

СКЛАДСКИЕ РОБОТЫ

СЕЗОН 2022/2023

РЕГЛАМЕНТ СОРЕВНОВАНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Концепция соревновательного направления	4
3. Участники Соревнований	4
4. Руководство Соревнованиями	5
5. Отборочный этап	6
6. Правила набора баллов и штрафы для отборочного этапа	10
7. Финальный этап	11
8. Правила набора баллов и штрафы для финального этапа	17
9. Требования, предъявляемые к роботам	19
10. Допуск к участию в соревнованиях	20
11. Порядок проведения соревнований	21
12. Содержание инженерной книги	21
13. Выполнение отборочных заездов	22
14. Выполнение финальных заездов	23
15. Дисквалификация	24
16. Судейство	24
17. Ответственность участников	24
18. Протесты и обжалование решений судей	25
19. Особые положения	26

1. Общие положения

1.1. Данный материал программы «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России» (далее Программа), включая макеты для полиграфической печати и непосредственно печать материалов, может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны программы "Робототехника" (обращаться edu@russianrobotics.ru)

1.2. Допускается использование частей (фрагментов) материала, включая макеты для полиграфической печати и непосредственно печать материалов, при указании источника и активной ссылки на интернет-сайты программы «Робототехника» (<http://russianrobotics.ru/> и <http://robofest.ru/>), а также на автора материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.

1.3. Соревнования «Складские роботы» (далее Соревнования) являются частью Программы «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России».

1.4. «Складские роботы» – это соревнования мобильных роботов (далее Роботы), направленные на поиск решения актуальных логистических задач: учёт и контроль грузов в складских помещениях.

1.5. Организаторы Соревнований: Фонд «Вольное Дело», Программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России».

1.6. Информация о направлении «Складские роботы» находится на Официальных сайтах Программы: <http://www.russianrobotics.ru/>

1.7. Соревнования проводятся в рамках Всероссийского технологического фестиваля «РОБОФЕСТ-2023» март 2023 г.

1.8. Подавая заявку и принимая участие в Соревнованиях, гости и участники тем самым соглашаются с регламентами и положениями о проведении Соревнований «Складские роботы» и обязуются им следовать.

2. Концепция соревновательного направления

Стремительное развитие робототехники позволяет реализовывать, казавшиеся совсем недавно фантастикой, инфраструктурные проекты. Среди них можно отметить создание и расширение крупных фабрик и производственных линий, одним из ключевых компонентов которых является складская логистика. Прогресс в этой отрасли во многом зависит от создания новых и автоматизации существующих методов хранения и транспортировки.

Задача автономных роботов этого соревновательного направления: осуществлять контроль товаров на складе и собирать логистическую информацию.

Соревновательное направление включает в себя 2 этапа: отборочный и финальный.

3. Участники Соревнований

3.1. К соревнованиям допускаются команды, состоящие из двух обучающихся 7-11 классов и руководителя. К участию в соревнованиях допускаются команды, участники которых обучаются в разных учебных заведениях.

3.2. Руководителем команды может быть любой гражданин России не моложе 18 лет, который несет ответственность за участников команды (преподаватель, аспирант или студент, а также штатный сотрудник учебного заведения, родитель одного из участников команды). Команды без руководителя к участию не допускаются.

3.3. Команда должна подать заявку на участие на сайте <http://russianrobofest.ru/> не позднее, чем за 3 недели до начала Соревнований.

3.4. К заявке необходимо приложить фотографии роботов для соревнований. Фотографии должны быть выполнены в хорошо освещенном помещении на однотонном фоне. Должно быть выполнено не менее 2 фотографий робота команды:

- 1) Общий вид робота в стартовом положении;
- 2) Разложенные и раскрытые подвижные части (положение во время выполнения заданий);

3.5. Роботы, продемонстрированные в ходе подачи заявки на фотоснимках, и роботы, представленные командой на соревнованиях, могут иметь конструктивные отличия.

3.6. Участники одной команды не могут быть одновременно участниками другой команды в направлении «Складские роботы».

4. Руководство Соревнованиями

4.1. Организацию и руководство по подготовке к Соревнованиям «Складские роботы», проведение и контроль осуществляет Организационный комитет Соревнований (далее Оргкомитет).

4.2. Оргкомитет назначается руководством Программы.

5. Отборочный этап

В рамках этого этапа автономный робот команды-участницы будет выполнять задачи по складскому учёту. На выполнение задачи в рамках зачётного заезда команде отводится 120 секунд.

5.1. Описание отборочного этапа

Перед началом заезда на игровом поле, размером 1000x2000 мм (рисунок 1), располагаются игровые элементы: задание, цветные товары в складских зонах, цветные треки для демонстрации правильности решения.

