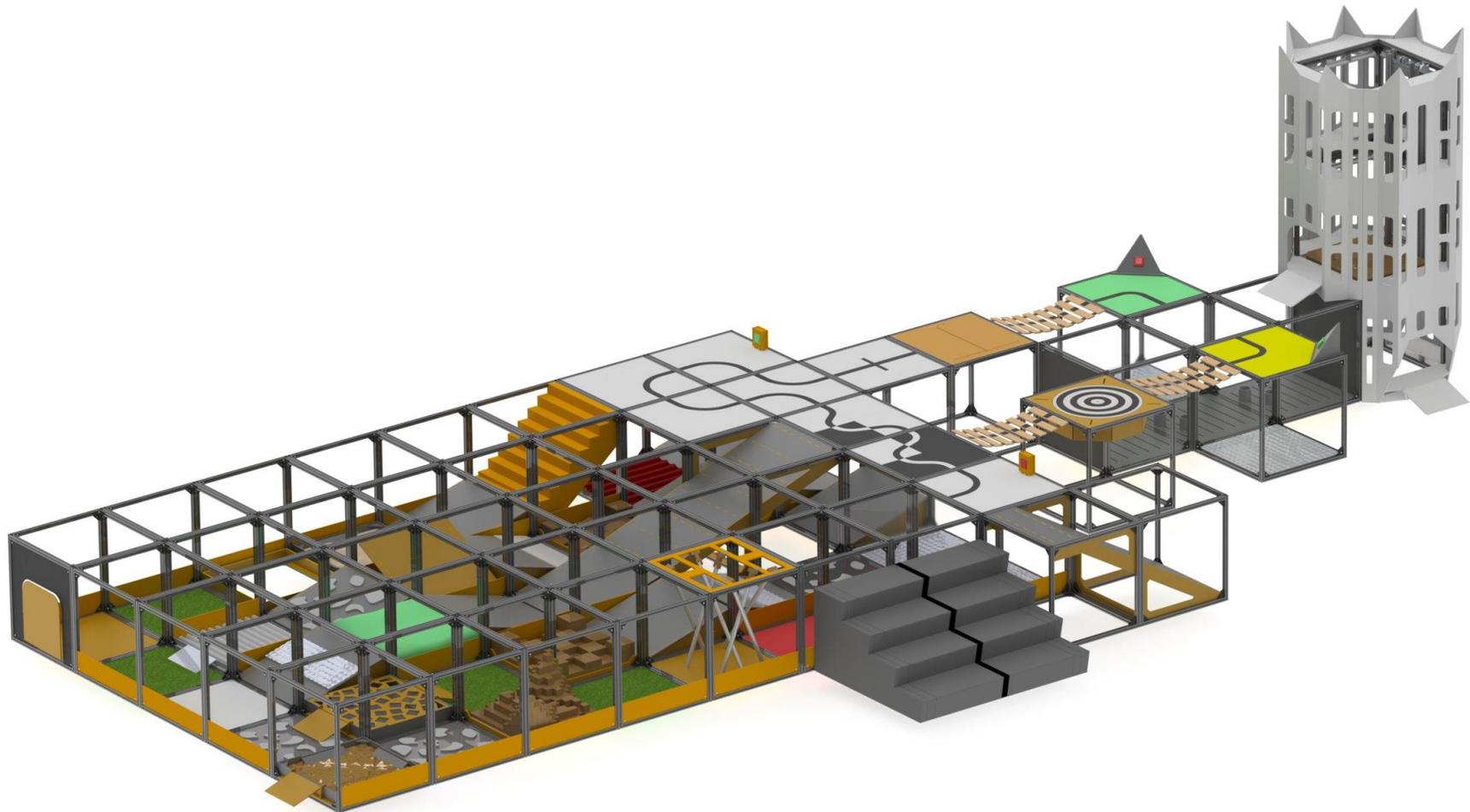




# РЕГЛАМЕНТ СОРЕВНОВАНИЙ «КУБОК РТК»

**Приложение №1.** Описание полигона, технические характеристики, конфигурация.  
Полигон состоит из двух участков: Лабиринт и Башня.





## Оглавление

<b>1. 1 этаж</b> .....	4
1.1. Дверь.....	4
1.2. Лед.....	4
1.3. Трава.....	5
1.4. Камни.....	5
1.5. Каменная горка.....	6
1.6. Наклонные поверхности.....	6
1.7. Травяная горка.....	8
1.8. Бассейн с шариками для тенниса.....	8
1.9. Песок.....	9
1.10. Туман.....	9
1.11. Кнопка.....	10
1.12. Керамзит.....	11
1.13. Сетка.....	11
1.14. Трясина.....	12
1.15. Решето.....	12
1.16. Крыша.....	12
1.17. Качели.....	13
1.18. Копыто.....	13
1.19. Буераки.....	13
1.20. Ролики.....	14
1.21. Завал.....	14
1.22. Прямые рампы.....	15
1.23. Косые рампы.....	15
<b>2. 2 этаж</b> .....	17
2.1. Люк.....	17
2.2. Гипнодиск.....	17
2.3. Подвесной мост.....	18



2.4. Захват флага .....	18
2.5. Трубы .....	19
<b>3. Автономные участки.....</b>	<b>21</b>
3.1. Движение по линии .....	21
3.1.1. Сплайн .....	21
3.1.2. Участки с линией (черная на белом) .....	21
3.1.3. Участки с линией (черная на сером) .....	22
3.1.4. Подвесные мосты (прерывистая линия) .....	22
3.1.5. Участки с линией (черная на цветном). .....	22
3.2. Движение вдоль стены .....	23
3.2.1. Стенки лабиринта (движение вдоль стены, по дальномеру) .....	23
<b>4. Спуски/подъемы .....</b>	<b>24</b>
4.1. Наклонная поверхность 20° .....	24
4.2. Мини лестница.....	24
4.3. Наклонная 30° .....	25
4.4. Лестница.....	25
<b>5. Маяки .....</b>	<b>26</b>
5.1. Сбор маячков .....	26
5.2. Высокий маяк.....	26
<b>6. Башня .....</b>	<b>28</b>
6.1. Башня .....	28
6.2. Лифт .....	29
6.3. Кнопки в башне .....	29
6.4. 5.4 Прыжок веры .....	32
<b>7. Конфигурация стенда .....</b>	<b>33</b>

## 1. 1 этаж

- 1.1. **Дверь**, открывающаяся в обе стороны на  $90^\circ$  (на себя и от себя) с ручкой типа «штанга». Габаритные размеры двери  $480 \times 480 \times 8$ . При открытии от себя дверь встает на стопор, расположенный внутри лабиринта (магнит), и фиксируется в положении «открыто» под углом  $90^\circ$ .

Для открытия двери от себя/на себя необходимо усилие 200 г (2 Ньютона), т.к. в нулевом положении дверь удерживается магнитами, расположенными на дверном косяке и на торце двери напротив друг друга. Над полом дверь приподнята на высоту профиля (30 мм).

Высота расположения ручки двери над полом – 220 мм, толщина ручки – 8 мм, длинна – 110 мм. Материал ручки – металл.

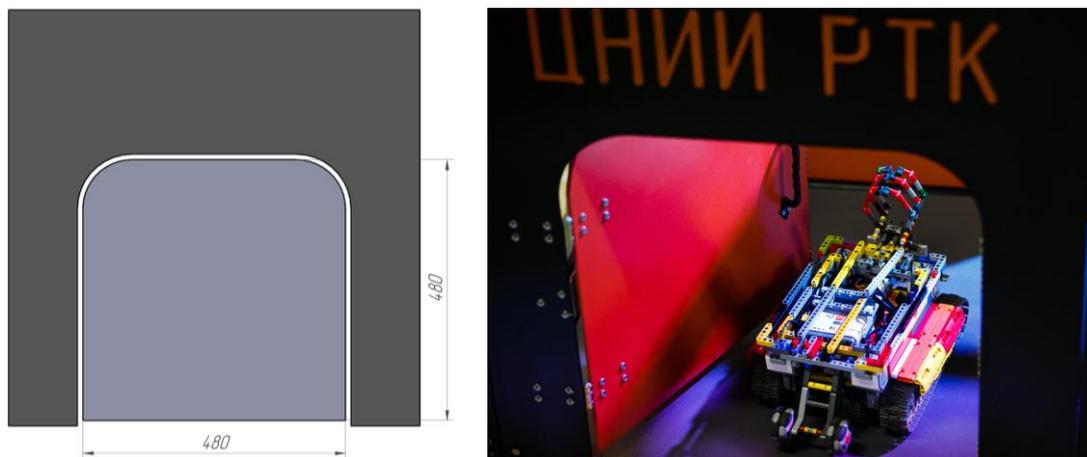


Рисунок 1 «Дверь»

Дверь предназначена для демонстрации либо точности и функциональности манипулятора, либо маневренности робота.

- 1.2. **Лед** – скользкая поверхность (фторопластовая пластина), прикрепленная к листу фанеры. Габаритные размеры  $740 \times 740 \times 10$ . Для большей скользкости на поверхность наносится универсальная смазка WD-40.

