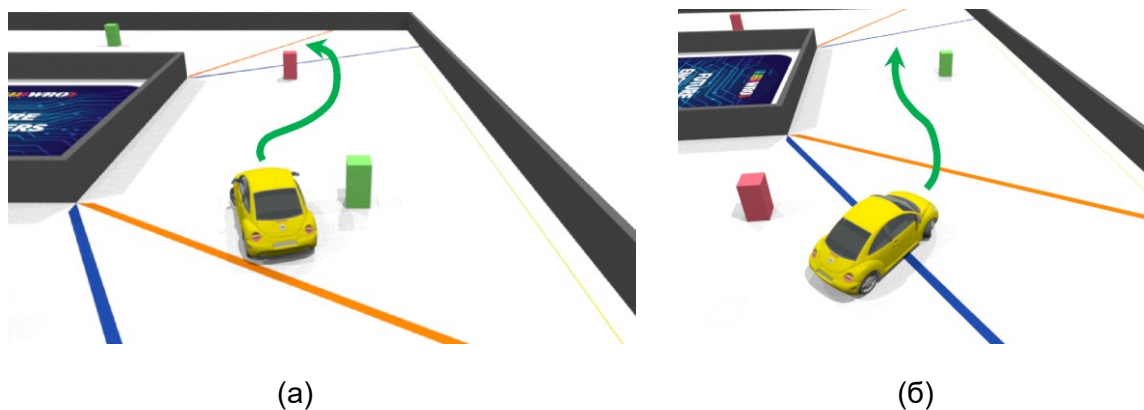
6.16. Транспортному средству не разрешается намеренно оставлять на игровом поле дополнительные элементы или оставлять не удаляемые следы (например, краску) во время матча. Если транспортное средство нарушает это правило, матч будет остановлен, и транспортное средство должно быть остановлено одним из членов команды. Команде будет начислено 0 баллов, а время в протоколе указано 3 (три) минуты. Судьи имеют право проверить код команды, если заподозрят такую ситуацию.

## Во время матча

6.17. Транспортное средство должно двигаться в направлении, которое было определено как основное направление движения до начала раунда.

6.18. Транспортному средству запрещается перемещать стены (если они не полностью закреплены на поле). Транспортное средство, нарушившее это правило, должно быть остановлено одним из членов команды. Команде будет начислено 0 баллов, а время в протоколе указано 3 (три) минуты.

6.19. Транспортное средство должно проехать дорожный знак в виде красного столбика справа (рисунок (а) на рис. 13) и дорожный знак в виде зеленого столба слева (рисунок (б) на рис. 13).



**Рисунок 13. Правила проезда дорожных знаков**

6.20. Транспортному средству разрешается перемещать или сбивать дорожные знаки (цветные столбы), пока проекция дорожного знака находится в пределах круга, нарисованного вокруг места установки дорожного знака. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 1.

6.21. Транспортному средству разрешается двигаться в направлении, противоположном направлению движения, только для двух участков: участка, на котором было изменено направление, и соседнего участка.

6.22. Транспортное средство должно вернуться на стартовый участок после трех кругов, чтобы получить дополнительные очки. Примечание: как только автомобиль частично покидает стартовый участок, этот участок также становится финишным участком.

6.23. Один раз за матч команда может запросить разрешение на ремонтные действия: вывести транспортное средство, исправить неполадки с механическими или электронными элементами и вернуть машину на трассу в центре участка, из которого машина была вывезена. Таймер матча на данный период не останавливается. Разрешение может быть предоставлено только в том случае, если транспортное средство остановлено. Возможными причинами остановки являются проблемы с электроникой/механикой, транспортное средство ударило о стену и застряло. Разрешение не будет выдано для движущегося транспортного средства, если какая-либо его часть проедет примерно 50 мм за 5 секунд. Разрешение не будет выдано, если транспортное средство начало третий круг (полностью проехало угловой участок перед последним кругом). Запрещается загружать программы на любой контроллер транспортерного средства в рамках ремонтных работ. Запрещено вводить какие-либо данные. Команда, нарушившая данные правила, будет дисквалифицирована с данного матча: счет за этот матч будет равен нулю, а отметка времени будет максимальной.

#### **Конец матча:**

6.24. Матч заканчивается, и время останавливается, если происходит любое из следующих условий:

6.25. Время матча истекло.

6.26. После 3 (трех) полных кругов транспортное средство остановилось на финишной зоне таким образом, что проекция транспортного средства на поле полностью находится в пределах зоны. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 2.

*Примечание 1: транспортное средство должно остановиться на финишной зоне самостоятельно. Если участник команды форсирует завершение матча одним из описанных ниже способов, когда транспортное средство находится в пределах финишной зоны, это не будет считаться автономной остановкой, и баллы за остановку на финишной зоне не начисляются.*

*Примечание 2: для демонстрации полной остановки на финишной зоне транспортное средство не должно продолжать движение по истечении 15 секунд. Если после окончания матча транспортное средство продолжает движение, судьи могут считать поведение транспортного средства неоднозначным и не могут засчитать остановку в финишной зоне.*

6.27. После трех полных кругов автомобиль проходит финишную зону таким образом, что его проекция на поле полностью находится в пределах угловой секции рядом с финишной зоной в направлении движения матча. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 3.

6.28. Проекция одного из дорожных знаков полностью выходит за пределы круга, очерченного вокруг зоны установки дорожного знака. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 1.

6.29. Транспортное средство дважды пересекает границы участка, двигаясь в направлении, противоположном направлению движения по матчу. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 4.

6.30. Проехав дорожный знак с неправильной стороны, транспортное средство полностью пересекает линию, идущую от внутренней границы к внешней и на которой



находится этот дорожный знак. Для получения более подробной информации см. Приложение А, раздел 5.

- 6.31. Габариты автомобиля превышают лимит.
- 6.32. Любой член команды касается транспортного средства без разрешения судьи для проведения ремонтных работ.
- 6.33. Любой член команды касается баннера и/или борта поля без разрешения судьи на ремонтные действия.
- 6.34. Любой член команды прикасается к игровым элементам.
- 6.35. Транспортное средство выезжает за пределы трассы (смещение борта) или за пределы игрового поля.
- 6.36. Транспортное средство или член команды повреждает поле или игровой элемент.
- 6.37. Обратите внимание, что в соответствии с вышеприведенными правилами команда может остановить попытку (например, прикоснувшись к борту поля или выполнив любое из вышеперечисленных действий). Однако, они не смогут возобновить попытку после остановки, и матч будет закончен.
- 6.38. Судьи будут основывать свои решения на правилах и честной игре. Если во время выполнения задачи возникает какая-либо неопределенность, судьи будут склоняться в своем решении к наилучшему исходу, доступному в контексте ситуации.

## 7. Подсчет очков

- 7.1. Начисление баллов происходит в конце каждого матча.
- 7.2. Максимальный возможный балл:
- 7.2.1. квалификационный матч – 31 балл;
  - 7.2.2. финальный матч – 43 балла;
  - 7.2.3. документы на транспортное средство – 10 баллов.

	Требования	Стоимость балла	Всего доступно
1.	<b>Действия на поле</b>		
1.1.	Транспортное средство выезжает из зоны в соответствии с направлением движения. Кроме финишной зоны и зоны, следующей за ней.	1	24
1.2.	Транспортное средство проезжает полный круг. 8 зон успешно пройдены в верном направлении. Стартовая зона входит в 8 (восемь) зон первого круга. Круг считается завершенным, если транспортное средство полностью выезжает из последнего (углового) участка круга. Таким образом, транспортное средство может начать движение в противоположном направлении после этого, и круг все равно будет учтен.	1	3
1.3.	После прохождения трех кругов машина остановилась на финишной зоне.	4	4
1.4.	Матч был остановлен до того, как автомобиль проехал 3 (три) круга, но дорожные знаки не были сдвинуты и сбиты на тех участках, которые автомобиль проехал полностью. <i>Применяется только для финальных матчей.</i>	4	4
1.5.	После завершения 3 (трех) кругов дорожные знаки не были сдвинуты и сбиты. <i>Применяется только для финальных матчей.</i>	8	8
1.6.	Команда выполняла ремонтные работы, выводя транспортное средство за пределы поля, даже если действия не увенчались успехом.	Общее количество очков за матч, деленное на коэффициент 2	
2.	<b>Документация на транспортное средство</b>		
2.1.	Командное фото	1	1
2.2.	6 фотографий транспортного средства	1	1
2.3.	URL на видеоролик	1	2
2.4.	Принципиальная схема электромеханических компонентов	1	4
2.5.	Заполненный репозиторий GitHub	1	2

7.3. Время, на момент окончания матча, записывается и будет учитываться для определения лучшего матча. В финальном туре используется среднее значение измерений, сделанных двумя судьями. Если команда или транспортное средство были





дисквалифицированы на матч, на такой матч дается максимальное время (3 минуты).

7.4. Подсчет очков производится судьями по завершении каждого матча. Команда должна проверить и подписать протокол после раунда, если у нее нет замечаний.

7.5. Рейтинги команд в квалификационных матчах основаны на очках, которые каждая команда набрала в своем лучшем квалификационном матче. Если команда набрала одинаковое количество очков в обоих матчах, матч с наименьшим временем будет выбран как лучший квалификационный матч.

