

## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в виртуальном симуляторе»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в виртуальном симуляторе для развития навыков управления БПЛА и принятия решений в различных ситуациях.

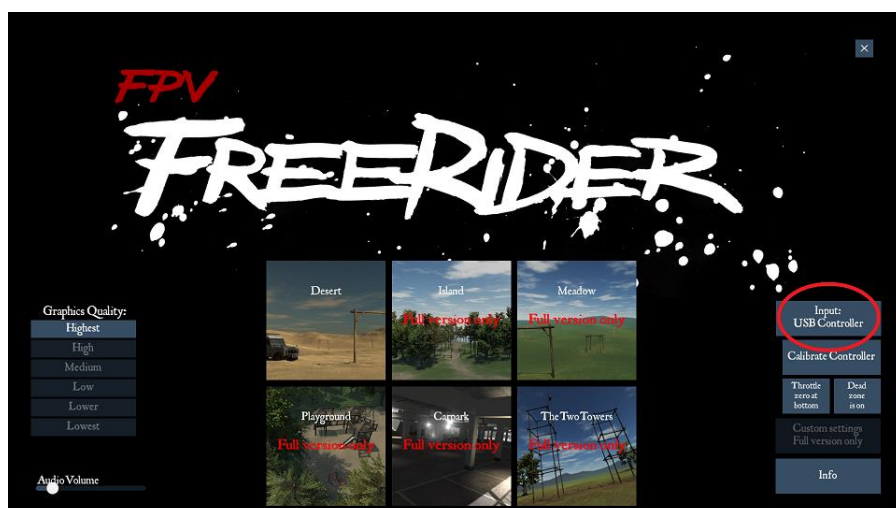
### Планируемые результаты:

- знать назначение органов управления пульта дистанционного управления;
- уметь управлять квадрокоптером в симуляторе с видом от третьего лица (line of sight) в режиме стабилизации;
- уметь управлять квадрокоптером в симуляторе с видом от первого лица (first person view) в режиме стабилизации.

### Используемое оборудование и материалы:

- компьютер с виртуальным симулятором (например, FPVFreerider);
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- провод microUSB для подключения пульта к компьютеру.

### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

Квадрокоптер в пространстве (реальном или виртуальном) перемещается по трем осям: тангаж (Pitch), крен (Roll), рыскание (курс) (Yaw). На каждую ось – свой канал в пульте управления, плюс отдельный канал на газ (Throttle). Итого 4 канала управления коптером. Ниже на рисунке 1 приведена схема элементов управления и их назначение.

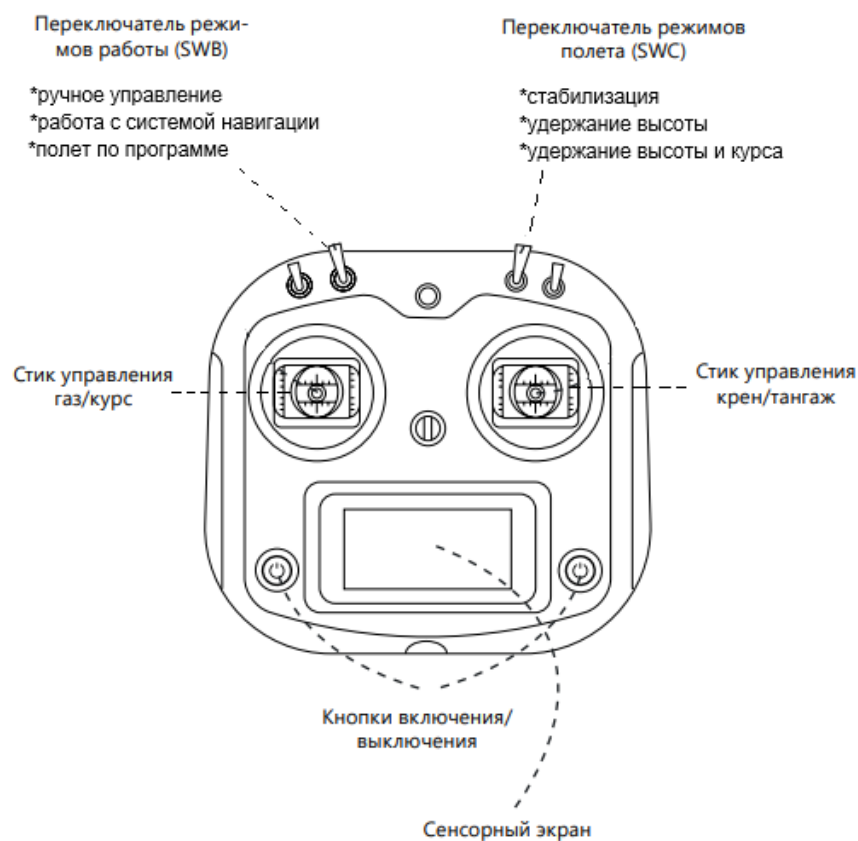
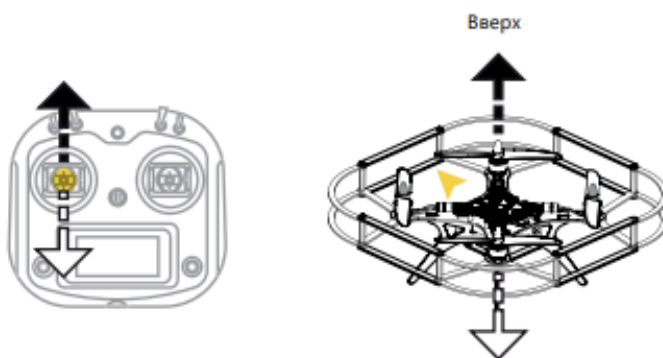


