

## СКЛАДСКИЕ РОБОТЫ

СЕЗОН 2023/2024

## РЕГЛАМЕНТ СОРЕВНОВАНИЙ

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

### 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](mailto: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. 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.

## **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. 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. Региональный 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

Перед началом заезда на игровом поле, размером 1000х2000 мм (рисунок 1), располагаются игровые элементы: задание, цветные товары в складских зонах, цветные треки для демонстрации правильности решения.

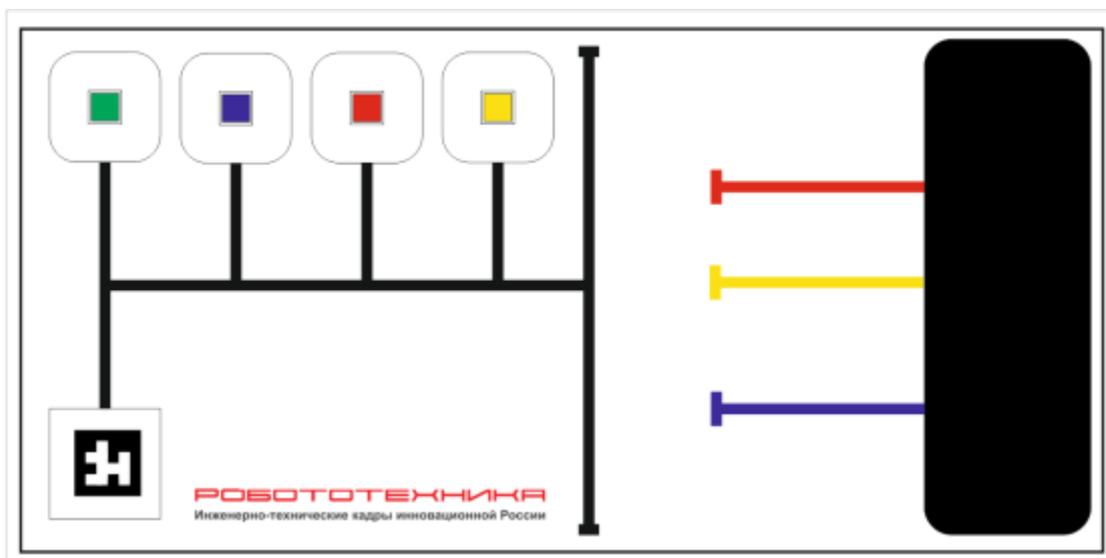


Рисунок 1 – Соревновательное поле отборочного этапа

Стартовая зона (рисунок 2) робота обозначена квадратом 200х200 мм, этот квадрат ограничивает максимальные габариты робота.