7.6. Количество команд, выбранных для участия в финальных матчах, может быть ограничено и будет зависеть от рейтинга команд после квалификационных матчей. Если количество будет ограничено, количество команд, участвующих в финальных матчах, будет объявлено в день соревнований.

7.7. Итоговый рейтинг команд в общем зачете строятся на основе суммы очков, полученных каждой командой в лучшем квалификационном матче, очков, полученных в лучшем финальном матче, и очков, полученных за документацию на транспортное средство. Если команда набрала одинаковое количество очков в обоих финальных матчах, лучшим финальным матчем будет выбран матч с наименьшим временем.

7.8. В случае ничьей между двумя командами рейтинг будет определяться с учетом следующих результатов (первая в списке имеет наивысший приоритет, последняя в списке — низший приоритет):

- Сумма очков, полученных в лучшем квалификационном матче, очков, полученных в лучшем финальном матче, и очков, полученных за документацию автомобиля.
- Очки лучшего финального матча
- Время для лучшего финального матча
- Очки второго лучшего финального матча
- Время для второго лучшего финального матча
- Пункты для документации транспортного средства
- Очки за лучший квалификационный матч
- Очки второго лучшего квалификационного матча
- Время лучшего квалификационного матча
- Время второго лучшего квалификационного матча

## 8. Поле и оборудование

### 8.1. Игровое поле

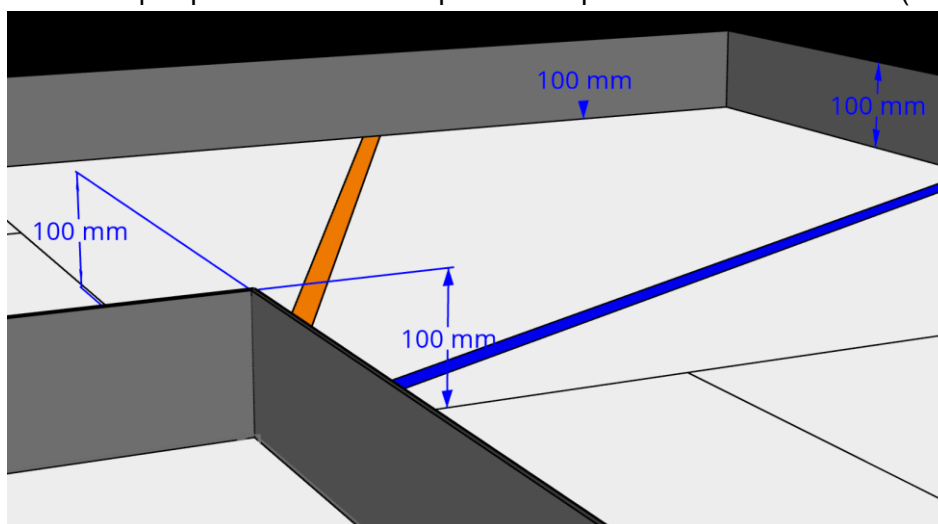
8.1.1. Размер поля 3200 x 3200 мм (+/- 5 мм). Внутренний квадрат внутри поля представляет собой размером 3000 x 3000 мм (+/- 5 мм).

8.1.2. Основной цвет дорожки — белый.

8.1.3. Трасса окружена (внешними) бортами с высотой 100 мм (+/- 5 мм).

8.1.4. Внутренний цвет наружных стен черный. Внешний цвет стен не определен.

8.1.5. Центральная часть огорожена бортами высотой 100 мм (+/- 5 мм).



**Рисунок 14. Высота наружных и внутренних стен**

8.2. Внешний цвет внутренних стен черный. Внутренний цвет стен черный. Цвет верхней кромки стен черный.

8.3. Толщина наружных и внутренних стен не определена.

8.4. Расстояние между внешней и внутренней бортами зависит от типа матча и указывается в разделе 4 «Структуры игры».

8.5. На трассе есть оранжевые и синие линии. Толщина линий составляет 20 мм. Цвет оранжевых линий — СМҮК (0, 60, 100, 0). Цвет синих линий — СМҮК (100, 80, 0, 0).

8.6. На поле нанесены штриховые линии толщиной 1 мм, ограничивающие зоны старта автомобиля. Цвет пунктирных линий — СМҮК (0 0 0 30).

8.7. Размер каждой стартовой зоны 200 x 500 мм.

8.8. Квадраты, обозначающие места расположения дорожных знаков. Нанесены линией толщиной 1 мм, а цвет линии — СМҮК (0 0 0 30).

8.9. Размер каждого места для дорожного знака 50x50 мм.

8.10. Область за которую нельзя смещать дорожный знак, определяется как окружность вокруг места соответствующего дорожного знака. Толщина линии окружности 0,5 мм. Цвет линий СМҮК (20 0 100 0).

8.11. Диаметр круга 85 мм.



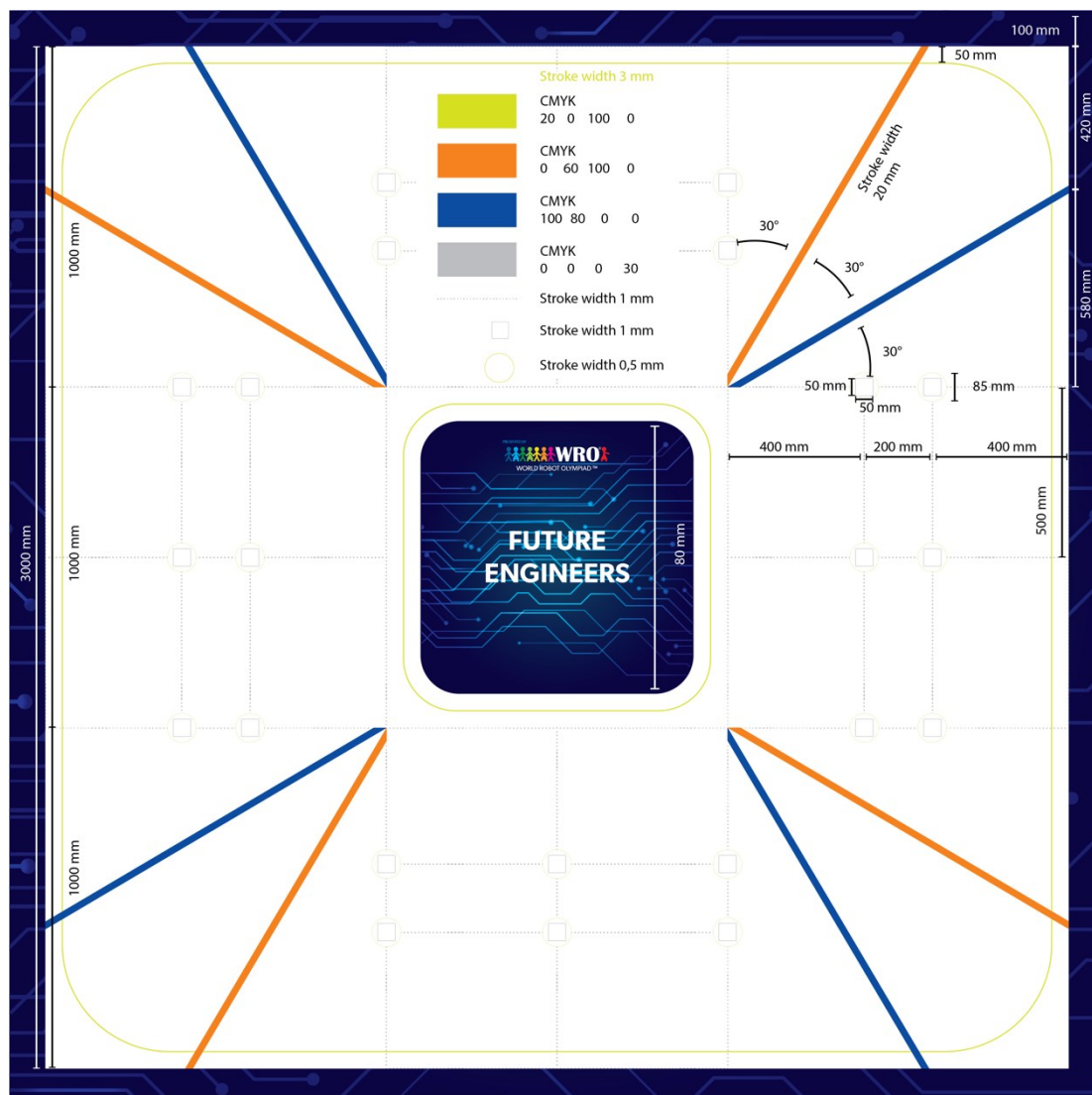


Рисунок 15. Карта игрового поля с размерами

## Дорожные знаки

8.12. Каждый дорожный знак представляет собой прямоугольный параллелепипед размерами 50x50x100 мм.

8.13. В зависимости от процесса рандомизации перед каждым матчем может быть: до 7 (семи) красных параллелепипедов и до 7 (семи) зеленых параллелепипедов.

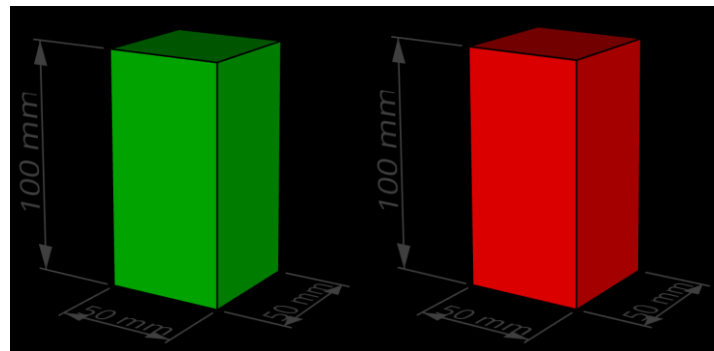
8.14. Цвет красных дорожных знаков — RGB (238, 39, 55).