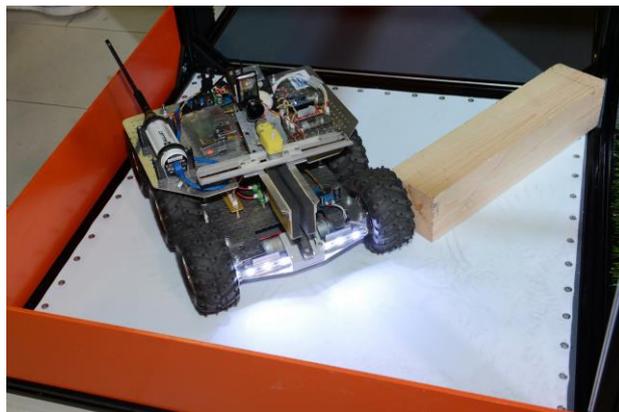
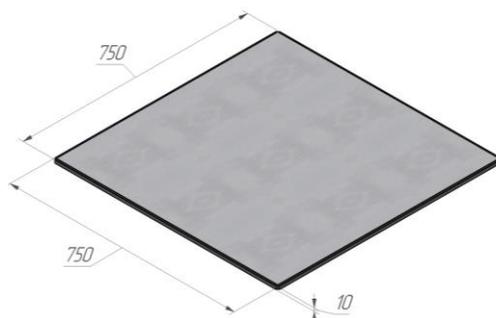


Рисунок 2 «Лед»

Лед служит для демонстрации качества сцепления колес/гусениц робота с поверхностью.

- 1.3. **Трава** – площадка с искусственной травой из полипропилена, длина ворса 40 мм. Покрытие прикреплено к листу фанеры. Габариты площадки 740x740x50.

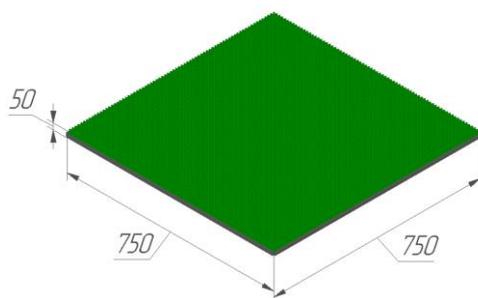


Рисунок 3 «Площадка с травой»

Искусственная трава служит для демонстрации цельности и прочности конструкции робота, а также его проходимости в природных условиях.

- 1.4. **Камни** – площадка, представляющая собой лист фанеры с прикрепленными к нему кусками ломанных камней, с острыми углами и сильными перепадами по высоте. Средняя высота каменного слоя – 40 мм. Габариты площадки 740x740x50.

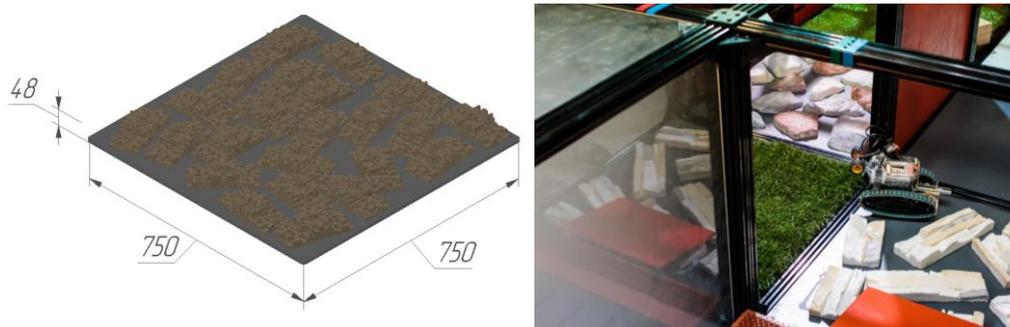


Рисунок 4 «Площадка с камнями»

Каменная площадка предназначена для демонстрации проходимости робота по пересеченной местности, мощности движка и возможностей подвески.

- 1.5. **Каменная горка** - представляет собой обычную наклонную  $15^\circ$ , с габаритными размерами  $740 \times 690 \times 200$ , на которой закреплены камни. Высота камней – 15-40 мм.

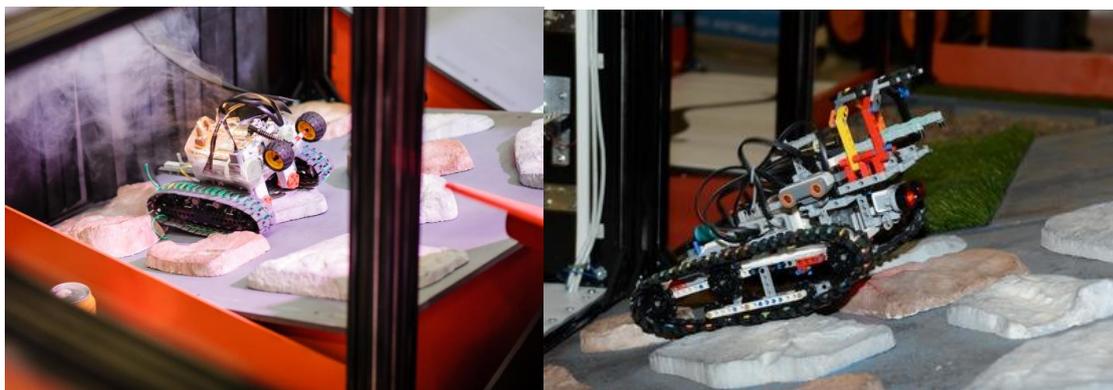


Рисунок 5 «Каменная горка»

Прохождение такой поверхности демонстрирует проходимость робота и мощность его моторов, а также его способность преодолевать труднопроходимые участки под углом.

- 1.6. **Наклонные поверхности**, расположенные случайным образом внутри лабиринта с углом наклона  $15^\circ$ , с габаритными размерами  $740 \times 690 \times 200$ .

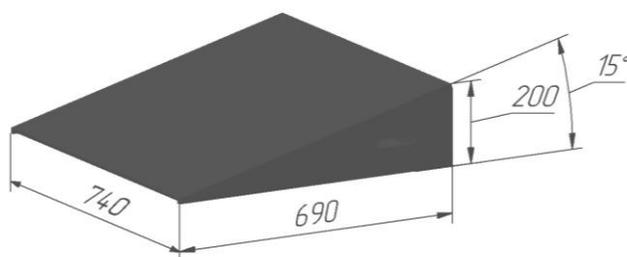


Рисунок 6 «Наклонная поверхность лабиринта 15°»

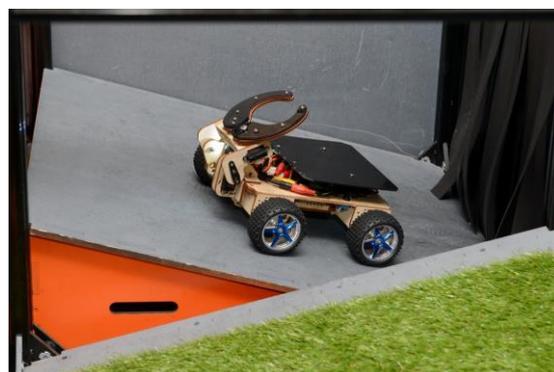
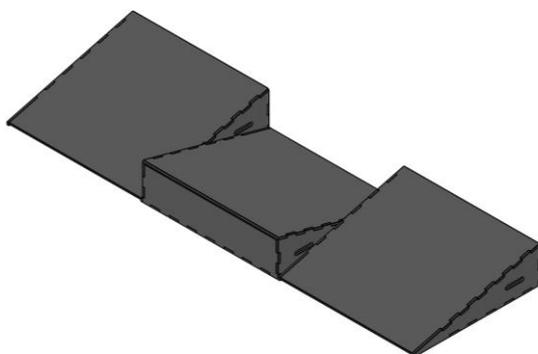


Рисунок 7 «Возможная компоновка наклонных»

Наклонная с углом наклона 20°, с габаритными размерами и 500 x250 x100, приставляется к коробам.

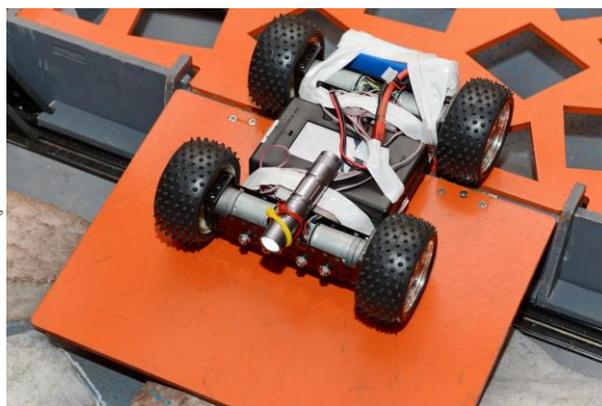
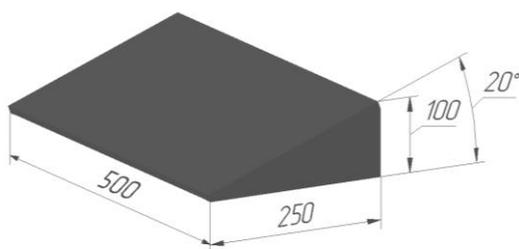


Рисунок 8 «Наклонная поверхность лабиринта 20°»

Наклонные поверхности предназначены для демонстрации баланса центра тяжести и возможности преодоления мобильным роботом наклонных участков.