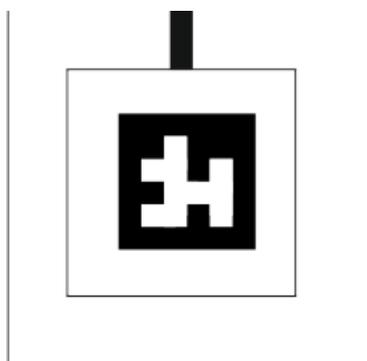


Рисунок 2 – Стартовая зона

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

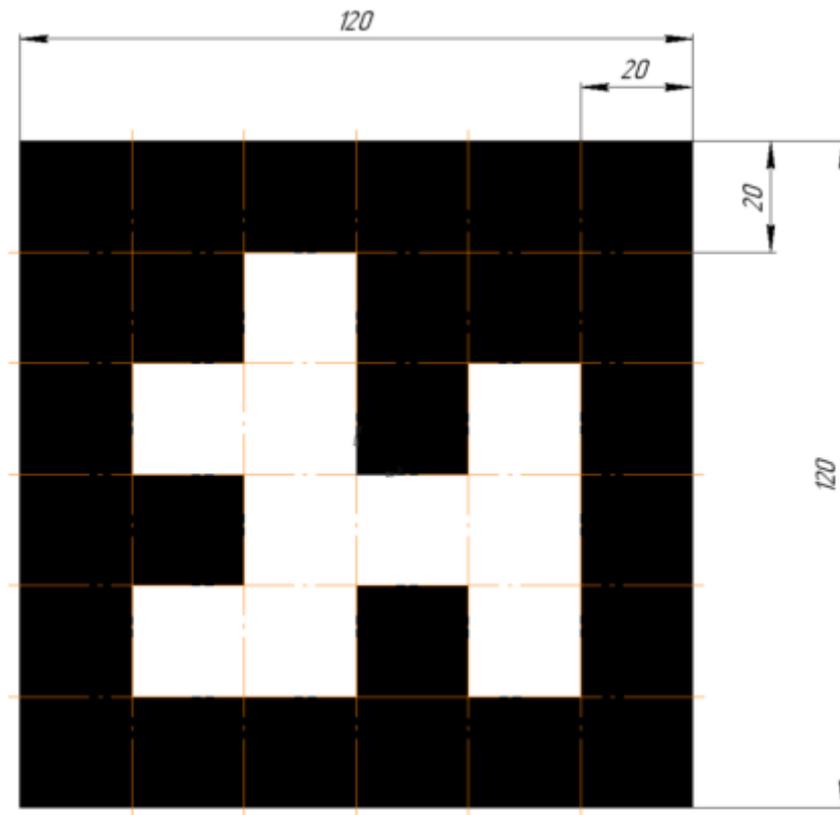


Рисунок 3 – ArUco метка

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)

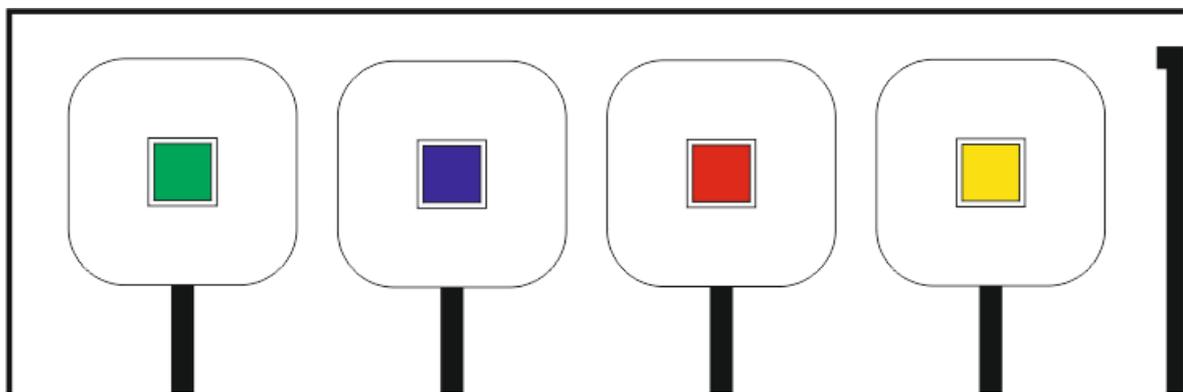


Рисунок 4 – Складские зоны

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.

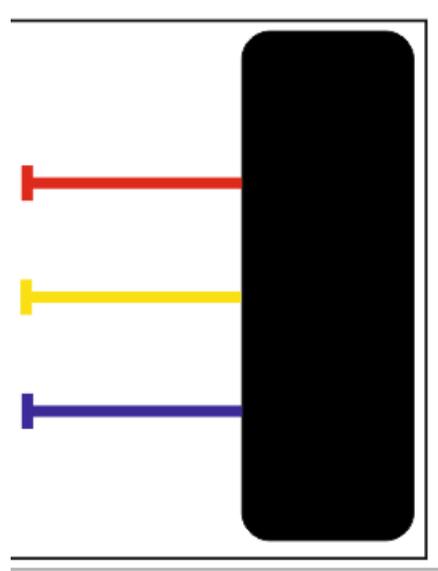


Рисунок 5 – Зона остановки и цветные треки

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 регионального этапа

Баллы за выполнение задач в рамках регионального этапа начисляются судьями по окончании 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	2
Робот команды выбрал верный трек для движения к зоне остановки	17
Максимальный балл за предоставленную инженерную книгу	24
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 (за каждый)

### 7. Всероссийский этап

Автоматизированный склад с системой контроля.

Автономным роботам команд-участниц во время заезда, состоящего из двух непрерывно следующих один за другим раундов (60 секунд каждый), необходимо переместить (толкнуть) товары, в соответствии с заданием, на половину поля команды-соперницы, а также оценить правильность выполнения задания роботом команды-соперницы.