8.15. Цвет зеленых дорожных знаков — RGB (68, 214, 44).

8.16. Материал дорожного знака не определен.

8.17. Вес дорожного знака не определен.





(a)

(б)

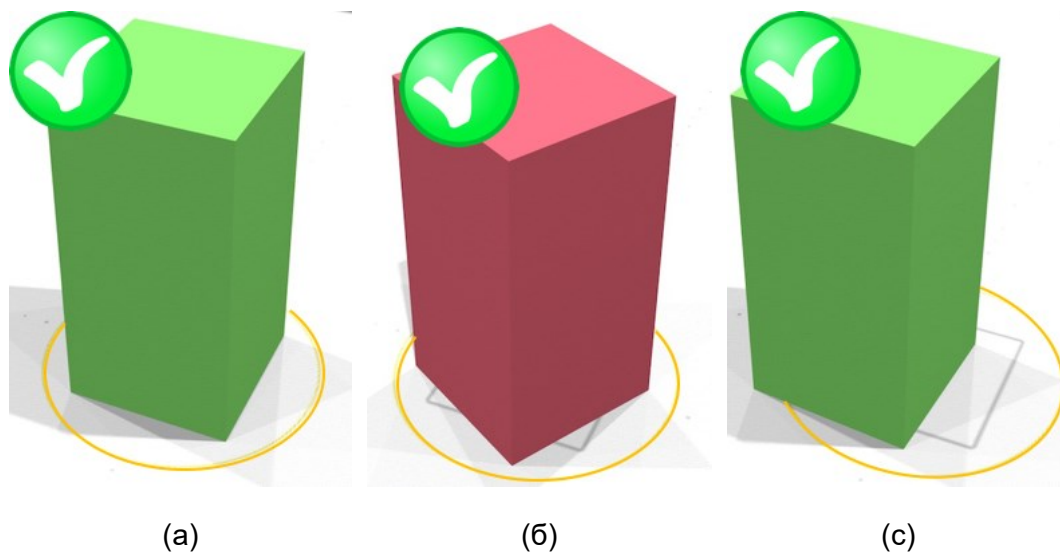
**Рисунок 16. Размеры дорожных знаков**

## Приложение А: Пояснительные схемы

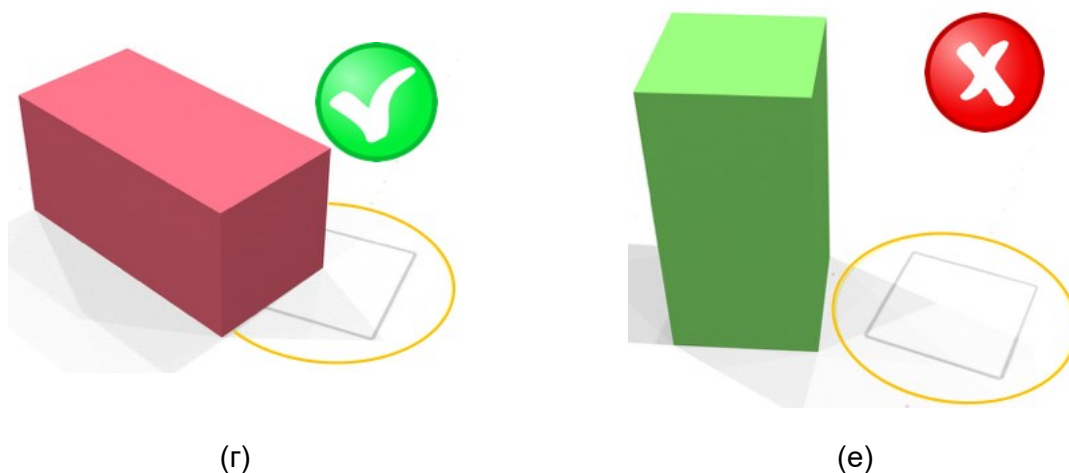
### 1. Значение сдвинутого или сбитого дорожного знака

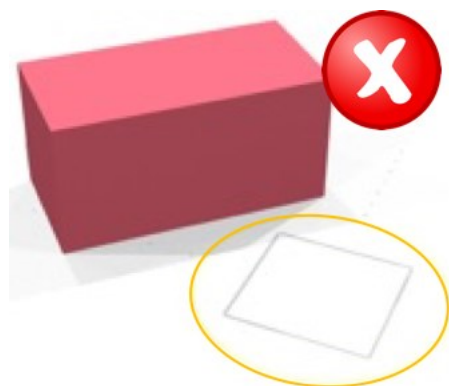
На приведенных ниже схемах дорожные знаки рассматриваются как:

- а) - не перемещается
- (б) – не перемещается
- (с) – перемещается, но не приводит к остановке матча
- (d) – сбит с ног, но не приводит к остановке матча
- (e) – перемещается и вызывает остановку матча
- (f) – сбит с ног и приводит к остановке матча



**Рисунок 17. а) исходное положение дорожного знака в начале матча; б) дорожный знак находится не на сиденье, но все еще в пределах круга; в) дорожный знак частично находится за пределами круга и считается сдвинутым**





(e)

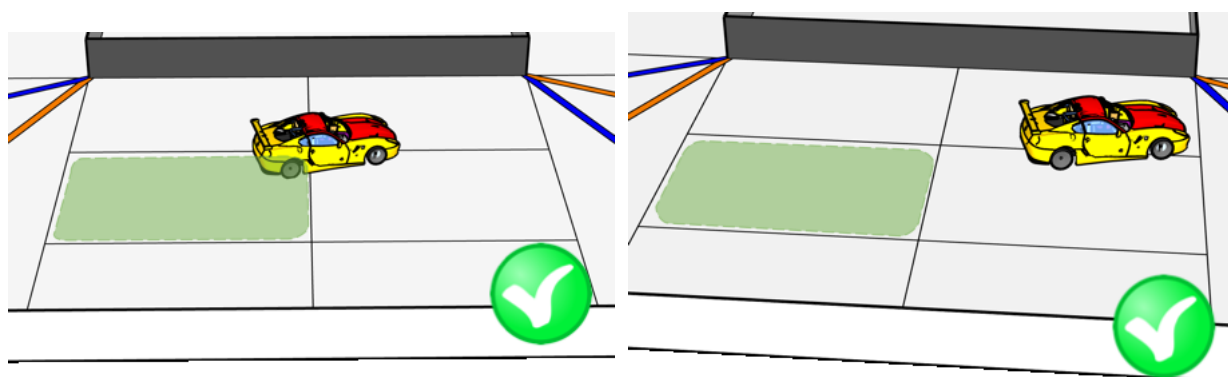
**Рис. 18. (г) – сбитый дорожный знак частично находится за пределами круга; (е) - дорожный знак полностью вынесен за пределы круга; (д) - сбитый дорожный знак находится полностью за пределами круга;**

## 2. Условия получения очков за финиш на стартовой зоне

Чтобы определить, финишировало ли транспортное средство в пределах стартовой зоны или нет, используется проекция транспортного средства на поле после полной остановки. Если какая-либо часть проекции находится за пределами прямолинейного участка, на котором находится стартовая зона, транспортное средство считается за пределами стартовой зоны .

Рассмотрение того, находится ли транспортное средство в пределах стартовой зоны или нет, возможно только в том случае, если транспортное средство остановилось и не двигалось не менее 30 секунд.

Стартовая зона на схемах ниже отмечена зеленым цветом.



**Рис. 19. Автомобиль полностью финишировал в пределах стартовой зоны**

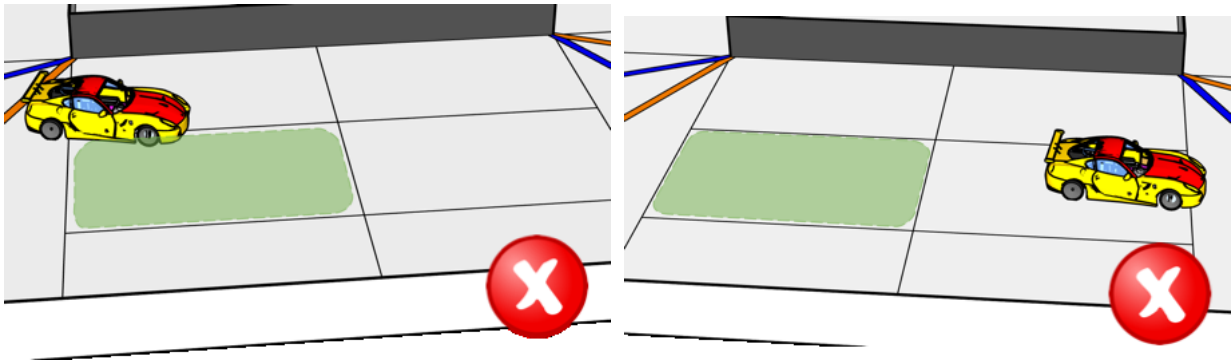
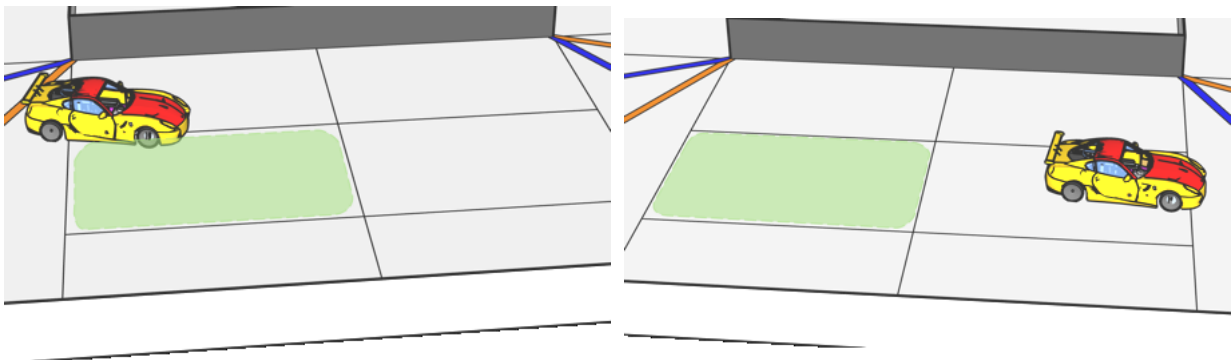