Рисунок 1 – Органы управления

### Назначение элементов управления

#### 1. Управление высотой



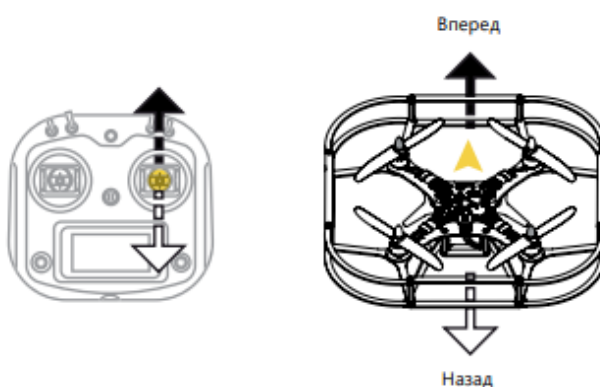
*При перемещении стика газ/курс от себя квадрокоптер набирает высоту, при перемещении на себя – снижается.*

## 2. Вращение вокруг своей оси



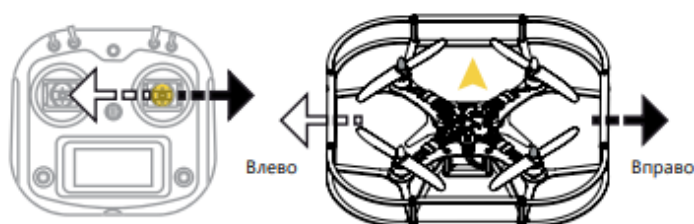
*При перемещении стика газ/курс влево/вправо квадрокоптер поворачивается вокруг своей оси.*

## 3. Полёт вперёд/назад



*При перемещении стика крен/тангаж от себя, квадрокоптер наклоняется вперёд и летит вперёд. При перемещении стика крен/тангаж на себя, квадрокоптер наклоняется назад и летит назад.*

## 4. Полёт боком влево/вправо



*При перемещении стика крен/тангаж влево/вправо, квадрокоптер летит боком влево/вправо.*

Управляйте квадрокоптером плавно, не дергайте стики пульта слишком резко или сразу в крайнее положение. Пульт управления держите двумя руками, пальцы обеих рук всегда держатся за стики.

Если у вас нет опыта управления квадрокоптером, а также если вы хотите совершенствовать свои навыки, начните с полётов в симуляторе. Так вы освоите управление без риска для квадрокоптера, себя и окружающих.

## Практическая часть

1. Подключите пульт FlySky F6S к компьютеру проводом microUSB, и вы сможете тренироваться с ним в любом симуляторе.

2. Изучите за что отвечают кнопки и стики пульта дистанционного управления.

3. Для получения начальных навыков пилотирования скачайте бесплатную версию симуляторов полёта на квадрокоптере (например, FPVFreerider demo) для Вашей ОС.

4. Установив программу, подключите пульт к компьютеру, включите его и запустите симулятор. Все тумблеры на пульте должны быть в крайнем верхнем положении.