#### 7.1. Описание этапа

Полигон для заезда содержит две симметричные половины для одновременного состязания двух команд (рисунок 6)

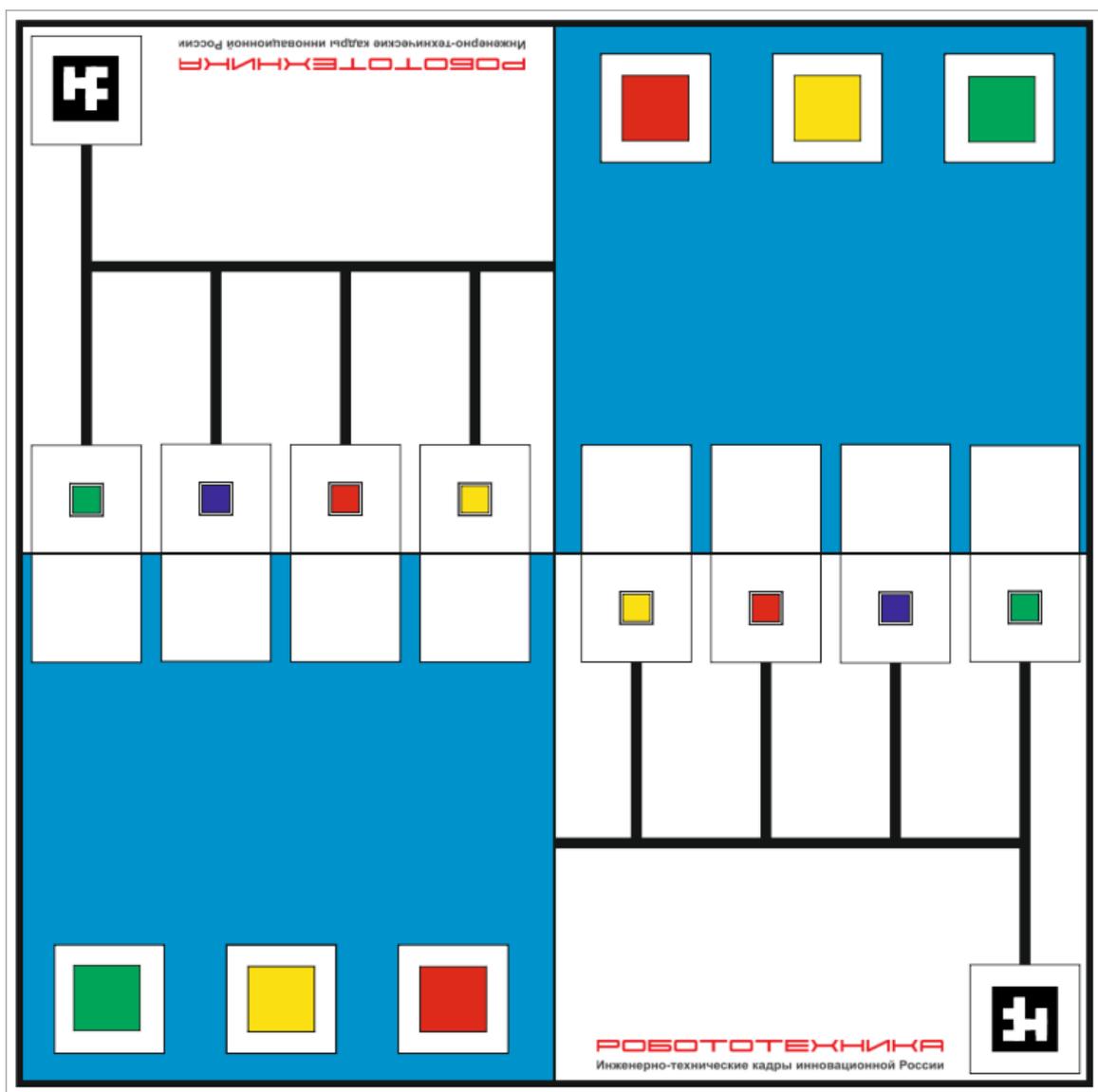


Рисунок 6 – Полигон финального этапа

Стартовая зона (рисунок 7) робота обозначена квадратом 200х200 мм, этот квадрат ограничивает максимальные габариты робота.