Рис. 20. Автомобиль финишировал за пределами стартовой зоны

### 3. Прохождение стартовой зоны после трех кругов

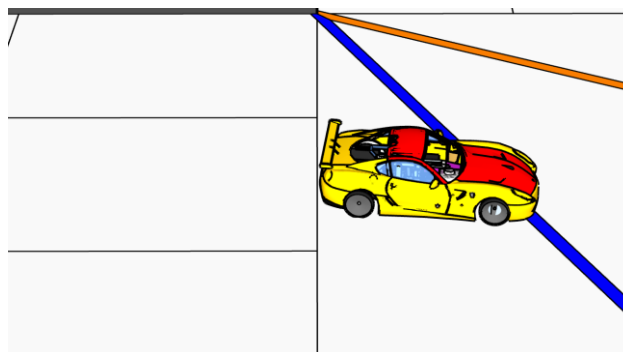
Судьи заканчивают поединок, как только после трех кругов автомобиль проезжает стартовую зону.

Когда пройдено три круга, возможны следующие этапы:



а) транспортное средство движется к стартовой зоне

б) транспортное средство выезжает за пределы стартовой зоны

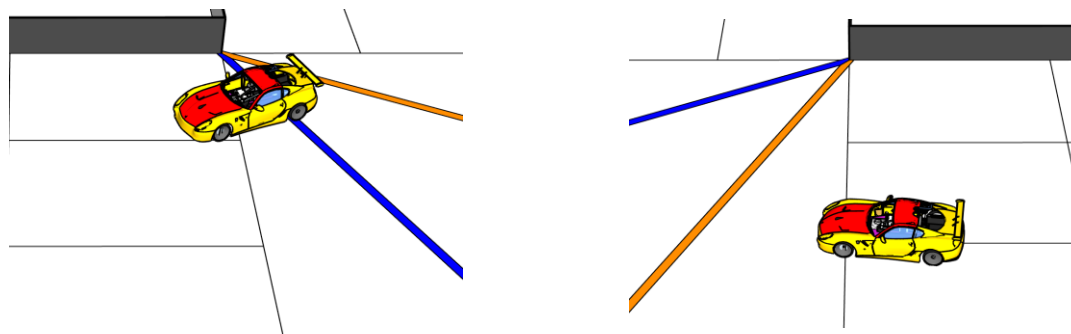


(с) транспортное средство проехало стартовую зону

Рисунок 21. Фазы прохождения стартовой зоны транспортным средством, движущимся против часовой стрелки

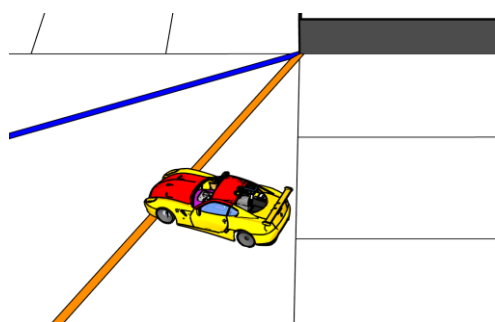
Если транспортное средство все еще движется, судья не будет останавливать время на этапах (а) и (б). Но как только машина полностью окажется в угловой зоне, фаза (с), матч будет завершен.

То же самое применимо, если направление движения спички - по часовой стрелке.



а) транспортное средство движется к стартовой зоне

б) транспортное средство выезжает за пределы стартовой зоны



(с) транспортное средство проехало стартовую зону

**Рисунок 22. Фазы прохождения стартовой зоны транспортным средством, движущимся по часовой стрелке**

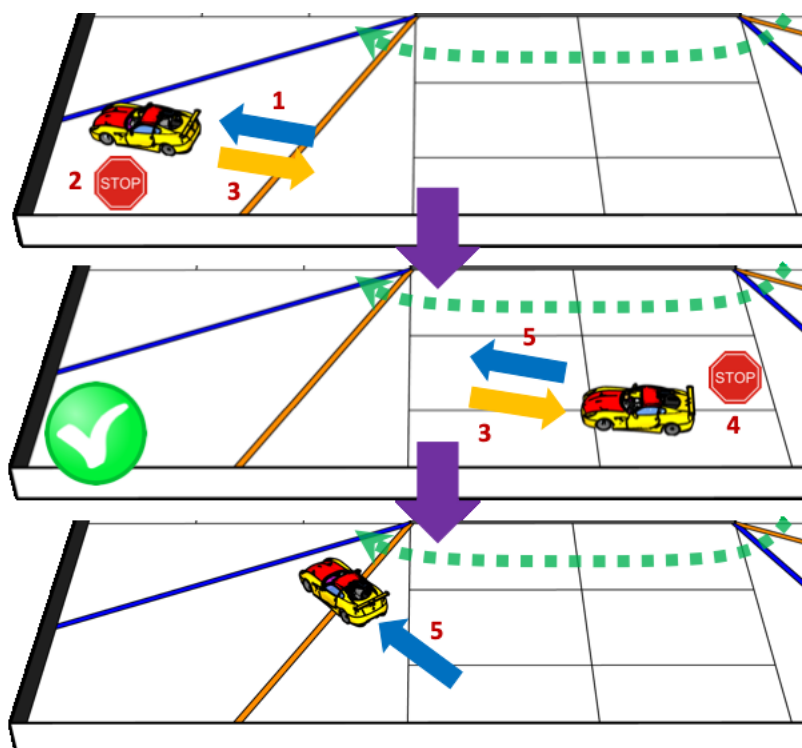
#### 4. Движение в противоположном направлении

Во время матча транспортному средству разрешается двигаться в направлении, противоположном направлению движения матча, только на двух участках: участке, где было изменено направление, и соседнем участке.

Рассмотрим несколько случаев:

**Случай 1: транспортное средство начало движение в встречном направлении и полностью остановилось на соседнем участке**





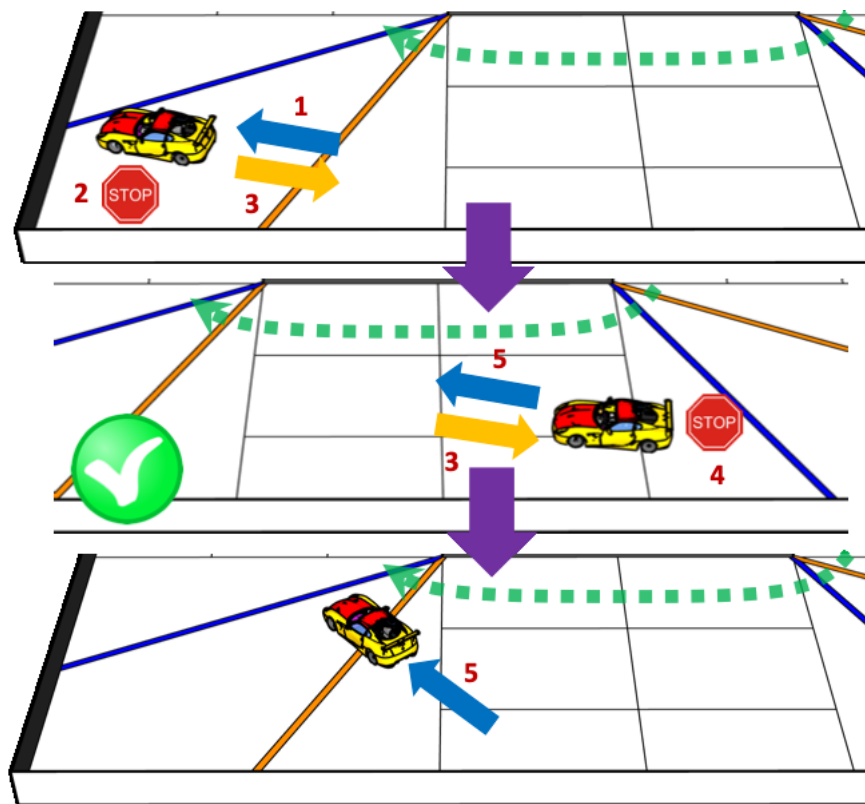
**Рисунок 23. Разрешено движение в противоположном направлении от углового участка**

На рисунке выше направление движения спички — по часовой стрелке (обозначено зеленой пунктирной стрелкой у стены):

- фаза 1: транспортное средство прибыло в угловой участок
- фаза 2: он остановился
- фаза 3: он начал движение назад
- фаза 4: транспортное средство остановилось на прямом участке, *не пересекая границу участка со следующим участком*
- фаза 5: он продолжил движение в направлении движения матча.