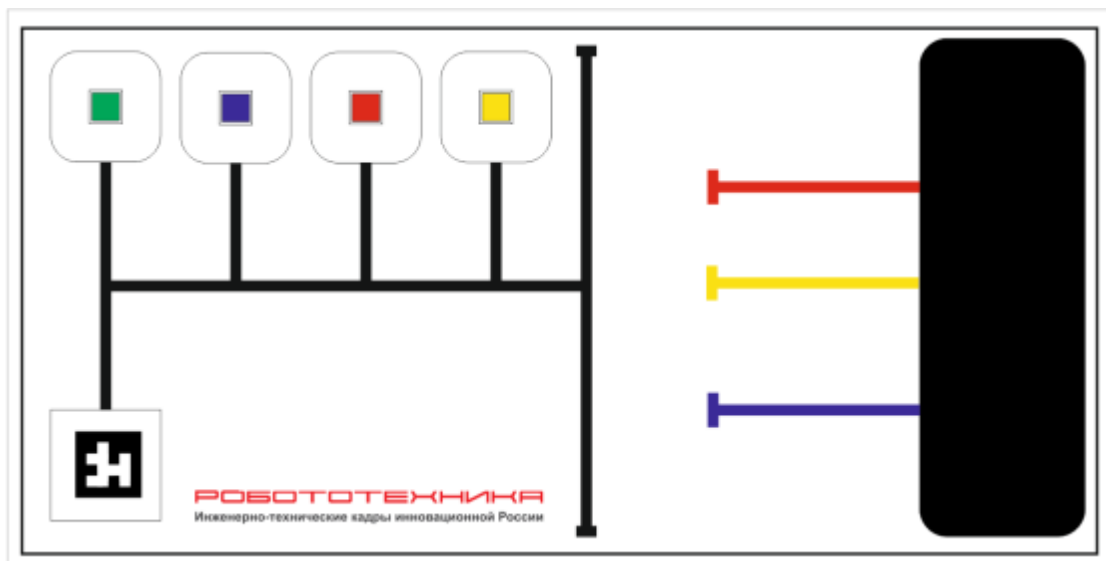


Рисунок 1 – Соревновательное поля отборочного этапа

Стартовая зона (рисунок 2) робота обозначена квадратом 200x200 мм, этот квадрат ограничивает максимальные габариты робота.

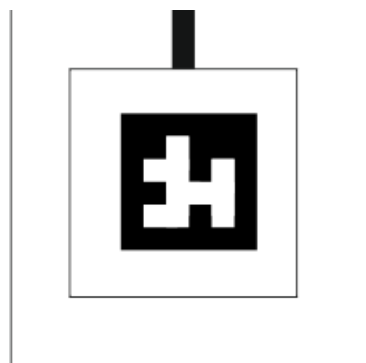


Рисунок 2 – Стартовая зона

Внутри стартовой зоны находится задание, представляющее собой ArUco метку (рисунок 3), размер метки 120x120 мм, размер ячеек, содержащих информацию, 20x20мм

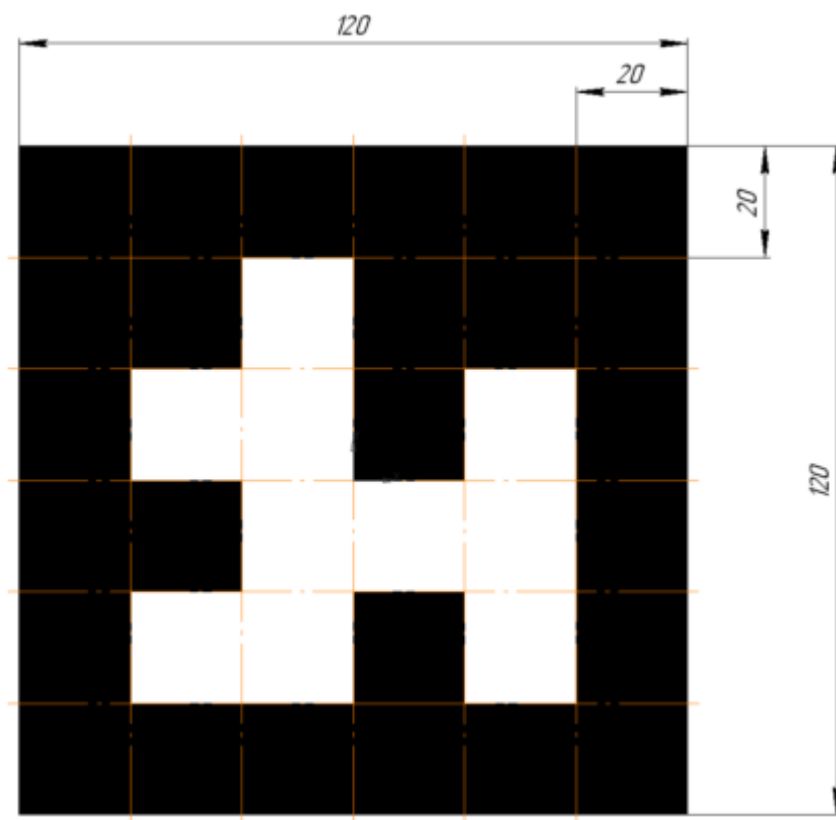


Рисунок 3 – ArUco метка

Задание содержит информацию о приоритете товаров в складских зонах: каждая ArUco метка содержит трёхзначное число. Метка в примере на рисунке 3 содержит число 214.