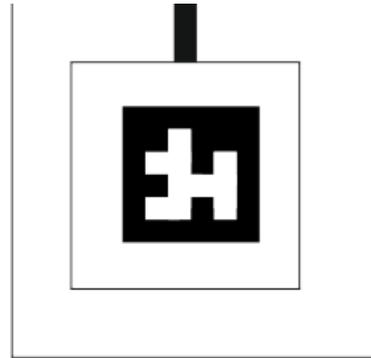


Рисунок 7 – Стартовая зона

Внутри стартовой зоны находится задание, задание выполнено в виде ArUco метки (рисунок 8), размер метки 120х120 мм, размер ячеек, содержащих информацию, 20х20 мм.

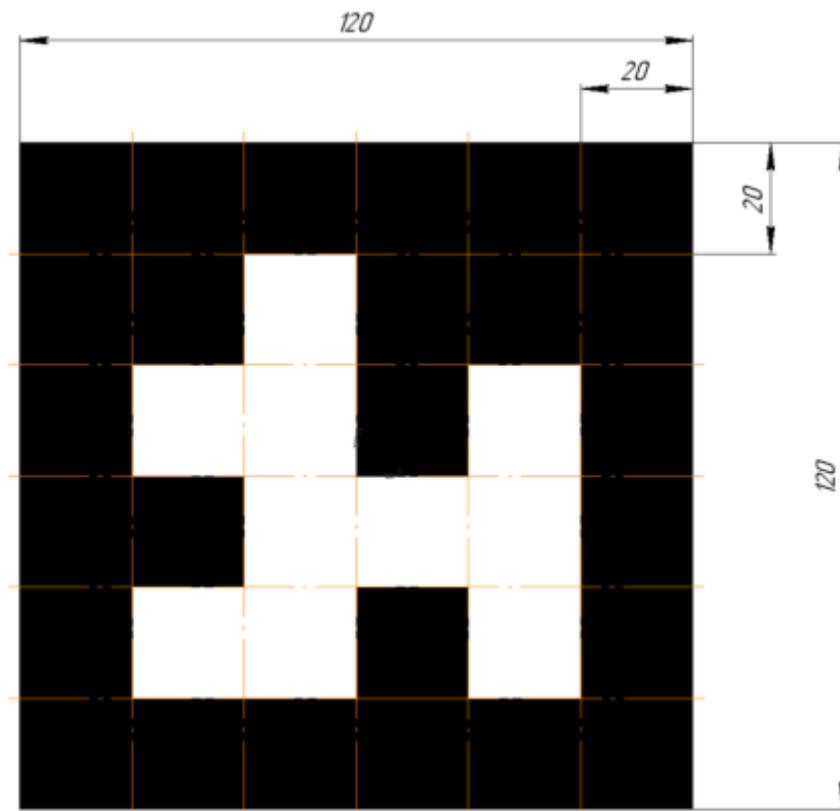


Рисунок 8 – ArUco метка

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

Его правильная интерпретация: товар в складской зоне:

<h1>2</h1>	<h1>1</h1>	<h1>4</h1>
нужно переместить	нельзя перемещать	нужно переместить

После чтения задания робот должен переместить груз в складских зонах (рисунок 9).

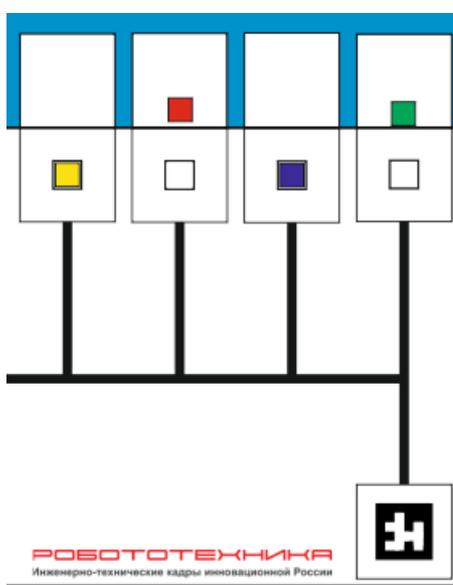


Рисунок 9 – Перемещение груза

Товар считается перемещённым, если его проекция полностью пересекла среднюю линию поля. Для получения баллов необходимо переместить только товары из задания. Если вместе с ними будут перемещены другие товары, то баллы за первый раунд не начисляются. Баллы начисляются за каждый товар отдельно. Перемещение товаров должно происходить только в первом раунде заезда (60 секунд от старта). Складские зоны считаются слева на право, напротив зоны старт находится четвёртая складская зона.