Такой маневр разрешен.

**Случай 2: транспортное средство двинулось в противоположном направлении и остановилось на линии между двумя участками.**



**Рисунок 24. Разрешена остановка на границе между следующим участком и участком за ним при движении в обратном направлении**

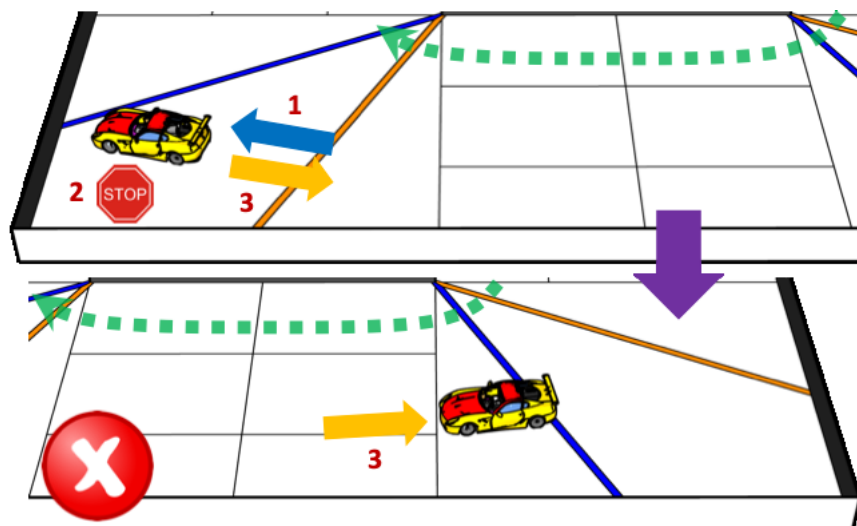
На рисунке выше направление движения спички — по часовой стрелке (обозначено зеленой пунктирной стрелкой у стены):

- фаза 1: транспортное средство прибыло в угловой участок
- фаза 2: он остановился
- фаза 3: он начал движение назад
- фаза 4: транспортное средство остановилось *на границе между следующим участком и участком*
- фаза 5: он продолжил движение в направлении движения матча.

Такая последовательность движений также допускается

**Случай 3: транспортное средство начало движение в противоположном направлении и полностью выехало за пределы соседнего участка**

Если транспортное средство пересекает границу между соседним участком и участком за ним, матч будет остановлен.



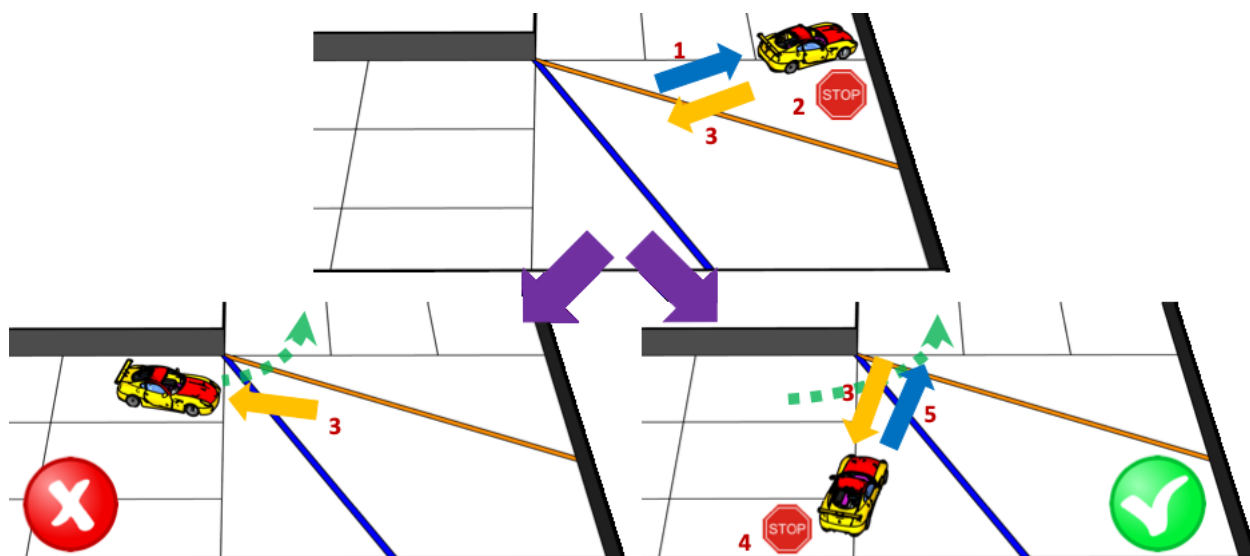
**Рисунок 25. Выезд полностью за пределы соседнего участка при движении в противоположном направлении не допускается**

На рисунке выше:

- фаза 1: транспортное средство первоначально движется в соответствии с направлением движения по часовой стрелке (представлено зеленой пунктирной стрелкой рядом со стеной)
- фаза 2: он остановился
- фаза 3: он начал движение в противоположном направлении и пересекает два участка, так что он полностью находится за пределами соседнего участка.

#### **Случай 4: транспортное средство изменило направление на границе двух участков**

Если транспортное средство изменило направление, когда его проекция на поле пересекла линию между двумя участками, передний участок считается первым для определения самого дальнего участка, на котором разрешено движение в противоположном направлении.



## **Рисунок 26. Самый дальний участок для движения в обратном направлении, когда транспортное средство частично остановилось на участке**

В левой части рисунка выше рассматривается финал следующего сценария:

- Фаза 1: транспортное средство первоначально проехало по рельсовой дорожке против часовой стрелки (отображается зеленой пунктирной стрелкой рядом со стеной)
- фаза 2: он остановился на линии между двумя участками – передний участок в направлении совпадающего движения считается участком, на котором было изменено направление
- фаза 3: продолжил движение в обратном направлении и полностью проехал участок, соседний с участком, на котором было изменено направление.

Такое поведение приведет к немедленной остановке матча.

Рассматривается сценарий, при котором продолжается матч:

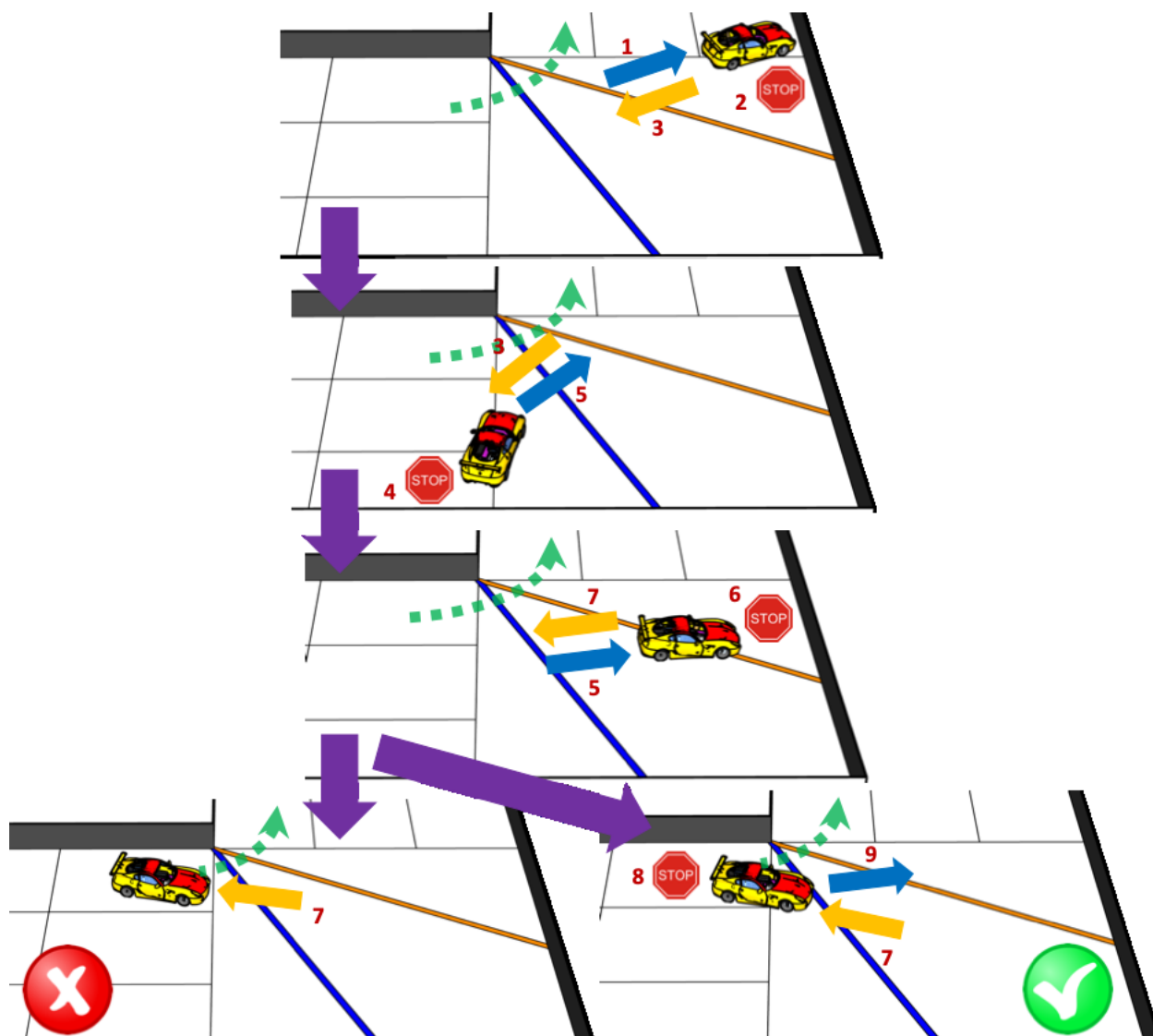
- Фаза 1: транспортное средство первоначально проехало по рельсовой дорожке против часовой стрелки (отображается зеленой пунктирной стрелкой рядом со стеной)
- фаза 2: он остановился на линии между двумя участками – передний участок в направлении совпадающего движения считается участком, на котором было изменено направление
- фаза 3: он изменил направление и начал двигаться в противоположном направлении
- этап 4: транспортное средство остановилось на границе двух участков
- фаза 5: он продолжал двигаться против часовой стрелки