5. Выберите управление через **USB Controller** (рисунок 1) и перейдите в пункт **Calibrate Controller**. Далее следуйте указаниям на экране, поочередно приводя соответствующий стик в крайнее положение и нажимая **OK** (рисунок 2). По завершении калибровки проверьте правильность реакции программы на движения стиков, подправьте ошибки с помощью ползунков **trim** (рисунок 3). Виртуальный пульт должен в точности повторять ваши движения, от этого зависит удобство управления.

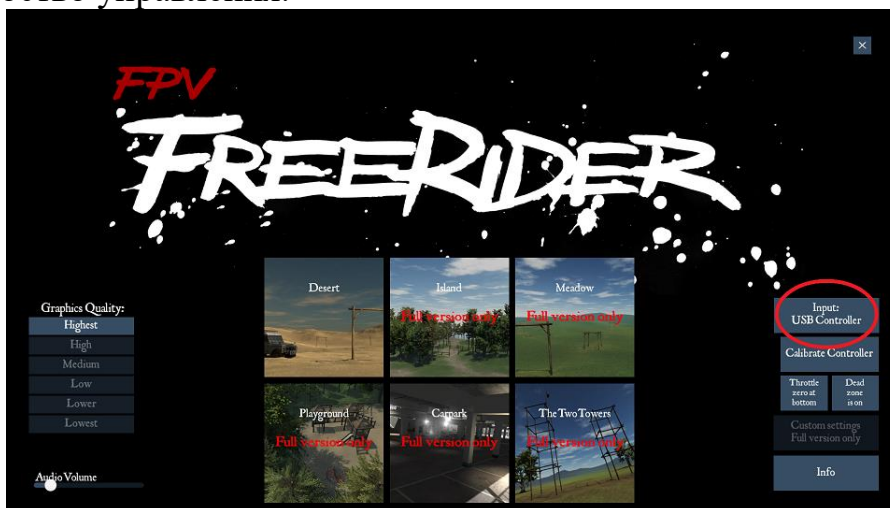


Рисунок 1 – Калибровка пульта (USB Controller)

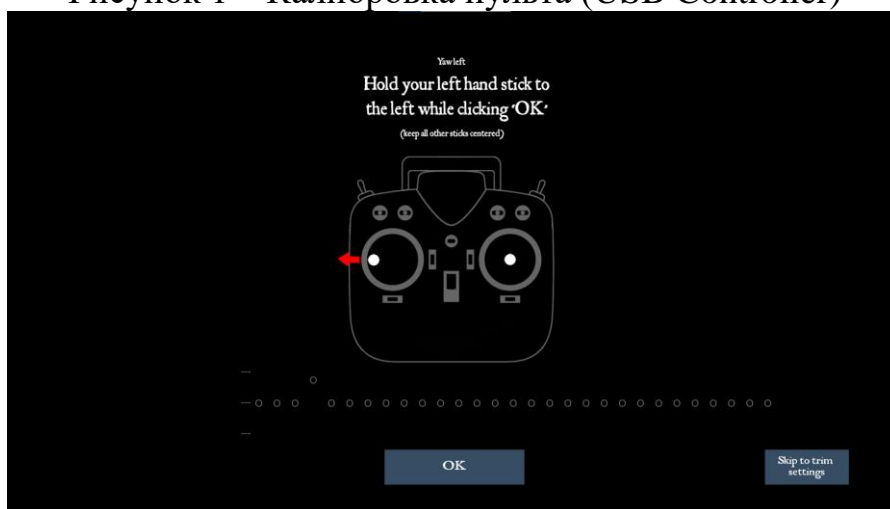


Рисунок 2 – Калибровка пульта (Calibrate Controller)