После перемещения товаров у команд есть возможность заработать дополнительные баллы: «отправится на подзарядку», то есть вернуться в стартовую зону. Сэкономленное на выполнении задания первого раунда (60 секунд от старта) время преобразуется в баллы. Баллы могут быть начислены, если робот остановился и хотя бы одно ведущее колесо находится внутри стартовой зоны.

По истечении 60 секунд от старта начинается второй раунд заезда, в ходе которого командам нужно оценить производительность друг друга. Для этого роботы въезжают в синие зоны на своих половинах поля и сверяют с заданием количество и позиции или цвета перемещённых соперником товаров.

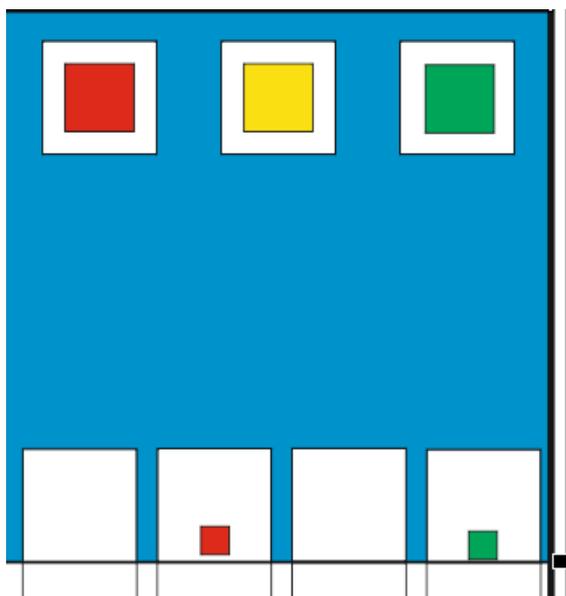


Рисунок 10 – Оценка эффективности работы

Если робот команды-соперницы правильно выполнил задание (переместил только необходимые товары из задания), финишировать нужно в зоне с зелёным квадратом, если допустил ошибку (перемещён только один товар из задания) – с жёлтым, не выполнил (ни один из необходимых товаров не перемещен или вместе с товарами из задания перемещены другие товары) - с красным. Финиш засчитывается, если робот полностью остановился, и его проекция находится полностью внутри белого квадрата с цветной меткой

## 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 команды сдвинул 1 груз в соответствии с заданием	5
Робот команды верно оценил производительность робота другой команды	10
Максимальный балл за предоставленную инженерную книгу	24
Оставшееся время после правильного выполнения заданий первой части (на белом поле) засекается	1 за каждые 4 секунды

после пересечения обоими ведущими колёсами границ стартовой зоны	
Робот правильно финишировал	5
<b>Штрафы</b>	
пересечение колесом или проекцией внешней границы поля или синей половины в первой части	остановка заезда для команды, фиксирование результата
Финишировал в неправильном квадрате	-5 баллов

### 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 11:

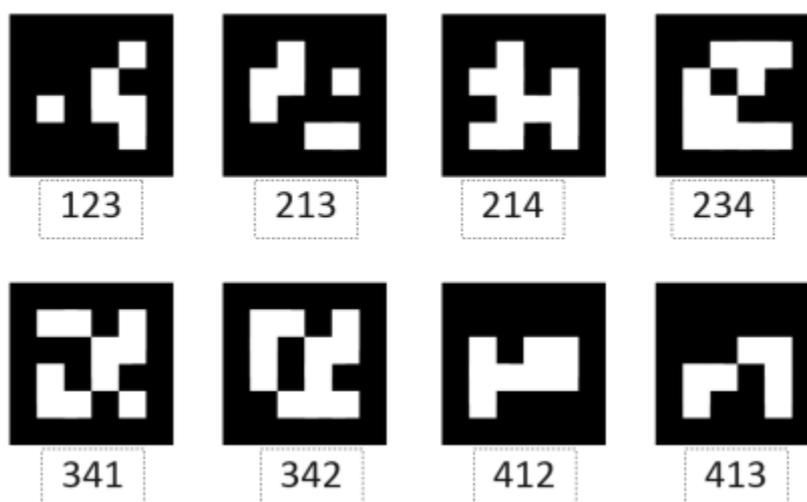


Рисунок 11 – Оценка эффективности работы

### 10. Требования, предъявляемые к роботам

### 10.1. Размеры робота

Максимальный размер робота 200ммх200ммх200мм. Робот не соответствующего размера, 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 роботы команды прошли технический допуск и показали возможность выполнения задания. Технический допуск выполняется судьями, тестовый заезд инициирует участник команды с разрешения и в присутствии судьи. По результатам допуска роботов судьей заполняется протокол, который подписывается им и представителем команды.