Наклонные поверхности могут быть различным образом скомпонованы: по 2, по 4, наклоны сонаправленные, наклоны разнонаправленные. Прохождение таких наклонных демонстрирует маневренность робота.

- 1.7. **Травяная горка** - представляет собой обычную наклонную  $15^\circ$ , с габаритными размерами  $740 \times 690 \times 200$ , на которой закреплена полоса искусственной травы. Высота ворса – 40 мм. Ширина искусственной травы может варьироваться, от 200 мм до всей поверхности наклонной.

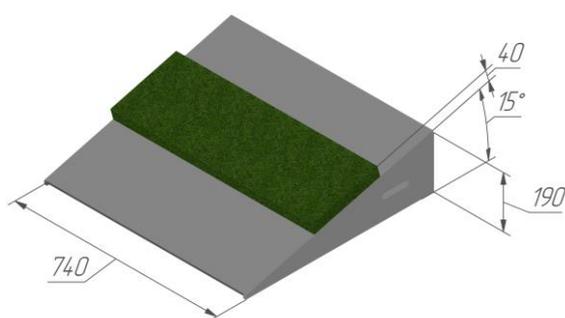


Рисунок 9 «Травяная горка»

Прохождение такой поверхности демонстрирует качество сцепления и мощность моторов робота, а также его способность преодолевать труднопроходимые участки под углом.

- 1.8. **Бассейн с шариками для тенниса** – участок, представляющий собой треугольное углубление, составленное из двух наклонных. В углубление насыпаны 300 пластиковых мячиков для пинг-понга (диаметр 40 мм). Габариты наклонных стандартные -  $740 \times 690 \times 200$ . Глубина слоя мячиков колеблется от 40 до 100 мм.

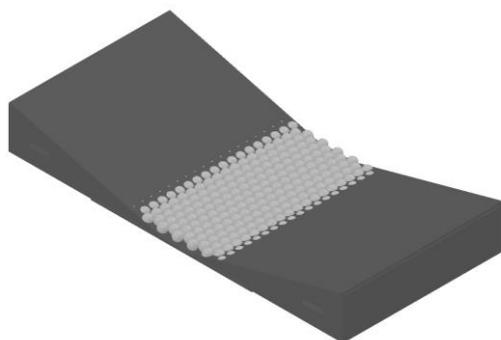


Рисунок 10 «Бассейн с шариками»

Данный участок служит для демонстрации высокой проходимости робота, по этому параметру это самое сложное испытание полигона. Для прохождения данного испытания также необходимы высокая маневренность и хорошие навыки управления роботом.

- 1.9. **Песок** – участок, представляющий собой короб, наполненный кварцевым песком, размер частиц 0,2-2,5 мм. Габариты короба 720x720x30. Высота песочного слоя колеблется в пределах 20-30 мм. Внутри короба оборудованы наклонные съезды, снаружи к коробу приставляются наклонные поверхности.

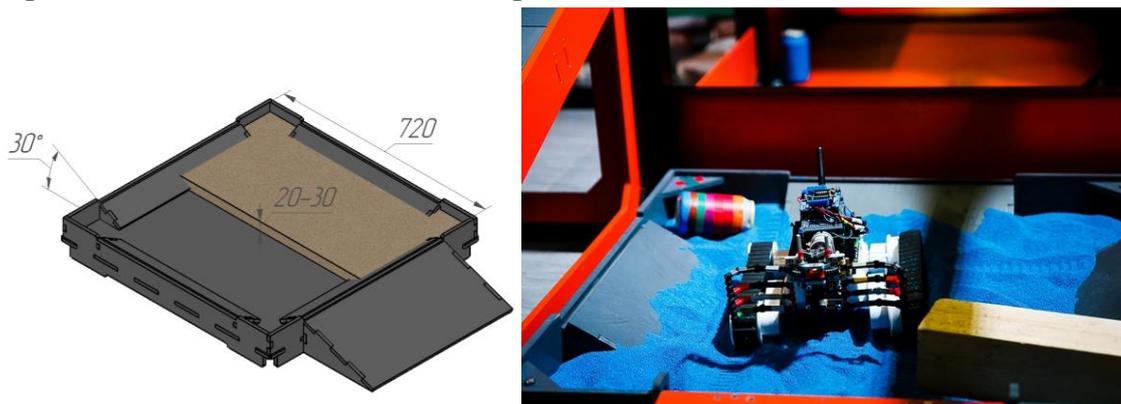


Рисунок 11 «Короб с песком»

Песчаная площадка необходима для демонстрации проходимости по осыпающимся поверхностям, прочности робота, его подверженности поломкам под влиянием внешних раздражителей, типичных в реальной ситуации.

- 1.10. **Туман** – участок с сильным задымлением. Представляет собой несколько соединенных секций (2-3 ячейки), с полом из фанеры (толщина 8 мм) и стенками из прозрачного оргстекла. Секции имеют три въезда (арочные проемы 500x500, занавешенные полосками резины шириной 50 мм). Дым генерирует дымшина, установленная внутри секции. Дополнительно, к полу секций прикручены препятствия – банки из оргстекла, диаметром 100 мм, 6-8 шт, в произвольном порядке. Ширина проезда между банками составляет минимум 350 мм.

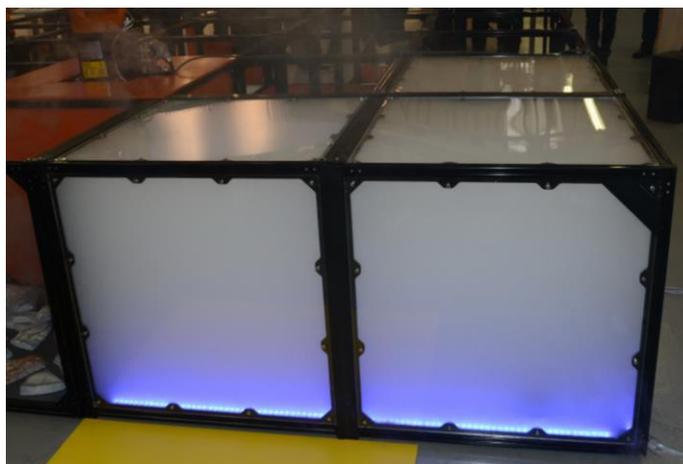
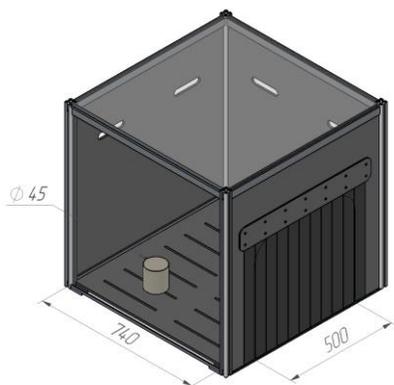


Рисунок 12 «Туман»

Данный участок служит для оценки способности ориентирования и маневрирования робота в условиях сниженной видимости. Допускается установка на робота фонариков, фар и других средств.

- 1.11. **Кнопка** – обыкновенный бытовой выключатель для лампочки. При нажатии загорается светодиодная лента на участке Туман. Кнопка расположена на высоте 70 мм от пола.



Рисунок 13 «Кнопка»

Кнопка служит для демонстрации свойств манипулятора робота: точность, усилие, дальность действия.

- 1.12. **Керамзит** - участок, представляющий собой короб, наполненный керамзитом, размер частиц 10-20 мм. Габариты короба 720x720x30. Высота керамзитного слоя колеблется в пределах 20-30 мм. Внутри короба оборудованы наклонные съезды, снаружи к коробу приставляются наклонные поверхности.



Рисунок 14 «Керамзит»

Данный участок необходим для демонстрации проходимости по осыпающимся поверхностям. Так как керамзит легкий, то чем дольше робот маневрирует в ячейке, тем сильнее он закапывается в слой керамзита.

- 1.13. **Сетка** – данный участок представляет собой каркас, с габаритами 740x740 мм. на каркасе натянута сетка. Натяжение слабое, сетка слегка провисает. Размер ячейки в сетке - 1 см<sup>2</sup>. Материал сетки - тонкий капроновый шнур, плетение - узловое.

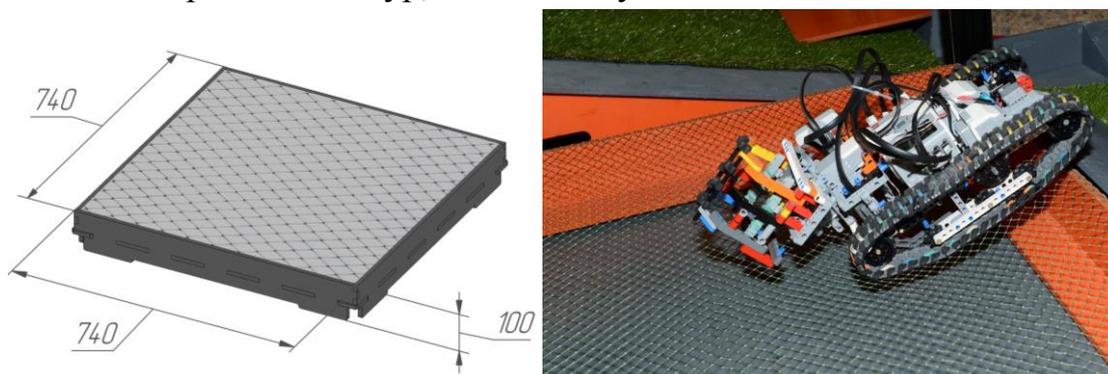


Рисунок 15 «Сетка»

Прохождение этого участка выявляет дефекты конструкции робота: торчащие, цепляющиеся детали, плохо распределенный баланс.