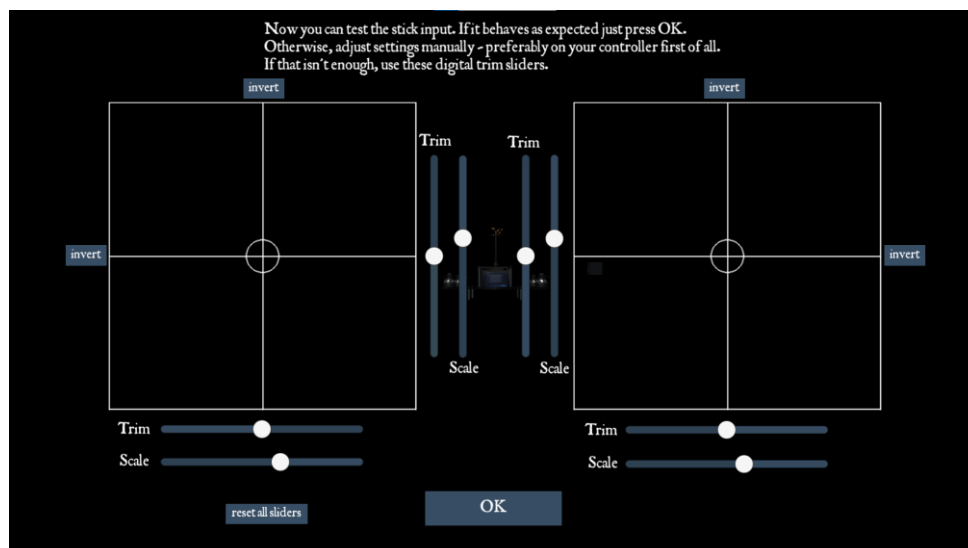


Рисунок 3 – Калибровка пульта (trim)

6. Закончив калибровку, откройте доступную карту для полёта.

7. Вначале обычно рекомендуют научиться управлять квадрокоптером с видом от третьего лица (Line of sight) и в режиме стабилизации. Для этого щелчком мыши по кнопкам в левом верхнем углу экрана выберите режим **Self-Leveling is on, Low rates are on** и **Camera**, как на рисунке 4.



Рисунок 4 – Управление в режиме стабилизации

8. Выполните упражнение «Взлёт и посадка».

Для этого плавно толкните левый стик вперед. Когда квадрокоптер оторвется от поверхности, постарайтесь удерживать его на небольшой высоте, а затем приземлиться, плавно возвращая стик в нижнее положение. Научитесь чувствовать момент взлёта и касания.

9. Выполните упражнение «Полёты вперёд-назад и влево-вправо».

Для этого, удерживая квадрокоптер на одной высоте, толкните и отпустите правый стик в любом направлении. Обратите внимание, что при наклоне квадрокоптер не только разгоняется, но и теряет высоту. Чтобы компенсировать снижение, добавьте оборотов левым стиком. Научитесь летать в разных направлениях без потери высоты и не упуская квадрокоптер из виду. Если хотите начать заново, нажмите кнопку Reset в левой части экрана.

#### 10. Выполните упражнение «Полёт по квадрату».

Наклон левого стика в стороны управляет поворотом квадрокоптера. При изменении направления управлять полетом становится сложнее, т.к. надо учитывать в какую сторону «смотрит» аппарат. Стандартное упражнение на такой случай - полёт по квадрату. Попробуйте летать по воображаемому квадрату небольшой площади, разворачивая коптер на 90 градусов в каждом угле. Пролетев против часовой стрелки, смените направление. Постепенно вы научитесь контролировать направление полета.

11. Также в симуляторе можно научиться управлять коптером в режиме вида от первого лица (FPV) с курсовой камеры. Для этого щелчком мыши переключите кнопку **Camera** в режим **FPV** и выполните упражнения, описанные ранее.

### Контрольные вопросы

1. По каким трём осям перемещается квадрокоптер в пространстве?
2. Назовите назначение стиков пульта дистанционного управления.
3. Какие существуют правила/рекомендации по управлению квадрокоптером при помощи пульта?
4. Что такое режим FPV?
5. Как осуществляется подготовка к полёту в симуляторе?



## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в режиме ручного визуального пилотирования: взлёт-посадка, зависание в воздухе»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в режиме ручного визуального пилотирования, включая взлёт, посадку и зависание в воздухе.

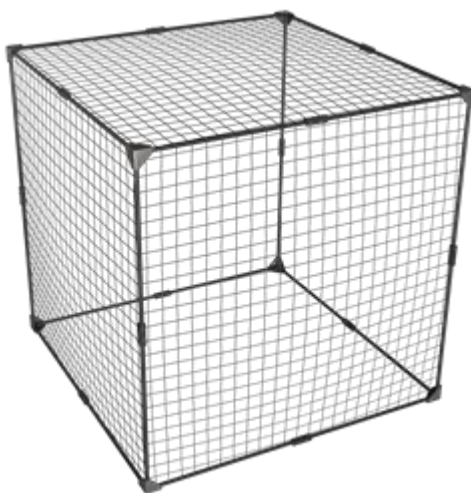
### Планируемые результаты:

- освоить техники взлёта, посадки и зависания в воздухе в режиме ручного визуального пилотирования;
- приобрести навыки управления квадрокоптером в различных режимах полёта;
- повысить уровень безопасности полётов за счёт более глубокого понимания принципов управления БПЛА.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- безопасное воздушное пространство.

### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

Геоскан «Пионер» пилотируется с помощью пульта дистанционного управления (ДУ). Пульт ДУ делится на две части: левый и правый стики управления. Эти стики отвечают за управление перемещением квадрокоптера в пространстве (рисунок 1). С помощью левого стика регулируется высота полёта и вращение квадрокоптера вокруг оси. Правый стик позволяет контролировать крен и тангаж для определения направления полёта и управления наклоном.

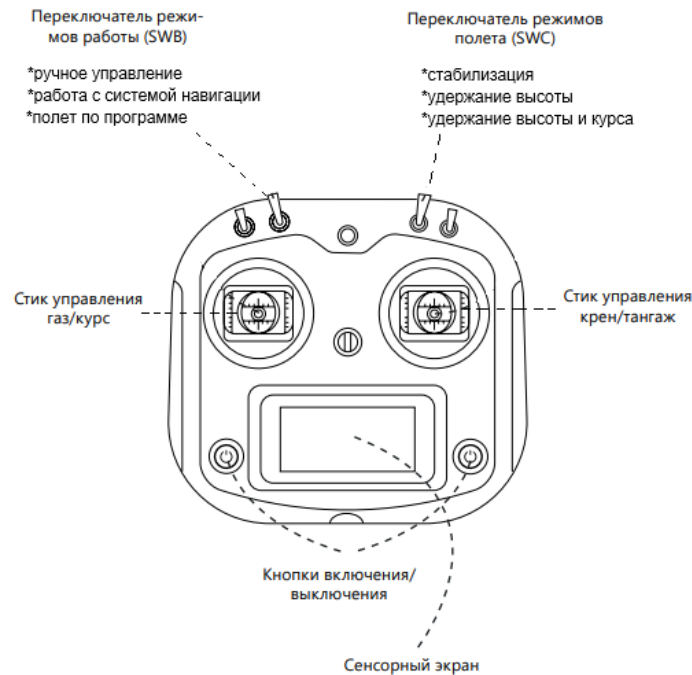


Рисунок 1 – Органы управления

### Процедура включения квадрокоптера на взлётной площадке:

1. Пульт управления – включить.
2. Заряд батареек пульта – проверить, при необходимости заменить.
3. Li-Po аккумулятор на борту коптера – подключить.
4. Arm (режим активации моторов коптера) – выполнить (левый стик вправо вниз на 3 секунды).
5. Газ – включить на 10%.
6. Процедура выключения – последовательность действий после посадки или крушения коптера.

### Процедура выключения квадрокоптера и завершение полета:

1. Газ – перевести в минимум.
2. Disarm (режим деактивации моторов коптера) – выполнить (левый стик влево вниз на 3 секунды).
3. Газ – включить на 10% для проверки, что disarm прошел успешно.
4. Li-Po аккумулятор на борту коптера – отключить.
5. Пульт управления – выключить.



## Практическая часть

1. Выполните предполётную подготовку коптера в помещении (см. Приложение 1).

2. Проверьте следующие пункты чек-листа:

- аккумуляторы плотно установлены в отсек и провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными не помешают полётам;
- пропеллеры установлены правильно, закреплены и свободно вращаются;
- элементы защиты коптера целы и закреплены;
- выбран правильный режим полёта;
- присутствующие люди находятся за спиной.

3. Обеспечьте безопасность как перед взлётом, так и во время полёта (см. Приложение 1).

4. Для получения опыта пилотирования выполните следующие упражнения, рассчитанные на выполнение в режимах без удержания высоты и курсовой стабилизации.

5. Выполните упражнение **«Взлёт и посадка»**.

Для этого нужно плавно подвинуть стик газа вперёд до момента, когда коптер визуально будет буквально стремиться на взлёт, в этой ситуации звук двигателей слегка меняет свою тональность. После одним точным движением стика увеличиваем тягу на величину, где коптер плавно, но резко оторвется от поверхности. Оказавшись на высоте 30-40 см, начинаем отрабатывать процесс посадки. Тут стоит быть особо внимательными, так как посадка является одной из самых трудных и опасных задач. Ни в коем случае не укладывайте сразу левый стик до упора вниз, тем самым полностью минимизируя тягу, которая приведет к резкому крушению коптера. Необходимо учиться плавно сбавлять газ стиком, снижая аппарат над поверхностью.