Поскольку проекция автомобиля все еще частично находится в соседней секции, матч не останавливается.

### **Случай 5: смена направления несколько раз**

Транспортному средству разрешается менять направление несколько раз, но самый дальний участок для движения в противоположном направлении считается на основе ближайшего к финишу участка, на котором направление было изменено в первый раз:





**Рис. 27. Допуск на изменение направления несколько раз учитывается исходя из ближайшего к финишу участка**

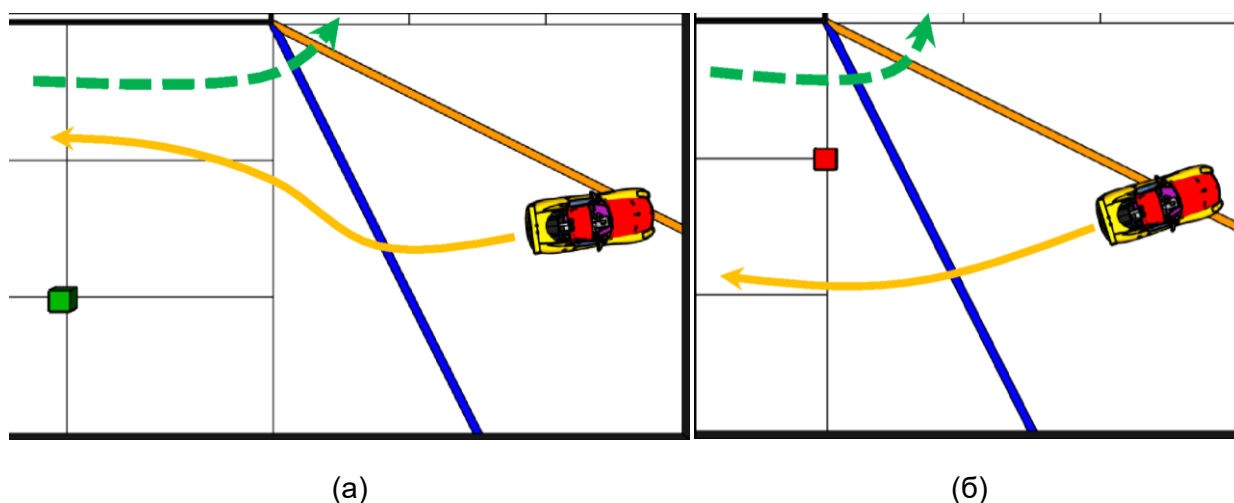
Рисунок выше позволяет рассмотреть разные исходы для случая, когда транспортное средство несколько раз меняет направление:

- Фаза 1: транспортное средство первоначально проехало по рельсовой дорожке против часовой стрелки (отображается зеленой пунктирной стрелкой рядом со стеной)
- фаза 2: он остановился на линии между двумя участками – передний участок в направлении совпадающего движения считается участком, на котором было изменено направление
- фаза 3: он изменил направление и начал двигаться в противоположном направлении
- фаза 4 и 5: транспортное средство остановилось на соседнем участке – рядом с участком, где изначально было изменено направление, а затем продолжилось движение в правильном направлении

- этап 6 и 7: транспортное средство изменило направление еще раз, но это не учитывается, так как предыдущий участок, где направление было изменено на противоположное, ближе к финишу
- если транспортное средство полностью выедет за пределы соседнего участка, движение навстречу математике будет остановлено (левая часть рисунка)
- если только часть проекции транспортного средства находится в секции рядом с соседней секцией, это не будет рассматриваться как причина для остановки матча (правая часть рисунка)

### Случай 6: обгон встречного движения

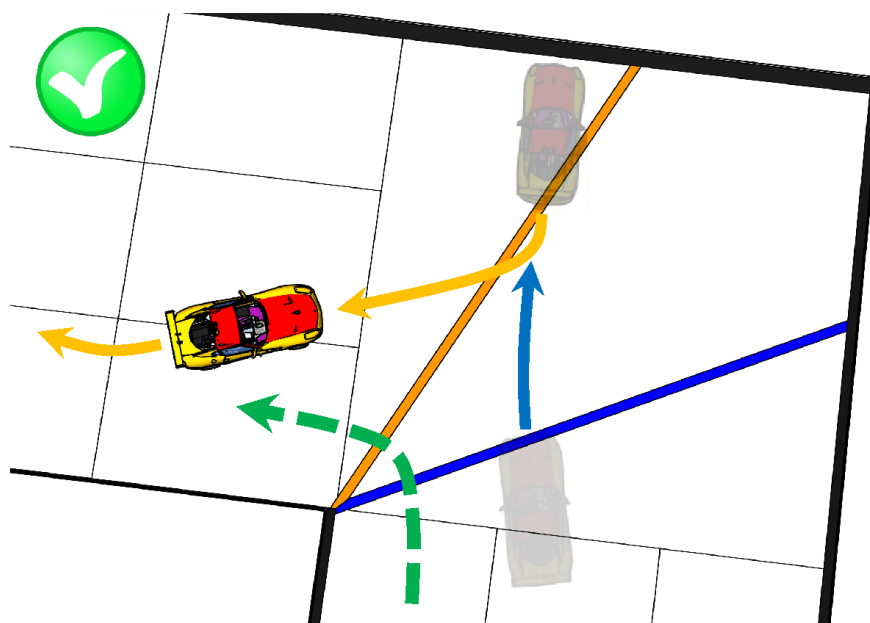
Необходимо отметить, что правила проезда дорожных знаков обратны при движении транспортного средства во встречном направлении – красный столб необходимо объезжать слева, зеленый столб – справа.



**Рис. 28. Обратное правило проезда дорожных знаков при движении во встречном направлении: а) зеленый столб необходимо объехать справа, б) красный столб необходимо объехать слева**

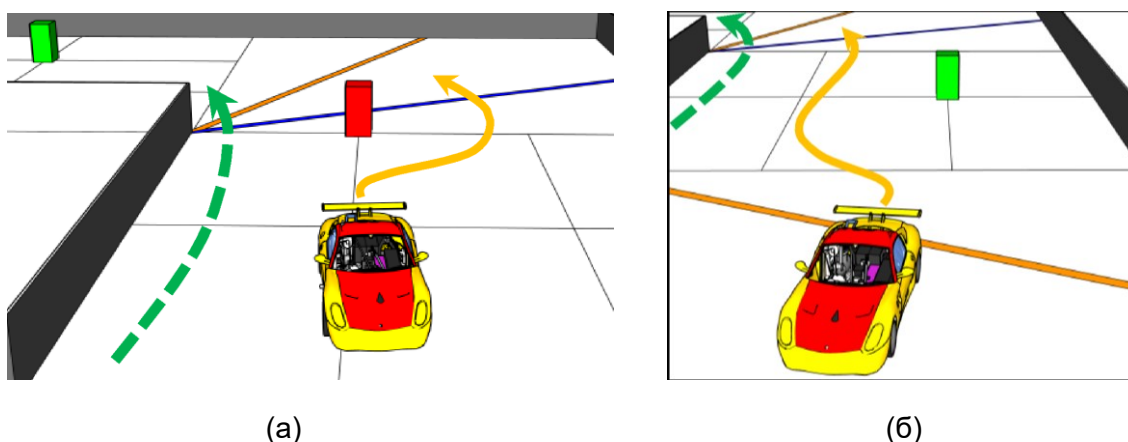
### Случай 7: Вождение задом наперед

Движение задним ходом разрешено, если транспортное средство движется в соответствии с направлением движения.



**Рисунок 29. Вождение задом наперед в соответствии с направлением движения**

В этом направлении к транспортному средству применяются те же правила проезда дорожных знаков – красный столб нужно объезжать справа, зеленый столб – слева.



**Рисунок 30. Правила проезда дорожных знаков при движении задом наперед**

## 5. Прохождение дорожных знаков с неправильной стороны

Хотя проезжать дорожные знаки с неправильной стороны запрещено, существует порог, который может использоваться транспортным средством для распознавания состояния неисправности и исправления поведения.