- 1.14. **Трясина** – в ячейку уложен полиэстеровый мешок, наполненный до половины полистироловыми шариками, диаметром 4-6 мм.



Рисунок 16 «Трясина»

На данном участке робот демонстрирует проходимость в вязкой среде, поверхность которой изменяется в зависимости от движений робота.

- 1.15. **Решето** представляет собой короб, крышкой которого служит лист фанеры с квадратными отверстиями, со стороной 80 мм.



Рисунок 17 «Решето»

- 1.16. **Крыша** – участок, представляющий собой отрезок кровельного листа (ондулина), с габаритными размерами 740x740x40.



Рисунок 18 «Крыша»

Данное препятствие демонстрирует проходимость робота.

- 1.17. **Качели** – фанера, закрепленная на оси, проходящей посередине. Качели расположены на высоте стандартных 15°-х наклонных. Задача робота – преодолеть участок от одной наклонной до другой, для чего необходимо проехать ровно вдоль оси, держа равновесие. Максимальный угол наклона качели составляет около 30°.

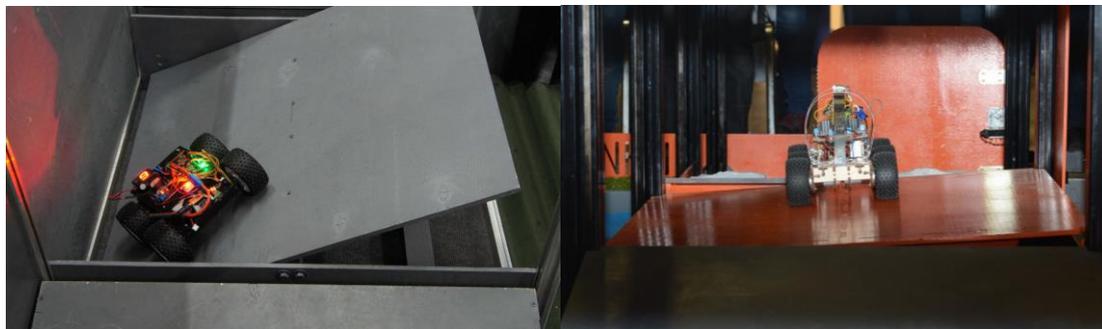


Рисунок 19 «Качели»

Данное препятствие демонстрирует чуткость управления роботом и навык оператора.

- 1.18. **Копыто** – конструкция, представляющая собой резкий подъем 30°, поворот и спуск под 30°. Препятствие покрыто ковролином для лучшего сцепления с поверхностью при подъеме и спуске. Высота подъема – 200 мм.

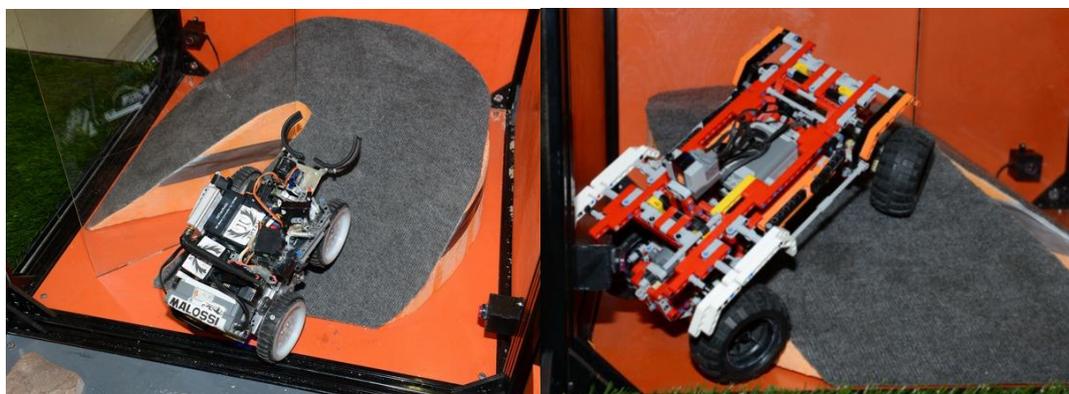


Рисунок 20 «Копыто»

Препятствие позволяет оценить маневренность робота, его баланс и момент на колеса.

- 1.19. **Буераки** – конструкция из деревянных брусков 50x50 мм разной длины, установленных вертикально, плотно друг к другу. Испытание размещается в одном стандартном кубе высотой 800 мм. Прохождение такой поверхности демонстрирует проходимость робота и мощность его моторов, а также его способность преодолевать труднопроходимые участки.



Рисунок 21 «Буераки»

- 1.20. **Ролики** – пол кубика представляет собой роликовый конвейер из полипропиленовых труб, посаженных на подшипники. Соответственно, трубы вращаются вокруг своей оси, затрудняя передвижение робота. Ролики испытывают проходимость робота и мощность его моторов.

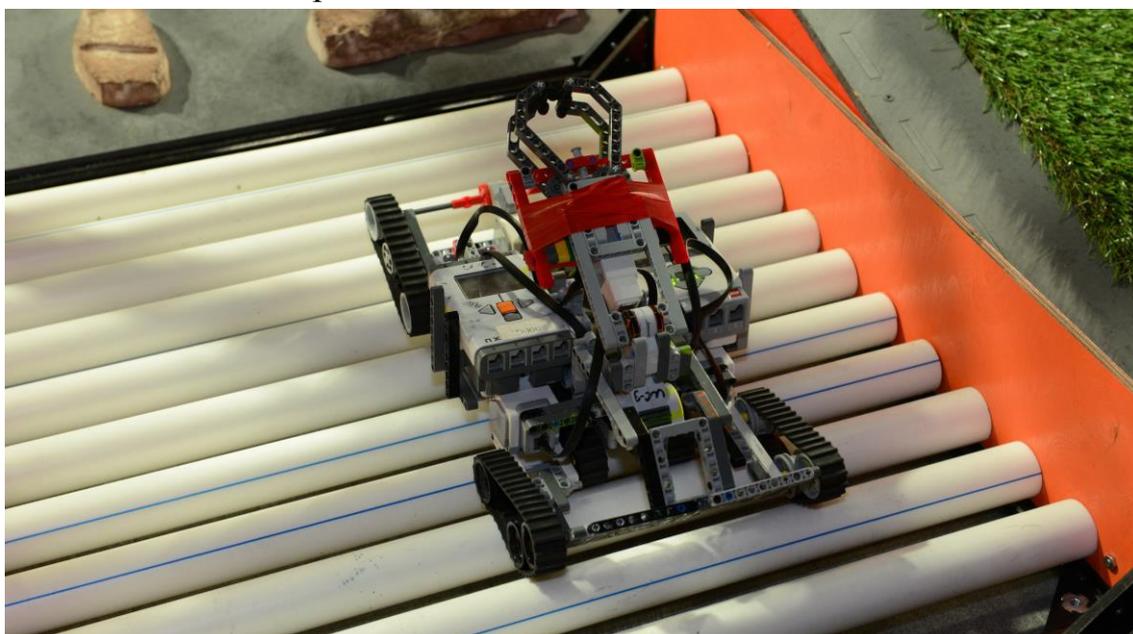


Рисунок 22 Ролики».

- 1.21. **Завал** – испытание представляет собой стандартный кубик полигона, крышка которого вырезана из фанеры с отверстиями, к которой с помощью металлических карточных петель прикреплены разнонаправленные полипропиленовые трубы. Таким образом трубы преграждают путь через кубик. Преграды можно отодвигать различными способами: корпусом робота или манипулятором.



Рисунок 23 «Завал»

Завал испытывают проходимость робота, мощность его моторов, прочность конструкции и функциональность манипулятора.

- 1.22. **Прямые ramпы** – это стандартный кубик, заполненный ступенчатыми ramпами разной высоты, с перепадом 50мм. Проверяет проходимость робота.



Рисунок 24 «Прямые ramпы»

- 1.23. **Косые ramпы** – это стандартный кубик, заполненный наклонными ramпами по 15° разной направленности. Проверяет проходимость

робота.