Пульт дистанционного управления держите двумя руками, пальцы обеих рук всегда держатся за стики: левая – за стик газ / поворота вокруг оси, права – направление вперед/назад/влево/вправо. Движение стиками осуществлять без резких движений с максимальной плавностью.

Повторяйте упражнение «взлет – посадка» не менее одного-двух десятков раз до автоматизма и полной уверенности, при этом понемногу увеличивая высоту взлета в пределах 10-15 сантиметров, но не более 1.5 метров общей допустимой высоты.

6. Выполните упражнение **«Зависание в воздухе»**.

Очень важно научиться удерживать коптер в воздухе на одной высоте и в одной точке вручную, без помощи дополнительного режима поддержания высоты. Коптер может сносить в сторону ветром, турбулентные завихрения будут вынуждать коптер двигаться в пространстве, а истощение заряда аккумулятора – постепенно терять высоту. Поэтому контроль полёта в режиме «зависания в воздухе» – одно из важнейших упражнений в процессе освоения пилотирования коптера.

Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлёта. Двигая стик газа вверх-вниз, работаем над контролем высоты в течение 30 секунд, не допускать движение им влево-вправо! В противном случае нос коптера начнет поворачиваться. При отклонении коптера из стороны в сторону, одновременно с левым стиком газа, работаем правым стиком тангажа (вперед/назад) и крена (влево/вправо) для стабилизации и удержания коптера в одном положении. После совершить мягкую посадку коптера в точку взлета.

Для более точного управления рекомендуется удерживать стики управления указательным и большим пальцем. Разница управления коптером одним пальцем и двумя велика. Таким способом проще контролировать, как скорость, так и направление коптера.

Повторяйте упражнение не менее одного-двух десятков раз, пока не научитесь удерживать коптер в пределах воображаемого полуметрового круга.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое процедуры «Arm» и «Disarm», как они выполняются?
2. Какие основные этапы включается в себя предполётная подготовка коптера в помещении?
3. В каких случаях запрещается использовать аккумуляторы для полётов?
4. Где располагаются зрители во время полёта?
5. Что необходимо выполнить после запланированной посадки и окончания полётов?

## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в режиме ручного визуального пилотирования: полёты вперёд-назад и влево-вправо, полёт по кругу (кормой к себе)»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в режиме ручного визуального пилотирования, включая полёты вперёд-назад и влево-вправо, полёт по кругу (кормой к себе).

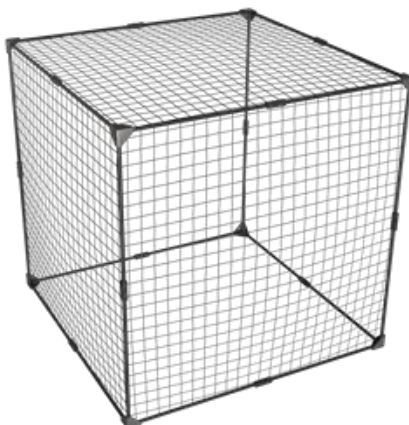
### Планируемые результаты:

- приобрести навыки управления мощностью двигателей и углом тангажа и кабрирования для прямолинейного полёта вперёд-назад на заданной высоте;
- приобрести навыки управления мощностью двигателей и углом крена для прямолинейного полёта налево-направо;
- повысить уровень безопасности полётов за счёт более глубокого понимания принципов управления БПЛА.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- безопасное воздушное пространство.