Его правильная интерпретация: товар в складской зоне:

2	1	4
первый по приоритету	второй по приоритету	не используется

После чтения задания робот должен произвести инспекцию складских зон (рисунок 4)

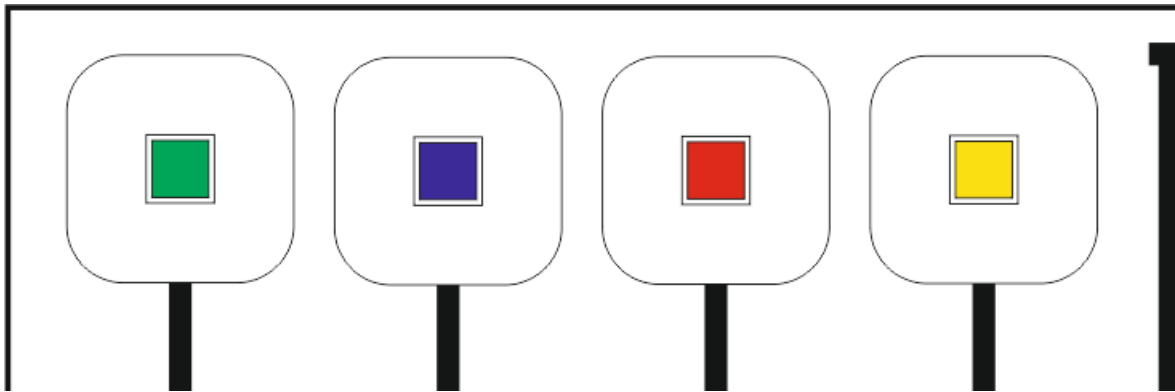


Рисунок 4 – Складские зоны

Складские зоны считаются слева на право от 1 до 4, соответственно, согласно примеру с рисунка 3, в зоне 2 хранится **первый** по приоритету товар (синий), а в зоне 1 **второй** по приоритету товар (зелёный). Порядок посещения зон не регламентирован.

Товары расположены в середине прямоугольников со скруглёнными краями 200x200 мм. Этот прямоугольник обозначает границы складской зоны для каждого товара. Товары представляют собой цветные (красный, жёлтый, синий, зелёный) кубики со стороной 50 мм, вырезанные из дерева или напечатанные на 3д принтере (цвет наносится на грани любым доступным способом). Робот в ходе заезда не должен выталкивать грузы за пределы складской зоны. Товар считается выдвинутым из складской зоны если вся его проекция находится за её пределами. Перед выполнением заездов товары в зоне расставляются случайным образом.

После инспектирования складских зон робот должен продемонстрировать правильность обработки информации, для этого ему необходимо пересечь границу остановочной зоны, двигаясь по цветному треку, соответствующему цвету приоритетного товара (рисунок 5).

Робот может пересекать границу зоны остановки только один раз в заезд. Пересечением зоны остановки считается заезд любым ведущим колесом робота в зону остановки.



Рисунок 5 – Зона остановки и цветные треки

В случае, когда робот не может использовать первый по приоритету трек для выезда в зону остановки, он должен выбирать следующий по приоритету.

Судьи могут менять положение, состав и порядок треков перед выполнением зачётных и тренировочных заездов. Минимальный допустимый зазор между треками – 200 мм.

Далее робот должен остановиться в зоне остановки, представляющей собой черную область 300x900 мм. После этого завершается заезд команды-участницы. Финишем считается заезд робота в зону остановки так, что вся проекция робота находится в данной зоне.

5.2. Технические параметры поля и элементов:

- толщина разметки для навигации робота 20 мм;
- размеры товара (куб) составляют 50x50x50 мм;
- размер метки-задания 120x120 мм;
- общее количество меток 8 штук;
- количество цветов для товаров и треков 4: красный, желтый, синий, зелёный;
- размер игрового поля 1000x2000 мм;

- задания содержат следующие числа: 123, 213, 214, 234, 341, 342, 412, 413;
- поле не имеет бортов;
- размеры игровых элементов и поля могут отличаться от описанных в правилах в пределах 5%.

6. Правила набора баллов и штрафы для отборочного этапа

Баллы за выполнение задач в рамках отборочного этапа начисляются судьями по окончанию заезда в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Баллы и штрафы отборочного этапа

Действие	Баллы
Робот команды покинул стартовую зону	1
Робот команды финишировал в зоне остановки	7
Робот команды выбрал верный трек для движения к зоне остановки	17
Максимальный балл за предоставленную инженерную книгу	5
Оставшееся время после правильного выполнения заданий	1 за каждые 4 секунды (максимум 10 баллов)
Штрафы	
Пересечение колесом или проекцией внешней границы поля	остановка заезда, фиксирование результата
Товар выдвинут за пределы складской зоны	-2
Прочие штрафы	-2

7. Финальный этап

Автоматизированный склад с системой контроля.

Автономным роботам необходимо во время заезда, длящегося 120 секунд, необходимо переместить (толкнуть) товары в складских зонах, в соответствии с заданием, а также оценить правильность выполнения сотрудником склада.

7.1. Описание финального этапа

Полигон для финального заезда аналогичен полигону отборочного этапа (рисунок 6 и 7)