11.3. По решению судьи команде между заездами может быть предложено повторно пройти технический допуск роботов. 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 квалификационных и финальных заездах.
- 2) Тренировочные заезды выполняются командами самостоятельно, по предварительному разрешению судьи.
- 3) Порядок и количество тренировочных заездов определяется командами самостоятельно. При необходимости последовательность может быть назначена судьей соревнований.
- 4) Зачетные заезды (квалификационные и финальные) выполняются строго по расписанию.
- 5) Каждая команда представляет для оценки инженерную книгу.

### **13. Содержание инженерной книги**

Инженерная книга оформляется в электронном виде.

Формат листа: А4 (210x297) книжной ориентации. Поля: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см. Колонтитулы на титульном листе отсутствуют. В нижнем колонтитуле проставляется сквозная нумерация документа, в правом нижнем углу листа. Титульный лист не нумеруется. Нумерация начинается с листа оглавления, идущего сразу за титульным листом, номер страницы 2. В верхнем колонтитуле указывается название учебного заведения. Текст паспорта проекта должен быть написан шрифтом Times New Roman, размер шрифта 14 pt. Отступ первой строки абзаца – 1 см. Межстрочный интервал 1,5. Выравнивание – по ширине, с расстановкой переносов. Перечисление оформляется маркированными и нумерованными списками. Нумерованные списки выполняются арабскими цифрами, маркеры для маркированных списков – жирная точка (•). Иллюстрационный материал даётся в тексте. Нумерация иллюстраций необязательна. Иллюстрации должны быть в качестве поясняющего материала и ни в коем случае не должны замещать основной текст. При необходимости размещения достаточно большого количества графической информации – она выносится в

приложения. Материалы, не вошедшие в основной объем, даются в приложении в конце инженерной книги с обязательными ссылками в основном тексте. Приложения нумеруются цифрами (Приложение 1, Приложение 2).

### Структура инженерной книги

#### 1. Визитка команды:

- Населенный пункт
- Организация
- Члены команды
- Тренер(ы)

#### 2. Краткие сведения

- План работы

#### 3 Описание работа

- Описание эскиза (идеи как решить задачу)
- Описание прототипа (модель решённой задачи)

#### 4. Исследовательская часть проекта

- Этапы работы над проектом
- Цели для каждого этапа, выполненные работы, результаты
- Первоначальные варианты решения проблемы «за» и «против»
- Выбранный вариант, обоснование выбора
- Схема размещения механизмов

#### 5. Технологическая часть проекта

- Описание конструкции механизмов, их частей
- Описание взаимодействия механизмов
- Описание программного обеспечения

**Всероссийская олимпиада школьников  
«РОБОФЕСТ 2024»**

**СЕЗОН 2023-2024**

**ИНЖЕНЕРНАЯ КНИГА**

**СКЛАДСКИЕ РОБОТЫ**

**(Название команды)**

**(Название образовательной организации)**

**(Регион)**

**(Населенный пункт)**

**2024 г**

Наименование блока	Критерии оценки	Максимальное количество баллов
Визитка команды	Населенный пункт (название, регион)	1
	Организация (название, адрес, телефон)	1
	Члены команды (фамилия имя, возраст, класс, роль в команде)	1
	Тренеры (ФИО, место работы)	1
Краткие сведения	План работы	2
Описание работа	Описание эскиза	1
	Описание прототипа	1
Исследовательская часть	Этапы работы над проектом	2
	Цели для каждого этапа, выполненные работы, результаты	2
	Первоначальные варианты решения проблемы «за» и «против»	2
	Выбранный вариант, обоснование выбора	2
	Схема размещения механизмов	2
Технологическая часть проекта	Описание конструкции механизмов, их частей	2
	Описание взаимодействия механизмов	2
	Описание программного обеспечения	2
<b>ИТОГО (максимум баллов за инженерную книгу)</b>		<b>24</b>

#### **14. 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 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. 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.

### **16. 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.

### **17. 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 техническое поражение.

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.

### **18. 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.

### **19. 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.