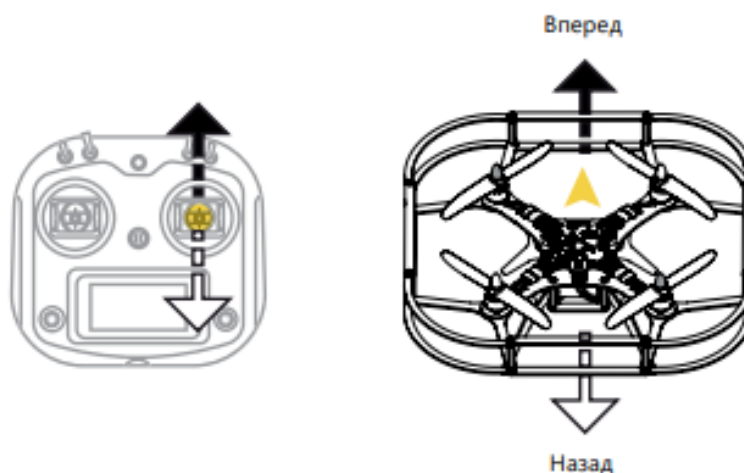
### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

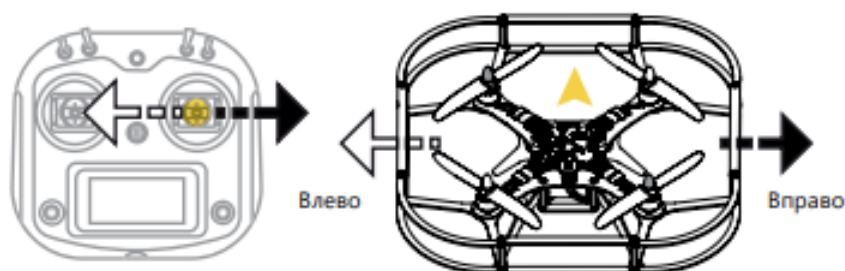
Геоскан «Пионер» пилотируется с помощью пульта дистанционного управления (ДУ). Пульт ДУ делится на две части: левый и правый стики управления. Эти стики отвечают за управление перемещением квадрокоптера в пространстве. С помощью левого стика регулируется высота полёта и вращение квадрокоптера вокруг оси. Правый стик позволяет контролировать крен и тангаж для определения направления полёта и управления наклоном.

### Полёт вперёд/назад



При перемещении стика крен/тангаж от себя, квадрокоптер наклоняется вперёд и летит вперёд. При перемещении стика крен/тангаж на себя, квадрокоптер наклоняется назад и летит назад.

### Полёт боком влево/вправо



При перемещении стика крен/тангаж влево/вправо, квадрокоптер летит боком влево/вправо.

## Практическая часть

1. Выполните предполётную подготовку коптера в помещении (см. Приложение 1).

2. Проверьте следующие пункты чек-листа:

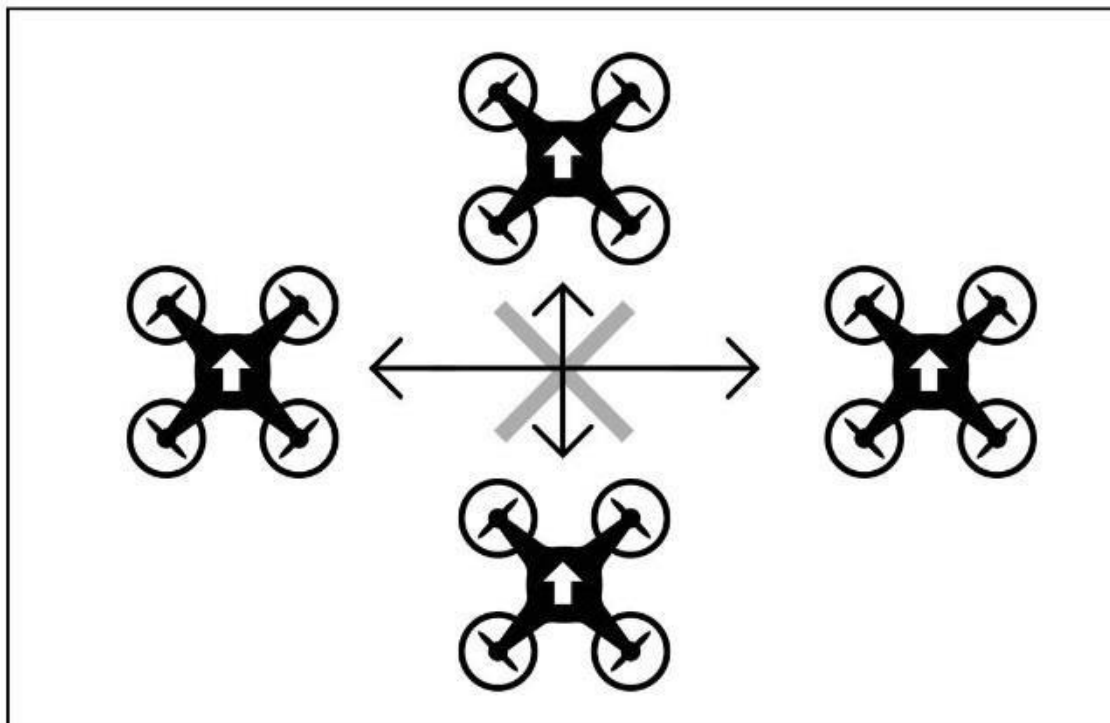
- аккумуляторы плотно установлены в отсек и провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными не мешают полётам;
- пропеллеры установлены правильно, закреплены и свободно вращаются;
- элементы защиты коптера целы и закреплены;
- выбран правильный режим полёта;
- присутствующие люди находятся за спиной.