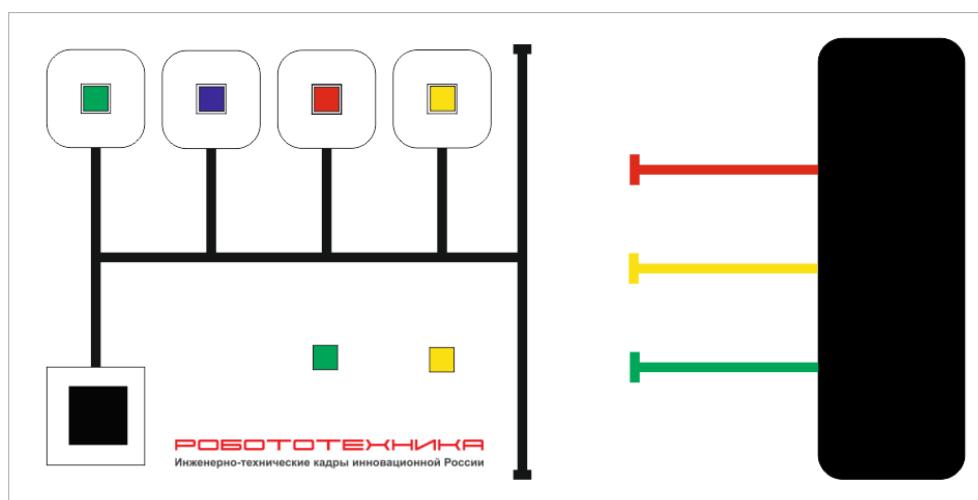


Рисунок 6 – Полигон финального этапа с элементами

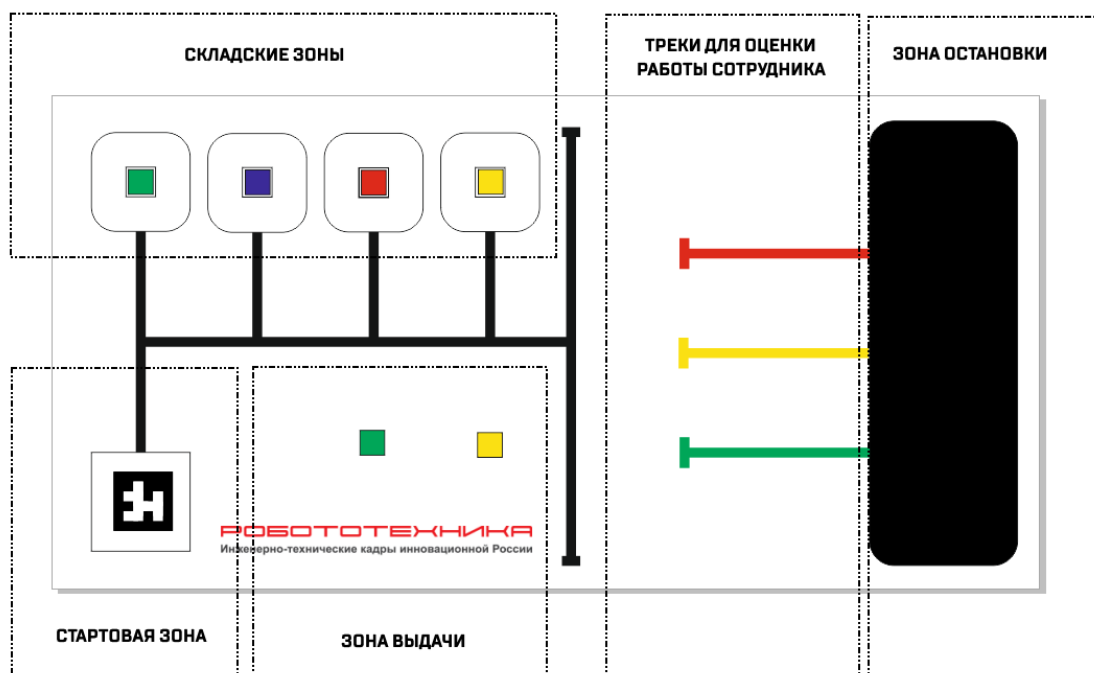


Рисунок 7 – Название зон

Стартовая зона (рисунок 8) робота обозначена квадратом 200х200 мм, этот квадрат ограничивает максимальные габариты робота.

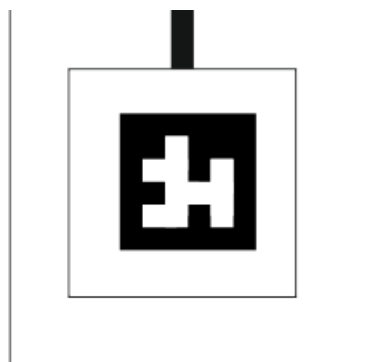


Рисунок 8 – Стартовая зона

Внутри стартовой зоны находится задание, задание выполнено в виде ArUco метки (рисунок 9), размер метки 120х120 мм, размер ячеек, содержащих информацию, 20х20 мм.