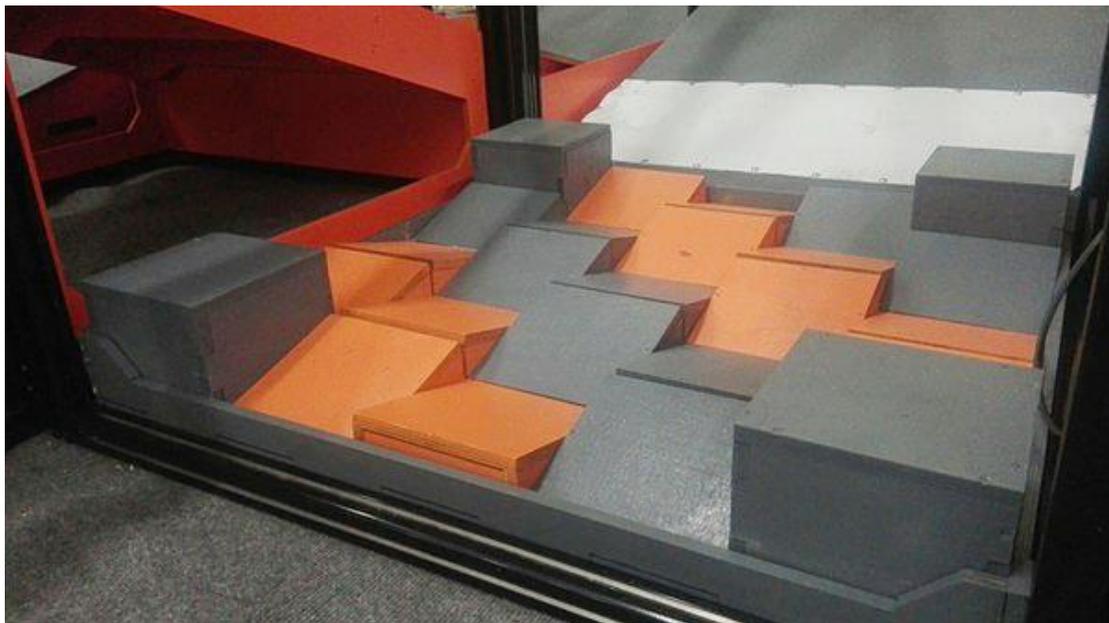


Рисунок 25 «Косые рампы»

## 2. 2 этаж

- 2.1. **Люк** – испытание, расположенное на 2-м этаже лабиринта: в ячейке, с люком вместо пола, находятся кнопки и спецмаяк. При снятии маяка или нажатии кнопки запускается таймер. По истечении времени (4 сек) люк открывается, и, если робот все еще находится в ячейке, то он падает на 1-й этаж лабиринта, на поролоновый пол.



Рисунок 26 «Люк»

- 2.2. **Гипнодиск** представляет собой отдельно стоящий стандартный куб лабиринта высотой 800 мм, в котором расположен крутящийся с переменной скоростью диск диаметром 650 мм, закрепленный в верхней крышке. Материал диска – фанера 10 мм, поверхность диска покрыта виниловой пленкой. Выезд с диска ведет на подвесной мост шириной 300 мм.



Рисунок 27 «Гипнодиск»

- 2.3. **Подвесной мост** собран из деревянных планок 300x65x12 мм, закрепленных на стропях шириной 30 мм. Промежуток между планками составляет 15-20 мм. Длина моста около 1,5 м, ширина 30 см, без перил.

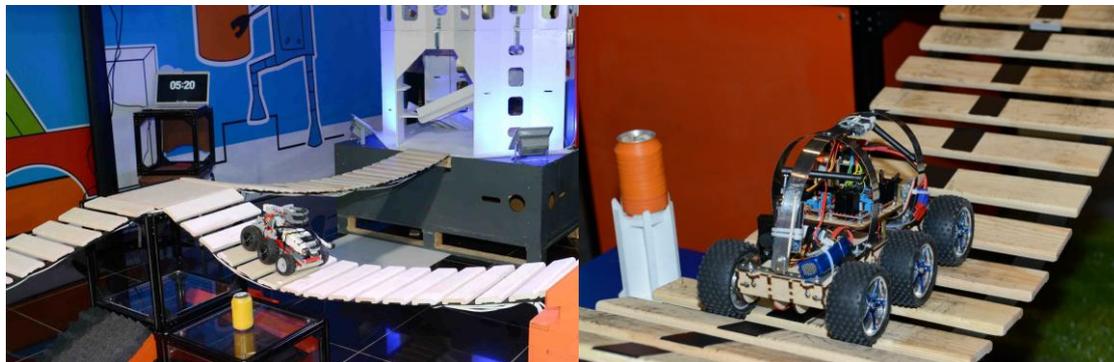


Рисунок 28 «Подвесной мост»

- 2.4. **Захват флага.** Каждому роботу перед стартом присваивается красный или зеленый цвет, в зависимости от того, с какого входа лабиринта он стартует (обозначено стрелками на рисунке).

На полигоне расположены кнопки двух цветов: красного и зеленого (обведены на рисунке соответствующим цветом), при нажатии которых Башня загорается соответственно красным или зеленым светом.

Тот робот, чьим цветом в конце попытки будет гореть башня, получает **дополнительные баллы**.

Правило работает для обеих номинаций.

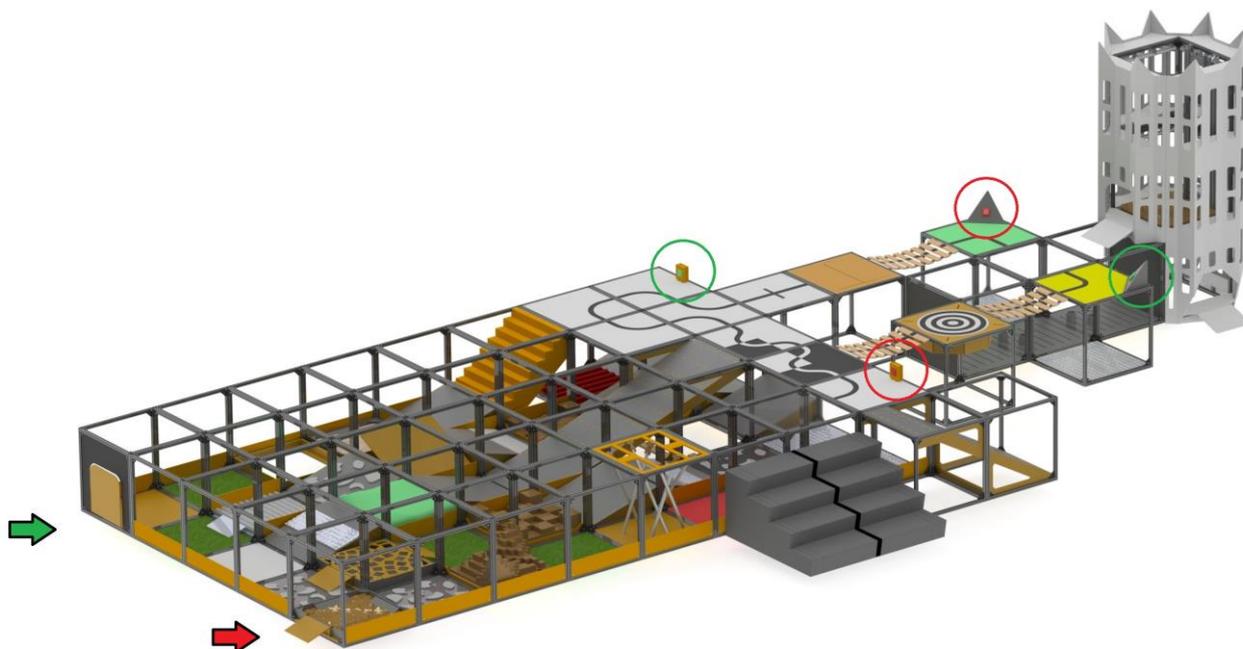


Рисунок 29 «Захват флага»



2.5. **Трубы:** Задание, рассчитанное на проверку характеристик манипулятора.

Представляет собой конструкцию из пластиковых труб, подвешенную на стенке ячейки. Каждая труба представляет собой определенное задание:

1. **Извлечь:** в трубу вложена трубка меньшего диаметра. Робот должен захватить и полностью извлечь трубку.
2. **Повернуть:** в трубу вложена трубка меньшего диаметра. Робот должен повернуть трубку вокруг своей оси, на 360/180 градусов, не вытаскивая из основной трубы.
3. **Исследовать:** (только в номинации Экстремал) внутри трубы на доньшке написана буква/цифра. Оператор и судья должны четко разглядеть символ на дне трубы.