Если транспортное средство начало объезд дорожного знака неправильно, время не будет остановлено, если транспортное средство не пройдет полностью линию, идущую от внутренней стены к внешней стене (далее – радиус) и место, где находится дорожный знак.

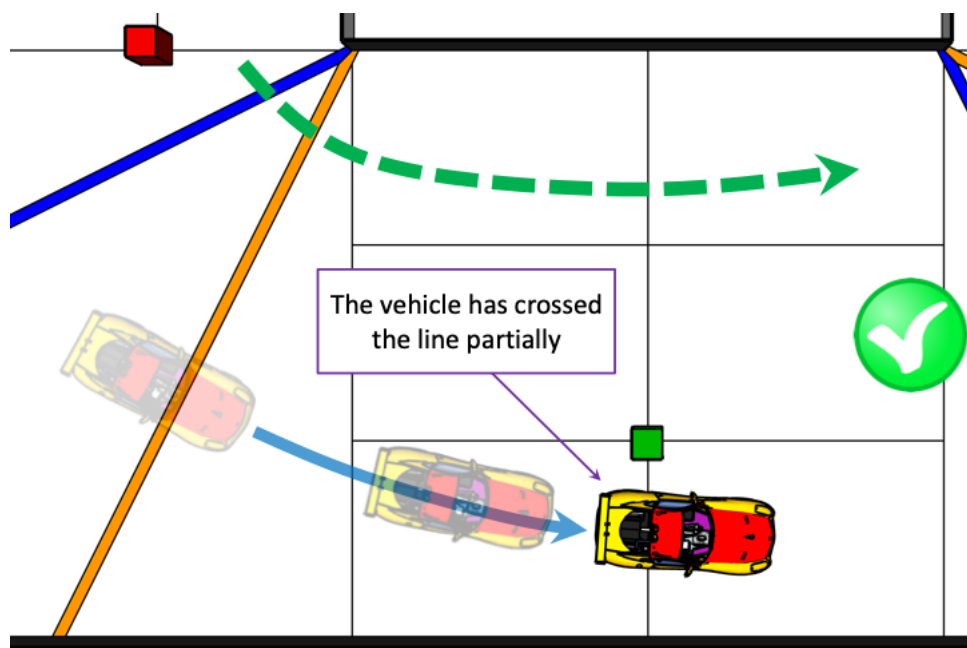


Рисунок 31. Автомобиль не проходит радиус при движении справа от зеленого столба

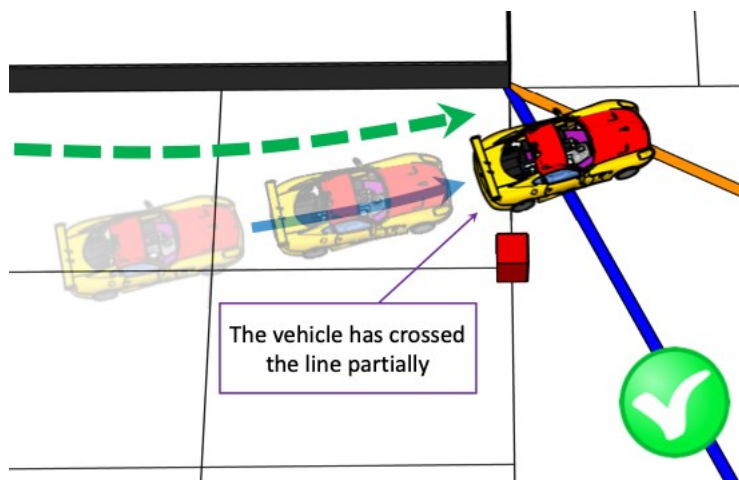
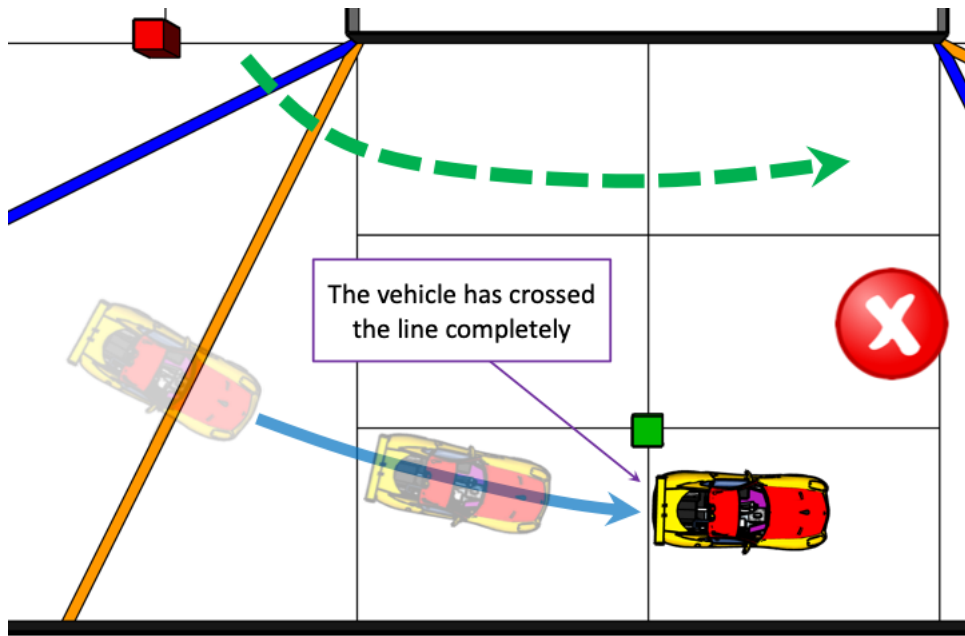


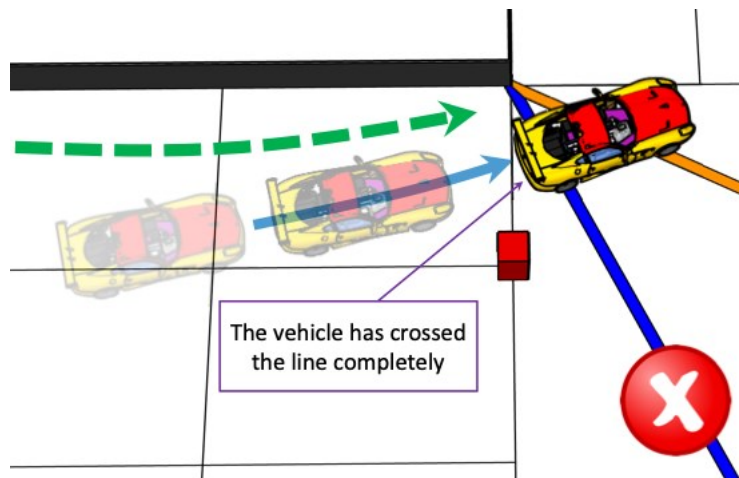
Рисунок 32. Автомобиль не проходит радиус при движении справа от красного столба

Как только радиус полностью пересекается транспортным средством, судьи останавливают матч.





**Рисунок 33. Автомобиль полностью пересекает радиус с правой стороны зеленого столба**



**Рисунок 34. Автомобиль полностью пересекает радиус с левой стороны красного столба**

Точно то же самое применимо и для случая, когда транспортное средство движется задом наперед в совпадающем направлении движения.

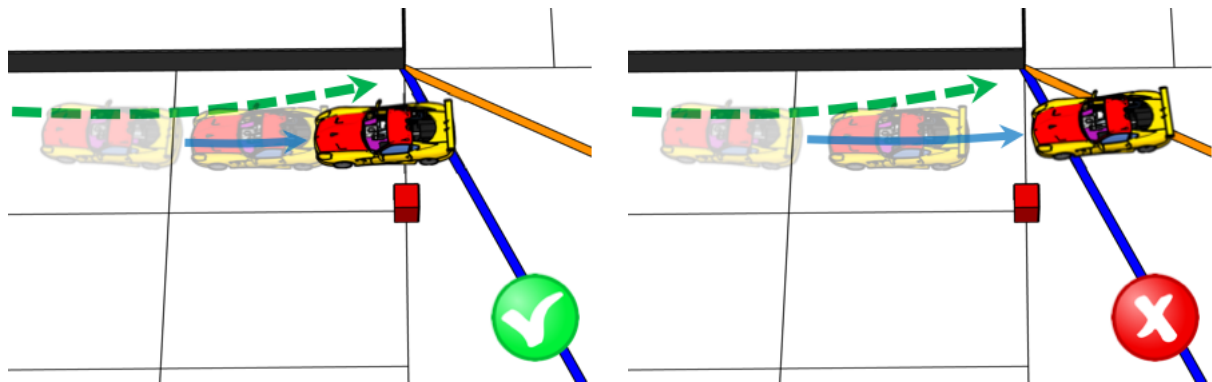


Рис. 35. Автомобиль проходит радиус при движении задом-наперед

## Приложение Б: Игровое поле для национального/регионального финалов

Основное отличие подготовки игрового поля к национальному/региональному финалу от международного финала заключается в том, как построить внутреннюю стену, поскольку конфигурация стены зависит от рандомизации, которая происходит перед каждым квалификационным матчем.

Ниже приведены рекомендации, которые можно использовать для подготовки сегментов внутренней стены.