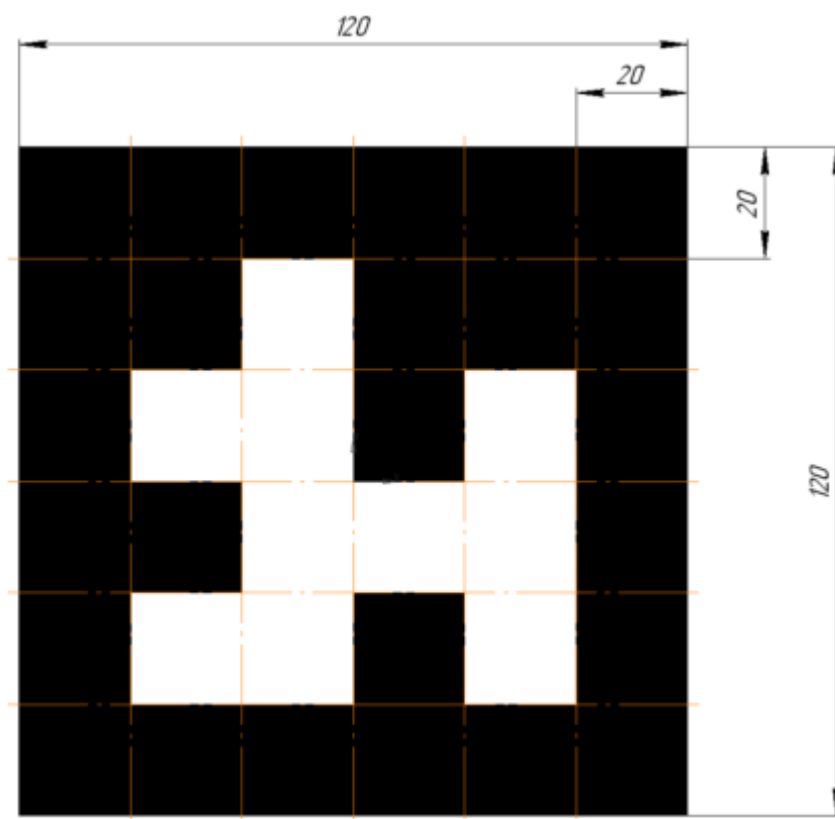


Рисунок 9 – ArUco метка

Задание содержит информацию о необходимых товарах в складских зонах – каждая ArUco метка содержит трёхзначное число. Метка в примере на рисунке 8 содержит число 214.

2	1	4
нужно переместить	нельзя перемещать	нужно переместить

Зоны считаются слева направо, напротив стартовой зоны находится складская зона 1(рисунок 10).

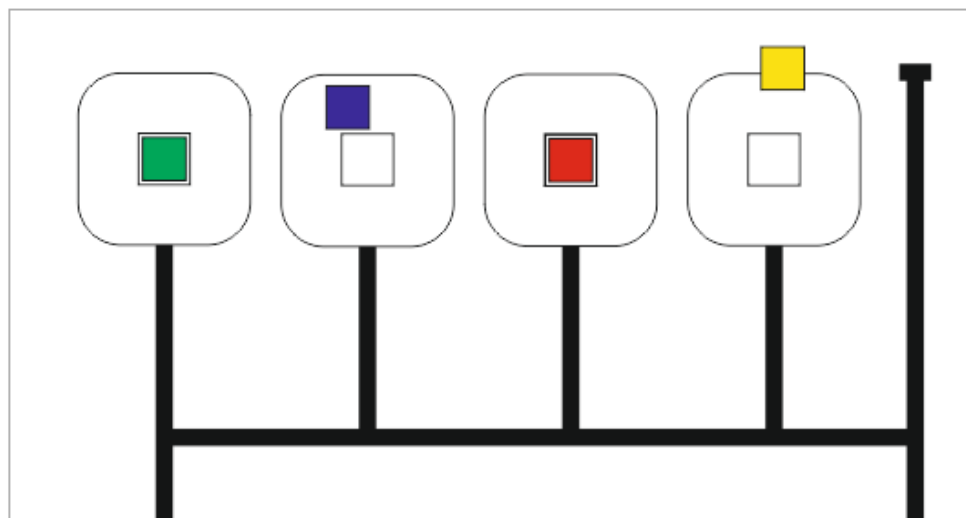


Рисунок 10 – Перемещение груза

Товар считается перемещенным, если его проекция полностью пересекла маленький прямоугольник, в центре складской зоны, в который товар устанавливается перед заездом. Для получения баллов необходимо переместить только товары из задания (1 и 3 номер в метке). Если вместе с ними будут перемещены другие товары, то баллы не начисляются. Баллы начисляются за каждый товар отдельно.

Далее роботу необходимо проверить заказ, собранный к выдаче сотрудником склада и установленный в зоне выдачи. Для этого робот сверяет цвет товаров из задания (который он получил, передвигая товары в складской зоне) с цветом товаров, выставленных на поле (рисунок 11).