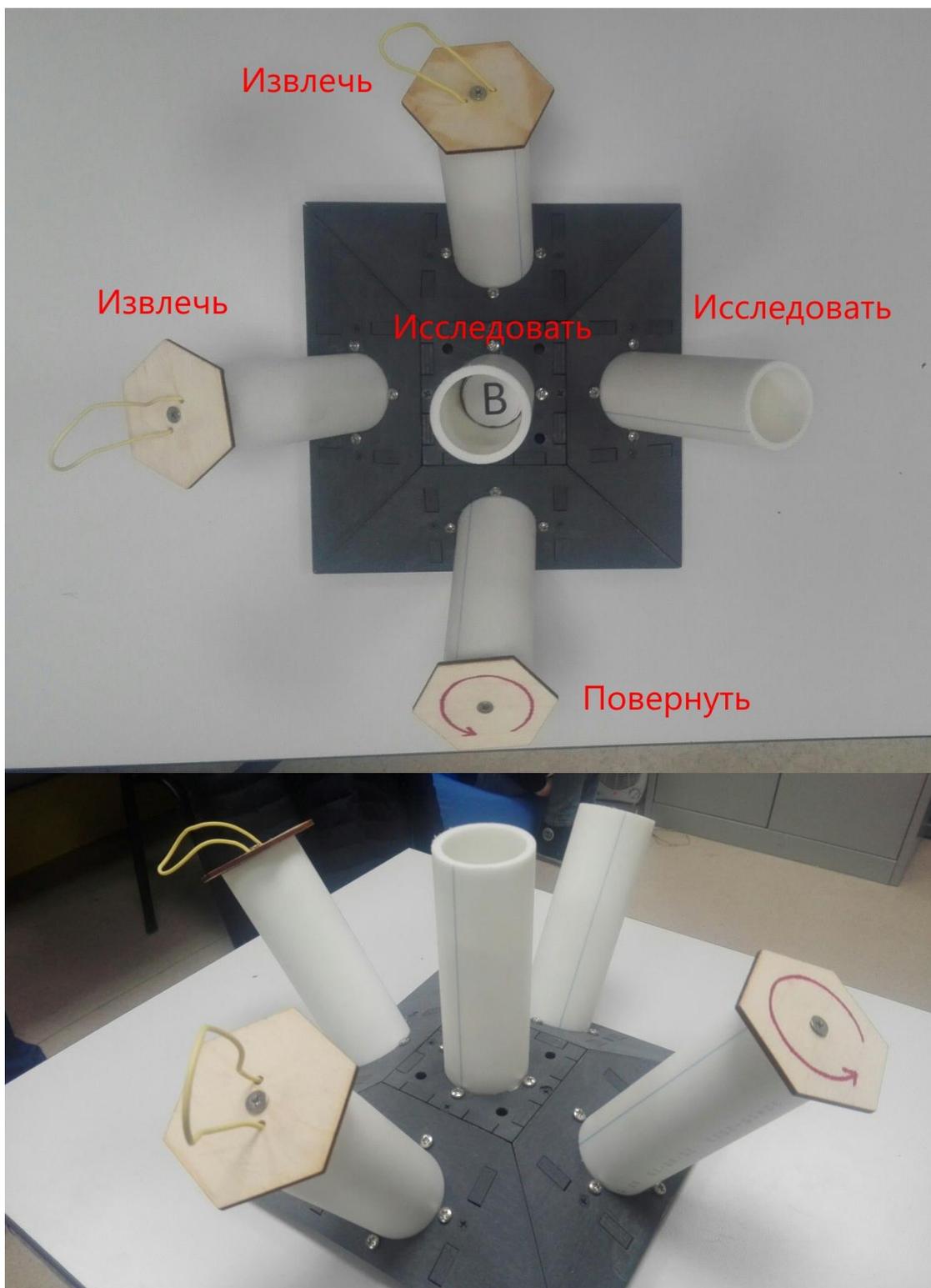


Рисунок 30 «Трубы»

### 3. Автономные участки

Ширина линии на всех участках составляет 50 мм.

#### 3.1. Движение по линии:

- 3.1.1. **Сплайн** представляет собой извилистую инверсную черно-белую линию, роль перекрестков исполняет черный металлический профиль, из которого собраны кубы лабиринта.

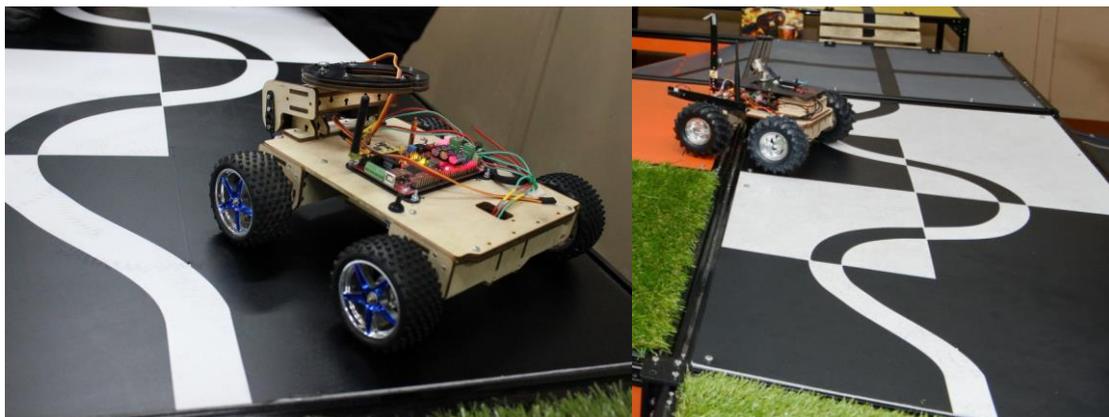


Рисунок 31 «Сплайн»

- 3.1.2. **Участки с линией (черная на белом)** представляют собой белые поля 800x800 мм с черной линией, с перекрестками и поворотами. На перекрестках могут быть расположены маяки.

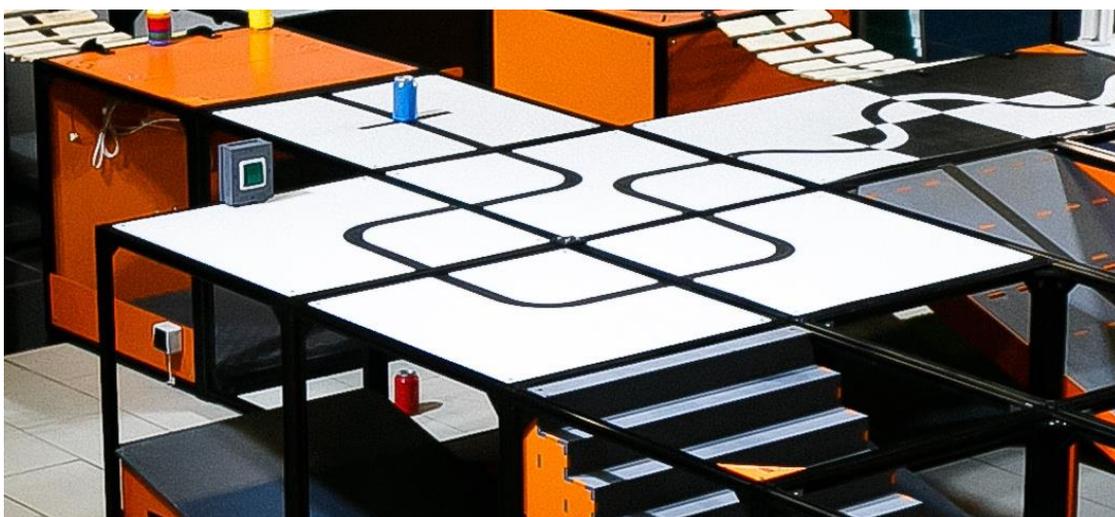


Рисунок 32 «Участки с линией (черная на белом)»

- 3.1.3. Участки с линией (черная на сером) – черная линия на серых деталях полигона – наклонные, серые поля, лестница.
- 3.1.4. Подвесные мосты (прерывистая линия) – черная линия на подвесном мосту.

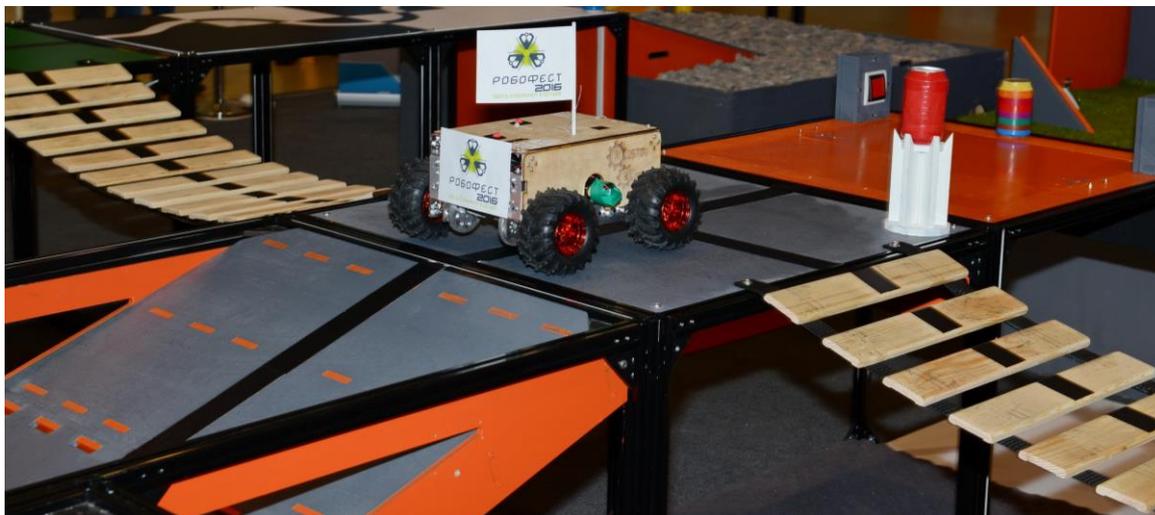


Рисунок 33 «Участки с линией (черная на сером). Подвесной мост»