Прежде всего, данная рекомендация предполагает, что материал внутренней стены – дерево/ДСП/МДФ. Тогда стена состоит из четырех частей: двух длинных сегментов и двух коротких сегментов, причем толщина каждого сегмента одинакова. Эти сегменты фиксируются вместе с помощью конфирматных винтов или куполообразных винтов и вставных гаек. Высота сегментов 100 мм. Цвет сегментов черный.

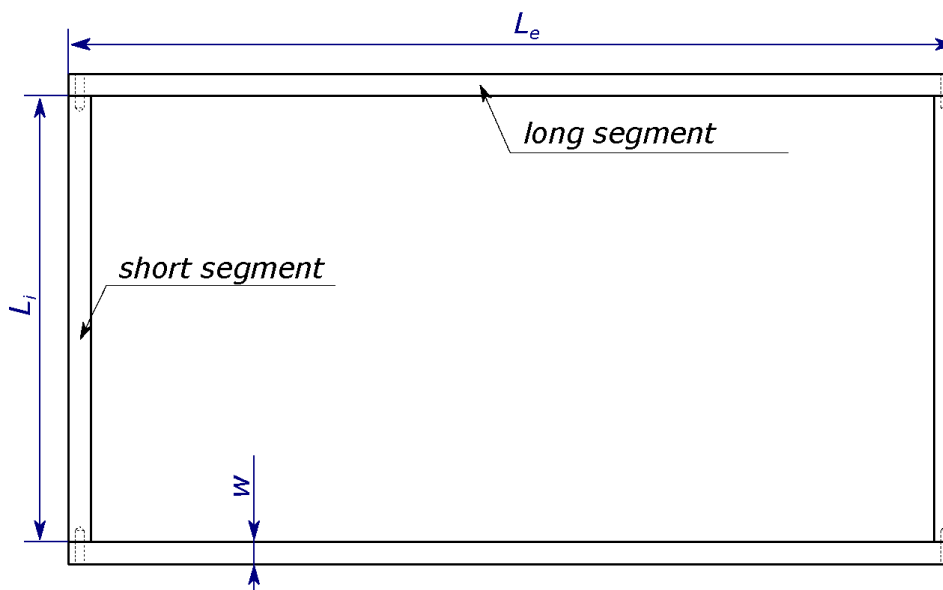


Рисунок 37. Схема сегментов внутренней стены

Итак, все возможные конфигурации внутренней стены могут быть получены, если подготовить следующие наборы сегментов:

Длинные сегменты	Короткие сегменты
2 сегмента на 1000 мм	2 сегмента на $(1000 - 2w)$ мм
2 сегмента по 1400 мм	2 сегмента на $(1400 - 2w)$ мм
2 сегмента по 1800 мм	2 сегмента на $(1800 - 2w)$ мм
	где «w» — толщина сегмента

Например, если толщина сегмента 17 мм, длина коротких сегментов будет 966 мм, 1299 мм и 1632 мм.

После рандомизации перед матчем соответствующая комбинация сегментов скрепляется винтами и располагается на поле. Чтобы конструкцию было труднее перемещать транспортным средством, на внутренней стороне углов стены можно разместить некоторый груз.

## Приложение В: Рекомендации по оценке документации транспортного средства

Проверка документации — это совершенно новый процесс для задач WRO, поэтому имеет смысл предоставить критерии, которые помогут назначать баллы по соответствующим пунктам в оценочном листе.

Ниже приведен список пунктов оценки и предлагаемые критерии для каждого пункта:

Зачетный элемент	Максимальное количество баллов	Описание критериев
Фотографии команды	1	0 баллов – нет фото или предоставлено только одно фото (официальное или смешное) 1 очко - обе фотографии есть и качество хорошее
6 фотографий автомобиля	1	0 баллов – предоставлено недостаточно фотографий, либо фотографии сделаны в неправильном ракурсе, либо это не фотографии автомобиля, либо качество фотографий не позволяет исследовать положение частей автомобиля и их устройство. 1 очко - предоставляется по одной фотографии на каждый ракурс, и фотографии были сделаны в хорошем качестве
URL на видеоконтент	2	0 баллов – видео не предоставлено или видео недоступно, либо видео имеет низкое качество и не понятно, что это тот же автомобиль, что и на фотографиях, либо время движения на видео менее 30 секунд 1 очко - видео хорошего качества и показывает период вождения только для одного из заданий: вождение без дорожных знаков или вождение с дорожными знаками. 2 балла – в ролике представлен краткий обзор автомобиля от участников, во время вождения используется реальное игровое поле (или очень похожее), решение обеих задач демонстрируется в полном объеме
Принципиальная схема электромеханических компонентов	4	0 баллов – диаграмма не представлена или не соответствует описанному формату, поэтому нет возможности ее просмотреть 1 очко — приведена схема, на которой представлены основные компоненты и логика их подключения 2 балла – одна или несколько схем подготовлены и охватывают все компоненты, используемые в автомобиле, логика подключения схемы понятна 3 балла – одна или несколько диаграмм подготовлены с использованием отраслевых стандартов, но есть явные недочеты. Вероятнее всего воспроизвести реальное устройство с помощью схемы не получится, так как она не содержит достаточной информации.

		4 балла – одна или несколько схем подготовлены с использованием отраслевых стандартов без явных замечаний, кажется, что на основе схем легко воспроизвести реальное устройство
Код GitHub	2	<p>0 баллов — ссылка на репозиторий GitHub не указана или недоступна, либо содержимое репозитория не соответствует требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- история коммитов должна содержать не менее 3-х коммитов: первый не позднее, чем за 2 месяца до соревнований – он должен содержать не менее 1/5 от итогового объема кода, второй – не позднее 1 за месяц до соревнований, третья не позднее, чем за 1 день до соревнований</li> <li>- в репозитории должен быть файл README.md с кратким описанием на английском языке (не менее 5000 знаков) проектируемого решения</li> </ul> <p>1 очко - код в репозитории GitHub соответствует требованиям, описанным выше. Файл README.md дает общее представление о содержимом репозитория (файл содержит не менее 5000 символов).</p> <p>2 балла — код хорошо структурирован и задокументирован, кажется, что этот же код будет использоваться на устройстве во время соревнований. Помимо предоставленного описания, файл README.md можно использовать в качестве руководства для сборки/компиляции и загрузки программы на любой контроллер транспортного средства.</p>

Процесс оценки документации транспортного средства может быть следующим:

1. Есть как минимум три судьи, которые будут оценивать документацию.
2. Каждый судья знакомится с документацией на транспортное средство и дает свою оценку по каждому пункту выставления баллов по описанным критериям. Судье не разрешается пропускать ни один оцениваемый пункт. В настоящий момент обсуждение между судьями не допускается. Оценка предмета основывается на понимании судьей критериев и его ощущении того, как соответствующие критерии отражены в документации – это не сравнение материалов документации, предоставленных несколькими командами между собой.
3. Среднее значение по каждому оцениваемому пункту рассчитывается на основе оценок судей.
4. Сумма всех усредненных баллов является суммой по документации автомобиля для любой конкретной команды.

## Приложение Г: Минимальный набор электромеханических компонентов

В приведенном ниже списке представлен перечень оборудования, которое можно использовать для электромеханических частей автомобиля. Это предложение, а не требования. Команды сами решают, следовать этим предложениям или нет.

- одноплатный компьютер: он будет использоваться для обработки видео в реальном времени, анализа данных датчиков, отправки/управления сигналами на контроллер двигателя.
- одноплатный микроконтроллер + защита двигателя: эта комбинация оборудования получает управляющие сигналы от основного SBC и соответственно работает с двигателями.
- широкоугольная камера
- два датчика расстояния
- два датчика света
- серводвигатель: управляет рулевым управлением
- Двигатель постоянного тока с коробкой передач: он регулирует скорость автомобиля.
- как минимум один энкодер: он позволяет транспортному средству измерять угловую скорость двигателя постоянного тока
- IMU (инерциальный измерительный блок) — обычно это комбинация гироскопа и акселерометра: его можно использовать для улучшения навигации автомобиля.
- две батареи: одна для SBC и SBM, другая для моторов
- стабилизатор напряжения: требуется обеспечить достаточное питание для SBC/SBM
- два переключателя для подключения аккумуляторов к потребителям электроэнергии: SBC/SBM, двигатели
- кнопка: ее можно использовать как триггер для запуска матча

Пример конфигурации автомобиля может быть:

- Шасси от автомобиля с дистанционным управлением (RC)
- Основной контроллер — Raspberry Pi 3 ( <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/> ) и карта MicroSD для хранения операционной системы и программ.
- Модуль камеры ( <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/> ) с широкоугольным объективом
- Контроллер двигателя и датчика — Arduino UNO ( <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> ) с защитным экраном для прототипирования ( <https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size> )
- Контроллер двигателя постоянного тока ( <https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html> )
- Двигатель постоянного тока для привода автомобиля (может быть частью шасси),
- Серводвигатель для рулевого управления (может быть частью шасси)
- Датчик IMU ( <https://www.sparkfun.com/products/13762> )
- 2 Ультразвуковой датчик расстояния ( <https://www.sparkfun.com/products/15569> )
- 2 датчика аналоговой линии ( <https://www.sparkfun.com/products/9453> )





- Поворотный энкодер ( <https://www.sparkfun.com/products/10790> )
- внешний USB-аккумулятор с концентратором для разделения потребления между Raspberry Pi и Arduino
- дополнительная батарея для питания двигателя постоянного тока (может быть частью шасси)