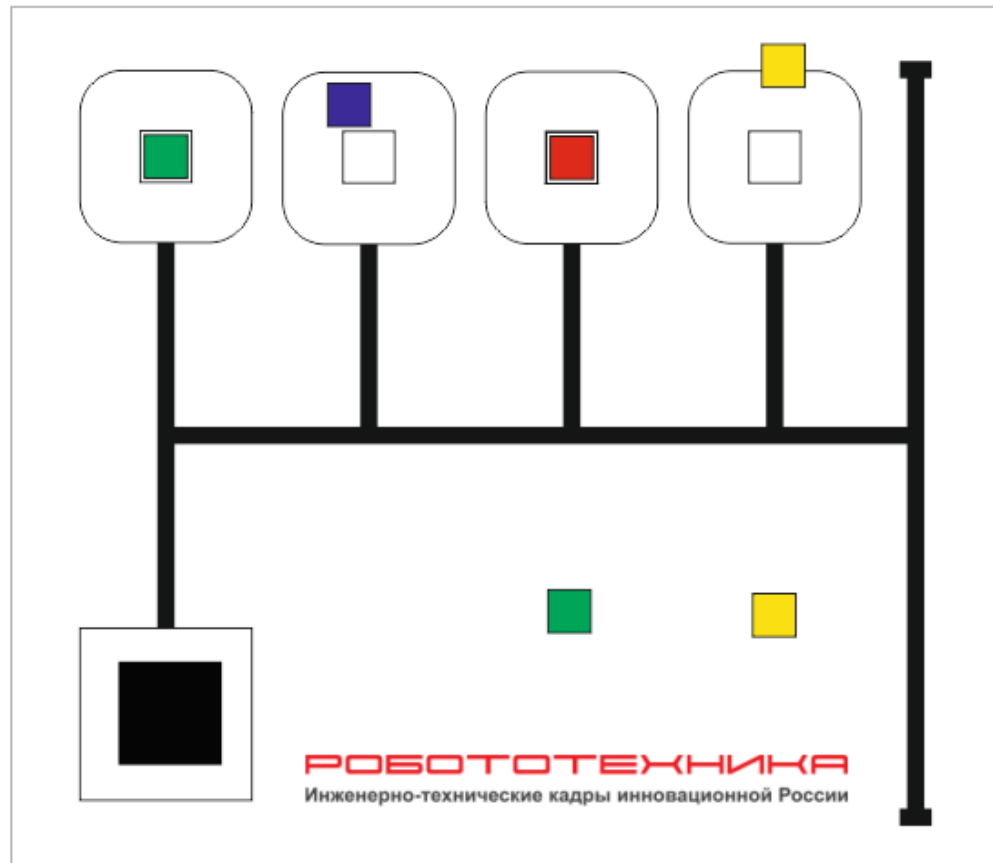


Рисунок 11 – Товары, собранные к выдаче сотрудником склада.

Для размещения товаров на поле в зоне выдачи следует доработать поле отборочного этапа следующим образом: напротив 3 и 4 складской зоны отступив от края линии для навигации 200 мм нарисовать маркером или приклеить 2 круглые точки диаметром 10 мм. (рисунок 12)



Рисунок 12 – Схема доработки поля отборочного этапа

Эти точки будут служить маркером для установки товаров перед началом заезда, а также позволят определить сдвигался ли товар при проверке заказа роботом. Товар устанавливается в зоне выдачи так, чтобы он полностью перекрыл точку. Если по окончании заезда точка видна, то товар был сдвинут, следовательно, команда не получает баллы за выполнение этого задания.

В качестве товаров используются такие же 4 цветных кубика, как и расположенные в складских зонах (рисунок 13).



Рисунок 13 – вариант расстановки заказа в зоне выдачи

Задача робота – сверить цвета из задания и цвета товаров в зоне выдачи заказа. Порядок расположения товаров в зоне выдачи не важен. Для того чтобы продемонстрировать правильность или неправильность сбора заказа сотрудником склада робот должен выбрать один из цветных треков для заезда в зону остановки. Если сотрудник склада правильно собрал заказ (в зоне выдачи цвета товаров соответствуют заданию), финишировать нужно используя зелёный трек, если допустил ошибку (в заказе только один товар из задания) – жёлтый трек, заказ собран неверно – цвета товаров в зоне выдачи не соответствуют заданию - красный трек.

Далее робот должен остановиться в зоне остановки, представляющей собой черную область 300x900 мм. После этого завершается заезд команды-участницы. Финишем считается заезд робота в зону остановки так, что вся проекция робота находится в данной зоне.

7.2. Технические параметры поля и элементов:

- толщина разметки для навигации робота 20 мм;
- размеры товара (куб) составляют 50x50x50 мм;
- размер метки-задания 120x120 мм;
- общее количество меток 16 штук;
- цветов для товаров 4: красный, желтый, синий, зелёный, товаров на поле 8, по два каждого цвета;
- размер игрового поля 2000x2000 мм;
- задания содержат следующие числа: 123, 213, 214, 234, 341, 342, 412, 413;
- поле не имеет бортов;
- размеры игровых элементов и поля могут отличаться от описанных в правилах в пределах 5%.

8. Правила набора баллов и штрафы для финального этапа

Баллы за выполнение задач в рамках финального этапа начисляются судьями во время и по окончании заезда в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Баллы и штрафы финального этапа

Действие	Баллы
Робот сдвинул 1 груз в соответствии с заданием	5
Робот верно оценил собранный заказ в зоне выдачи	10
Максимальный балл за предоставленную инженерную книгу	5
Робот финишировал в зоне остановки	5
Оставшееся время после верного выполнения задания (товары сдвинуты, верно выбран трек для финиша, остановка в зоне остановки)	1 за каждые 5 секунд

Штрафы	
Пересечение ведущим колесом внешнего контура поля	остановка заезда для команды, фиксирование результата

9. ArUco метки

ArUco метки, использующиеся в задании, отличаются от их оригинального изображения, но при этом могут быть сгенерированы при помощи сервиса: (<https://chev.me/arucogen/>) используя следующие параметры - Dictionary:4x4; Marker ID: <число из списка>, Marker size, mm: 120.

Значения, которые будут содержать метки в рамках соревнований: 123, 213, 214, 234, 341, 342, 412, 413.

Метки должны располагаться в стартовой зоне согласно следующим изображениям на рисунке 14:

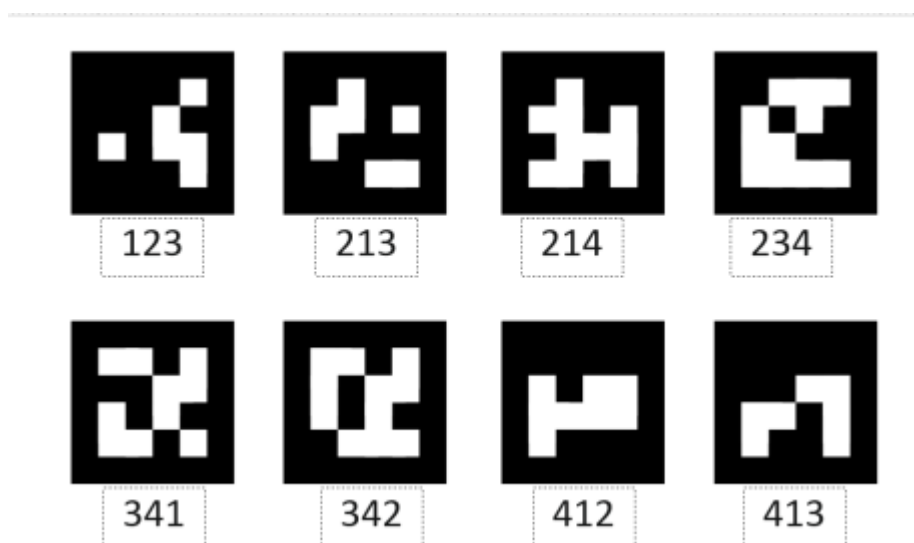


Рисунок 14 – Расшифровка заданий в метках

10. Требования, предъявляемые к роботам

10.1. Размеры робота

Роботы должны иметь такие размеры, чтобы они технически могли выполнять задание соревнований. С этой целью в первый день соревнований роботы будут проверяться на соответствие размерам: они должны уместиться в куб со стороной 200 мм. Если робот будет больше вышеуказанного размера, то он не будет допущен к соревнованиям.

10.2. Конструкция робота

Роботы команд могут состоять из любых деталей и узлов, которые участники команды посчитают необходимым применить для решения задач соревнований, при условии, что:

- роботы не представляют опасности для людей (например, не содержат вредные для здоровья вещества, ртутные переключатели или свинец-содержащие детали);

- роботы не способны умышленно повреждать игровое поле и роботов других команд;

- команды обеспечили видимость и доступность кнопок аварийного отключения, и проинструктировали судью или его помощников, если питание узлов робота осуществляется напряжением выше 6 вольт;

- роботы не имеют острых граней и кромок у конструктивных элементов;

- роботы не используют в своём составе источники открытого огня, горючие газы или жидкости и двигатели, работающие от их сжигания;

- аккумуляторы надёжно закреплены;

- не используются внешние источники питания во время зачётных заездов;

- не проводилась модификация электрических и электронных устройств, которая может негативно повлиять на безопасность их использования;

- не используются заведомо опасные источники, обладающие

мощным сфокусированным излучением, представляющим опасность для глаз человека.

– конструкция и программное обеспечения не содержат материалов, не относящихся к тематике соревнований.

10.3. Программное обеспечение робота

Разрешается использовать любой язык программирования. Особых требований не предъявляется. Запрещено использовать любую систему управления кроме обеспечивающей самостоятельное автономное движение робота. Нарушение этого правила приведёт к дисквалификации команды.

11. Допуск к участию в соревнованиях

Для проверки соответствия предъявленным требованиям будет проводиться технический допуск роботов:

- _ будут проверяться габариты роботов в соответствии с регламентом;
- _ будут проводиться осмотры и проверки узлов и компонентов роботов в соответствии с вышеуказанными требованиями.

11.1. Выявленные нарушения и несоответствия предъявленным требованиям должны быть устранены в период проведения тренировок и технического допуска других команд согласно расписанию соревнований. Если устранение невозможно, команда дисквалифицируется на основании нарушений требований регламента соревнований.

11.2. Команда допускается к заездам, если робот команды прошел технический допуск и показал возможность выполнения задания. Технический допуск выполняется судьями, тестовый заезд инициирует участник команды с разрешения и в присутствии судьи. По результатам допуска робота судьей заполняется протокол, который подписывается им и представителем команды.

11.3. По решению судьи команде между заездами может быть предложено повторно пройти технический допуск робота. Отказ команды от повторного контроля приведет к дисквалификации команды.

12. Порядок проведения соревнований

Команды должны четко соблюдать требования судей и график проведения соревнований. Схема проведения соревнований будет определена судьями в зависимости от реального количества участников.

- 1) Роботы команд участвуют в отборочных и финальных заездах.
- 2) Тренировочные заезды выполняются командами самостоятельно, по предварительному разрешению судьи.
- 3) Количество тренировочных заездов ограничивается временем, которое судьи могут предоставить командам.
- 4) Порядок тренировочных заездов определяется командами самостоятельно. При необходимости последовательность может быть назначена судьей соревнований.
- 5) Зачетные заезды (отборочные и финальные) выполняются строго по расписанию.
- 6) Каждая команда представляет для оценки инженерную книгу.

13. Содержание инженерной книги

Инженерная книга должна в обязательном порядке содержать:

- название команды;
- состав команды и роли участников команды;
- описание процесса работы над решением задачи: идеи, возникшие трудности и пути их решения;
- обоснование решений, принятых командой в процессе разработки;
- фотографии, эскизы и другие заметки, имеющие отношение к подготовке команды.

14. Выполнение отборочных заездов:

Перед началом зачётных заездов, по объявлению главного судьи роботы команд должны быть помещены в карантинной зоне. Доступ в карантинную зону закрывается за 5 минут до начала заезда. Судьи и помощники судей меняют расположение игровых элементов на поле, а также выкладывают задание, определённое жеребьёвкой, в стартовую зону.

Команды, согласно утверждённого списка, размещают своих роботов в стартовой зоне для проведения заезда. Запуск программы робота должен производиться нажатием одной клавиши, расположенной на роботе, представителем команды. Запуск программы робота и его остановку разрешается производить только после команды судьи, в противном случае результаты заезда не засчитываются. На выполнение заезда роботам команд отводится 120 секунд. Таймер, отсчитывающий время заезда, стартует по команде судьи.

По истечении отведенного времени происходит остановка заезда и подсчет баллов. Для определения победителя используется лучший результат заезда команды, минимальное количество попыток для команд – 2.