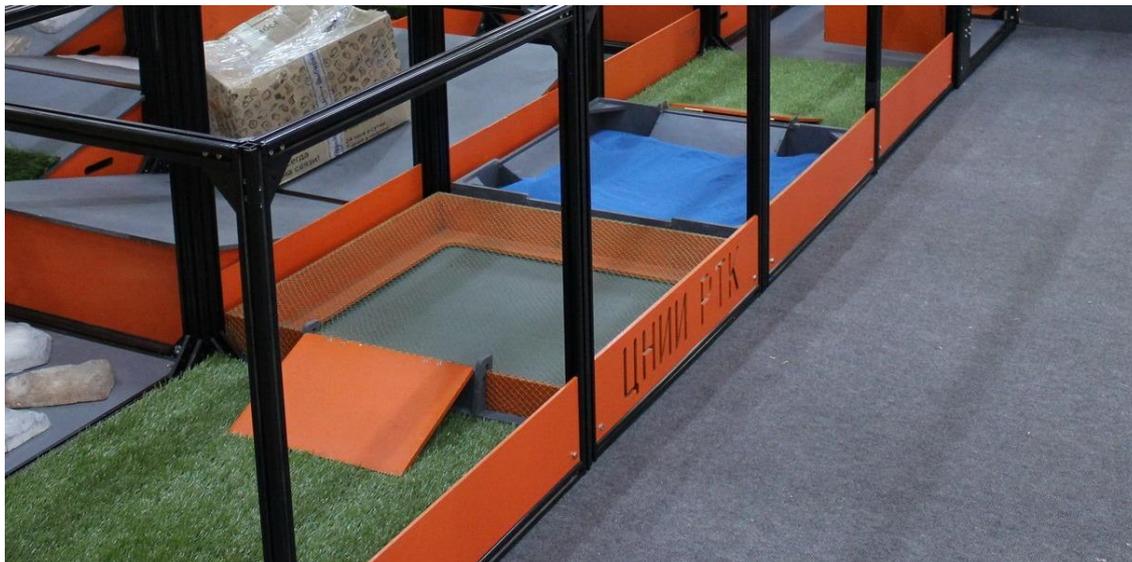
- 3.1.5. Участки с линией (черная на цветном) представляют собой цветные поля для маяков 800x800 мм с черной линией. Цвета полей: желтое и зеленое.



Рисунок 34 «Участки с линией (черная на цветном)»

3.2. **Движение вдоль стены**

- 3.2.1. Стенки лабиринта (движение вдоль стены, по дальномеру) – высота стенки 15 см, стенка тянется по всему лабиринту.



## 4. Спуски/подъемы

- 4.1. **Наклонная поверхность 20°** – наклонная, состоящая из 2х ячеек лабиринта, въездом на которую служит стандартная наклонная 15°. Наклонная 20° ведет на второй этаж лабиринта.



Рисунок 35 «Наклонная 20°»

- 4.2. **Мини лестница** – испытание представляет собой стандартный кубик полигона, внутри которого расположена лестница, ведущая на второй этаж полигона. Лестница состоит из восьми ступеней высотой 75мм и длиной 90мм. К лестнице ведёт стандартная наклонная (15°).

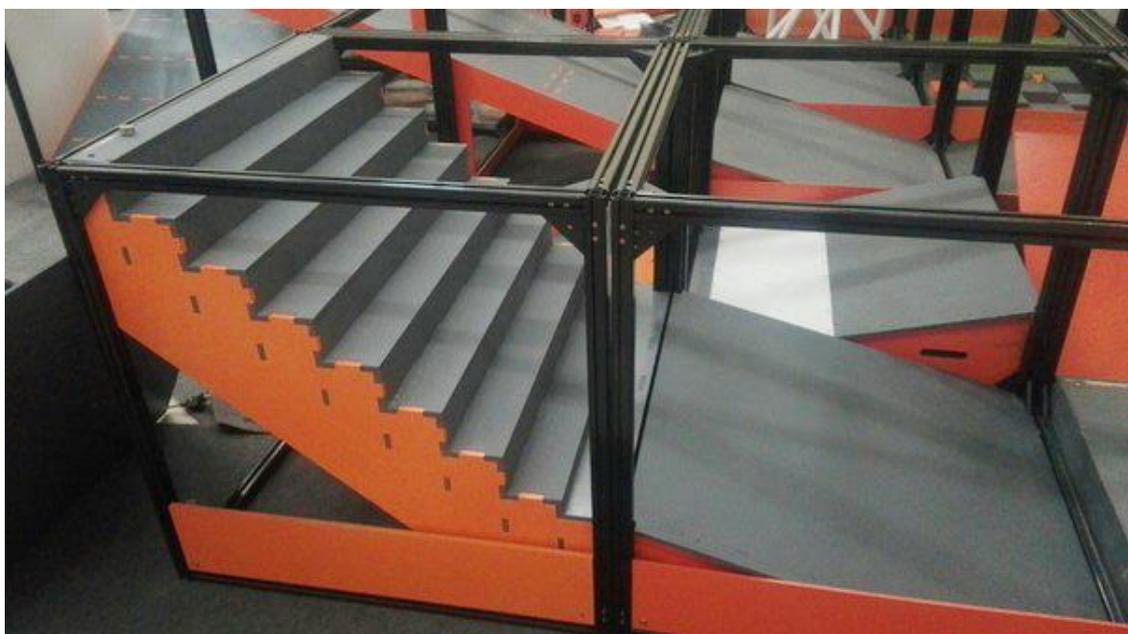


Рисунок 36 «Мини лестница»

Лестница проверяет проходимость робота и мощность его моторов.

- 4.3. **Наклонная 30°** – наклонная ведет на второй этаж и занимает два стандартных кубика полигона. Испытание проверяет мощность моторов робота и момент колеса.



Рисунок 37 «Наклонная 30°»

- 4.4. **Лестница** с габаритными размерами 1480x1220x620 мм, высота ступени 150 мм, ширина ступени 340 мм.

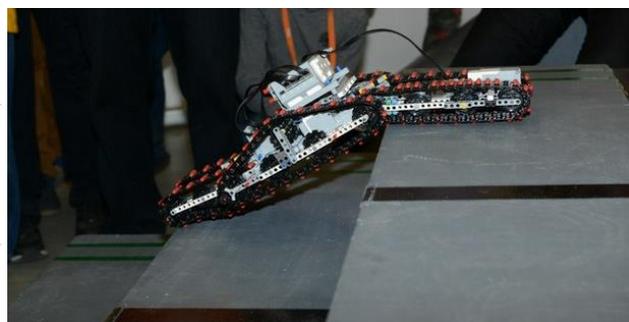
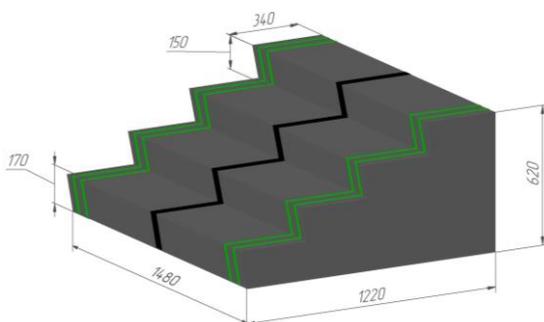


Рисунок 38 «Лестничный марш»

Лестничный марш предназначен для демонстрации и отработки движения мобильного робота по поверхностям с переменной геометрией.

## 5. Маяки

- 5.1. **Сбор маячков** - Маячок представляет собой алюминиевую банку объемом 0.33л. Банка раскрашена в один из следующих цветов: красный, синий, зеленый, желтый. Задача робота схватить и поднять маяк, либо любым другим способом доставить ее в соответствующую по цвету зону (пластиковое цветное поле).

Доставка маячков позволяет оценить точность и маневренность робота и функциональность его манипулятора.



Рисунок 39 «Пример расположения маячков и зон в лабиринте»

- 5.2. **Минибашенка** – постамент, представляющий собой миниатюрную копию Башни, с габаритными размерами 160 мм высотой и диаметром 90 мм. На него устанавливается стандартный маяк.

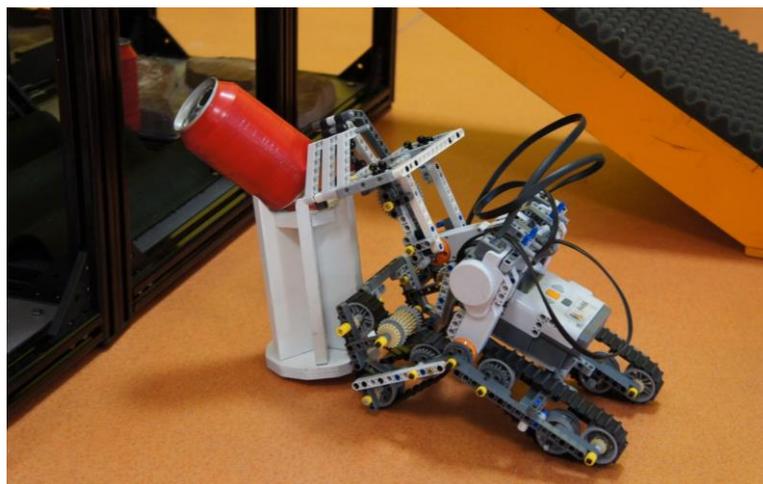
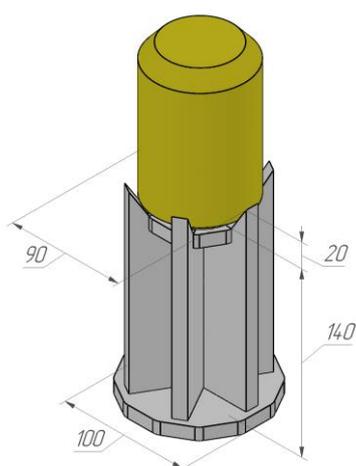




Рисунок 40 «Башенка с маяком»

Снятие маяка с башенки демонстрирует высокую функциональность манипулятора робота.

## 6. Башня

- 6.1. Башня представляет собой конструкцию, построенную на основе трёх стандартных кубов высотой 800 мм, оснащённую кнопками для набора комбинации символов и лифтом. Высота башни 2400 мм. Конструкция имеет вьезды шириной 400мм и высотой 360мм, со скругленными или усеченными углами. Количество вьездов изменяется в зависимости от сборки полигона и расположения испытаний. Основной вьезд в башню находится на втором этаже лабиринта.

На верхнем ярусе башни расположена наклонная-трамплин для совершения роботом «прыжка» с башни.



Рисунок 41 «Башня»

Башня необходима для оценки маневренности робота в условиях ограниченного пространства, а также для демонстрации прочности конструкции робота.

- 6.2. **Лифт** – подъемная конструкция, приводящаяся в движение при наборе роботом комбинации с помощью кнопок. Размеры платформы – 720x600 мм. Служит для подъема робота на верхний ярус башни, откуда робот может совершить «прыжок веры». На первый этаж лабиринта лифт опускаться не может.



Рисунок 42 «Лифт»

- 6.3. **Кнопки в башне** – четыре бытовых выключателя, закрепленные на боковой стенке лифта. На трех кнопках нанесены символы (по две геометрические фигуры на каждой). Таким образом, каждому положению выключателя соответствует символ (выключатели с фиксацией). Четвертая кнопка – кнопка подтверждения введенной комбинации символов (выключатель без фиксации, обозначен желтой галочкой).

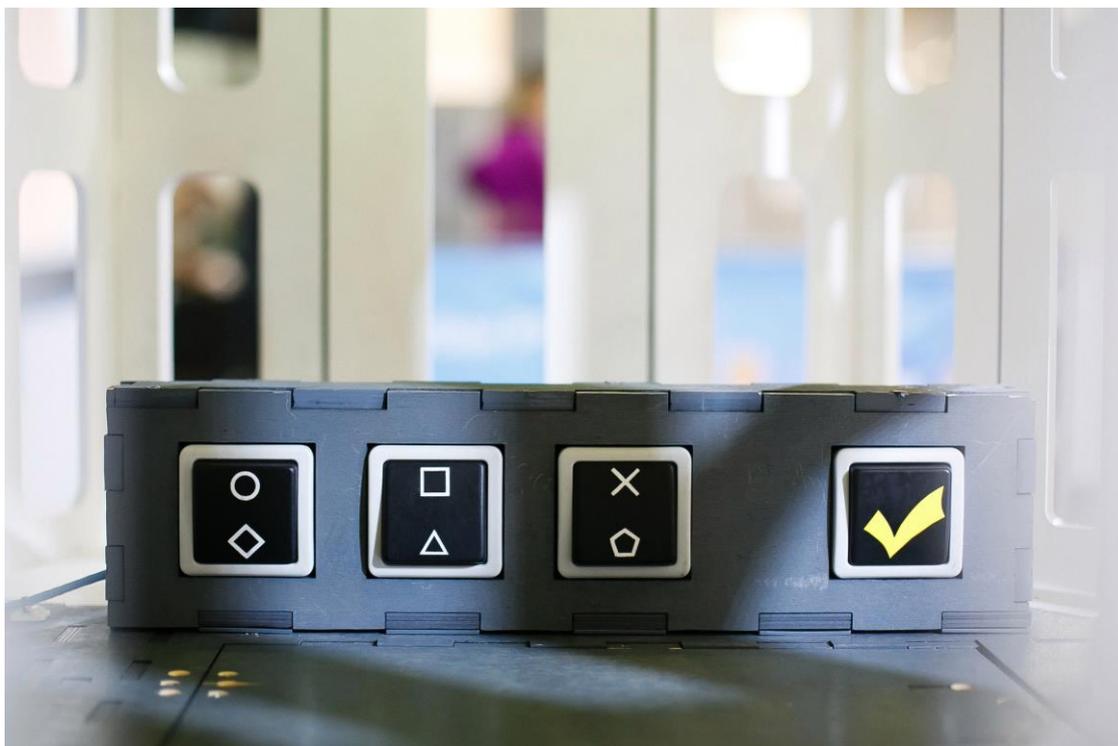


Рисунок 43 «Кнопки лифта»

Символы, составляющие комбинацию в этой попытке, выдаются участнику соревнований в виде жетонов.

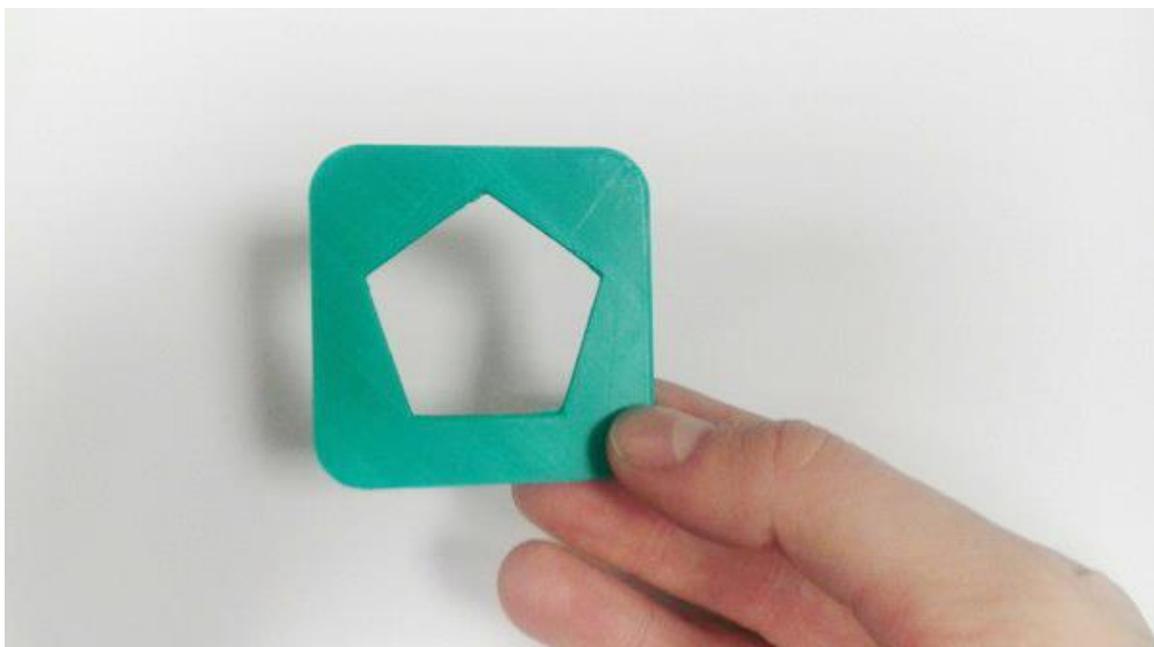


Рисунок 44 «Жетон с символом»

Жетоны выдаются при прохождении испытаний, отмеченных специальными треугольными табличками. Таких испытаний на полигоне от десяти и больше. Жетон можно получить за любое

испытание. В сумме, участник должен получить три жетона, для того, чтобы узнать комбинацию целиком.



Рисунок 45 «Испытание, отмеченное табличкой»

После получения трёх жетонов робот, попавший в лифт, может ввести комбинацию с помощью кнопок, после чего нажать кнопку с «галочкой», что приведёт лифт в действие. После чего лифт доезжает до третьего этажа, и останавливается на несколько секунд. Далее возможны два варианта развития событий:

### **1. Комбинация набрана правильно:**

Лифт едет до четвертого этажа, и робот оказывается на верхнем ярусе башни. Робот может либо совершить «прыжок веры», либо нажать кнопку с «галочкой» еще раз, чтобы опустить лифт вниз. Также, на короне башни расположен башенный (белый) маяк, который можно захватить и доставить на белое поле.

### **2. Комбинация набрана неправильно:**

Платформа лифта проваливается под роботом, и робот падает с высоты 3го этажа лабиринта (1800 мм) в подвал башни, на двойной слой поролон. Из подвала можно выехать и оказаться на уровне первого этажа лабиринта.

Испытание предназначено для демонстрации возможностей действий робота в ограниченном пространстве и свойств манипулятора робота: точность, усилие.

- 6.4. **5.4 Прыжок веры** совершается с трамплина на верхнем ярусе башни (2500 мм высота над полом). Трамплин представляет собой наклонную шириной 350 мм, установленную под углом 30°. На полу в зоне прыжка расстелена искусственная трава с поролоновой подложкой.



Рисунок 46 «Прыжок веры»

Испытание служит для демонстрации прочности конструкции робота.



## 7. Конфигурация стенда

Конфигурация полигона и расположение препятствий будут известны в день соревнований. Окончательный перечень препятствий и начисляемые за них баллы будут известны за неделю до начала соревнований.

Некоторые отдельные детали, препятствия и их расположение могут изменяться и добавляться непосредственно перед началом соревнований в силу непредвиденных обстоятельств.