Между заездами командам может быть предоставлено время на отладку роботов и тренировочные заезды.

В случае возникновения опасной ситуации робот должен быть выключен путем нажатия аварийной кнопки (основной кнопки выключения). Данная процедура может быть выполнена судьёй или участником (с разрешения судьи), если сложилась опасная ситуация. При этом команда заканчивает заезд, а баллы не фиксируются.

Если по истечении 30 секунд робот команды не начал движение и не предпринял попытки набора баллов, заезд для команды останавливается, а баллы не фиксируются.

15. Выполнение финальных заездов:

Перед началом зачётных заездов, по объявлению главного судьи роботы команд должны быть помещены в карантинной зоне. Доступ в карантинную зону закрывается за 5 минут до начала заезда. Судьи и помощники судей меняют расположение игровых элементов на поле, а также выкладывают задания, определённые жеребьёвкой в стартовую зону. Также случайным образом выбирается состав товаров в зоне выдачи. Задание и расположение элементов является одинаковым для всех участников поместивших роботов в карантин.

Команды, согласно утверждённого списка, размещают своих роботов в Стартовой зоне для проведения заезда. Запуск программы робота должен производиться нажатием одной клавиши, расположенной на роботе, представителем команды. Запуск осуществляется один раз за заезд.

Запуск программы робота и его остановку разрешается производить только после команды судьи, в противном случае результаты заезда не засчитываются. На выполнение заезда роботам команд отводится 120 секунд. Таймер, отсчитывающий время заезда, стартует по команде судьи.

По истечении отведенного времени происходит остановка заезда и подсчет баллов. Для определения победителя используется лучший результат заезда команды, минимальное количество попыток для команд – 2.

Между заездами командам может быть предоставлено время на отладку роботов и тренировочные заезды.

Если робот пересекает границы игрового поля (внешний контур) ведущими колёсами, заезд для команды завершается с фиксацией максимального времени и заработанными до этого момента баллами.

В случае возникновения опасной ситуации робот должен быть выключен нажатием аварийной кнопки (основной кнопки выключения). Данная процедура может быть выполнена судьёй или участником (с разрешения судьи), если сложилась опасная ситуация. При этом команда заканчивает заезд, а баллы не фиксируются.

Если по истечении 30 секунд робот команды не начал движение для набора

баллов, заезд для команды останавливается, а баллы не фиксируются.

16. Дисквалификация

Судьи могут дисквалифицировать команду если:

16.1. Роботы или члены команды систематически совершают действия, которые относятся к категории опасных (потратят покрытие пола, разрушают поле, портят игровые элементы).

16.2. Робот или роботы вышли из строя и не могут совершать дальнейшие заезды. Баллы, заработанные до этого момента, могут быть учтены.

16.3. Команда использует любую систему управления роботом кроме автономной.

16.4. Команда ведет себя неприемлемым образом, нарушая общие нормы и правила или/и положения Соревнований.

17. Судейство

17.1. Судьи назначаются Оргкомитетом.

17.2. Запрещается вмешательство в действия судьи.

17.3. Главный судья Соревнований назначается Оргкомитетом из числа судейской бригады. На него возлагается руководство действиями судей и принятие решения в спорных вопросах. Решение главного судьи окончательно и обжалованию не подлежит.

17.4. По результатам каждого заезда судьями оформляется протокол заезда, который подписывается судьей и капитаном команды.

18. Ответственность участников

Руководители и члены команд несут ответственность за роботов своей команды и не имеют права вмешиваться в действия судьи.

Руководители и члены команд несут ответственность за поведение своих зрителей, официальных лиц, членов клубов, если таковые имеются.

В случае если команда не обеспечит своевременное прибытие роботов для участия в заезде без уважительных причин, ей может быть засчитано

Если заезд по решению главного судьи был прекращен из-за недисциплинированного поведения команды, то этой команде засчитывается техническое поражение, а команда по решению главного судьи может быть дисквалифицирована.

За грубые нарушения данного Регламента команда может быть дисквалифицирована.

Организаторы соревнований не несут ответственность за поломки роботов, возникающие в ходе соревнований, а также любого ущерба, нанесенного роботам или любому другому оборудованию команд.

19. Протесты и обжалование решений судей

Команды имеют право подать протест на факты (действия или бездействия), связанные с несоблюдением Регламента соревнований.

Команды имеют право подать протест на качество судейства заезда.

Протест должен быть подан руководителем команды не позднее 10 минут после окончания заезда и иметь обоснование.

Протесты подаются в письменной форме Главному судье и рассматриваются им в ходе проведения соревнований.

Протесты, не поданные в отведенное время, не рассматриваются.

Протесты, связанные с несоответствием поля или игровых элементов ожиданиям команды рассматриваться не будут (в данном случае все участники будут находиться в одинаковых условиях и должны решить задачи отладки и адаптации роботов самостоятельно).

Обстоятельства, на которые имеется ссылка в протесте, должны быть подкреплены доказательствами. Доказательствами являются: фотография; запись в Протоколе соревнований и иные документы, способствующие объективному и полному изучению обстоятельств.

20. Особые положения

Организаторы могут вносить изменения в правила проведения Соревнований, заранее известив об этом участников. Связь с участниками поддерживается через форум на официальном сайте. Информация, публикуемая на форуме, считается донесенной до участников.

Во всех вопросах, не относящихся к правилам Соревнований участники руководствуются Положением о Фестивале, которое размещается на официальном сайте Фестиваля.