3. Обеспечьте безопасность как перед взлётом, так и во время полёта (см. Приложение 1).

4. Для получения опыта пилотирования выполните следующие упражнения, рассчитанные на выполнение в режимах без удержания высоты и курсовой стабилизации.

5. Выполните упражнение **«Полёты вперёд-назад и влево-вправо»**.

Отработав манёвры по зависанию в воздухе и посадке, приступаем к движению коптера по сторонам. Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлёта. Одновременно с левым стиком газа, работаем правым стиком тангажа (вперёд/назад) и крена (влево/вправо) для того, чтобы отлететь в сторону. После совершаем мягкую посадку коптера в точку взлёта.

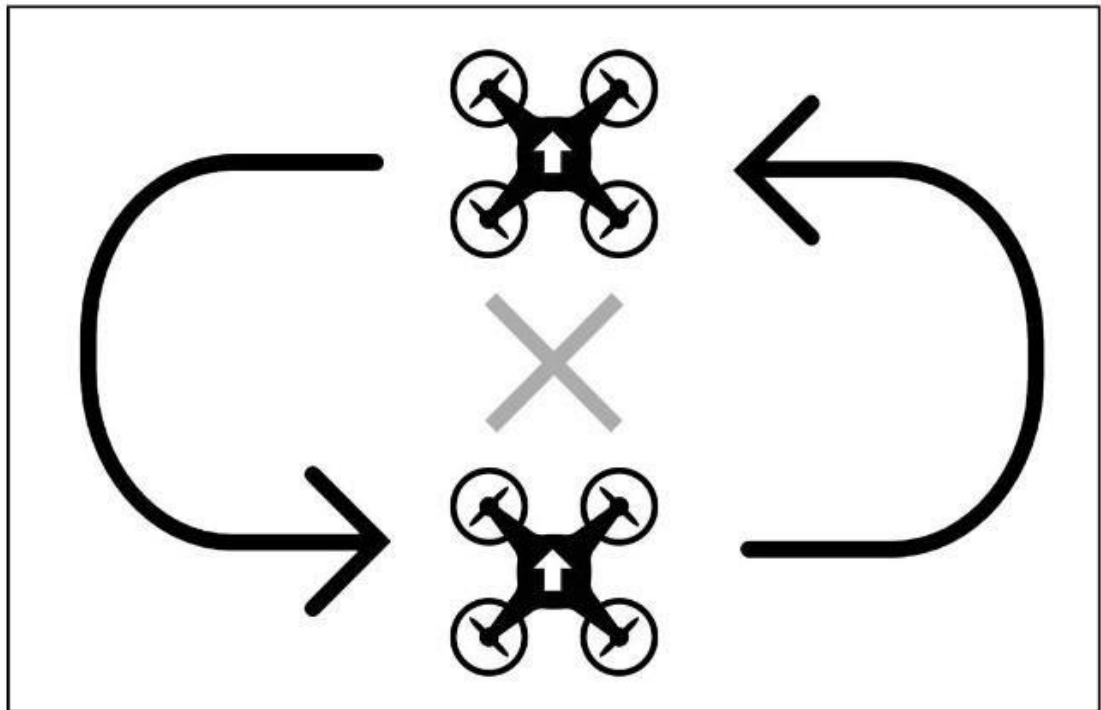


Повторяйте упражнение не менее одного-двух десятков раз до полной уверенности в манёврах и автоматизма действий.

6. Выполните упражнение **«Полёт по кругу (кормой к себе)»**.

Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлёта. Отлетаем на небольшое расстояние от точки взлета, чтобы визуально хорошо

контролировать стороны коптера. Не забываем контролировать газом высоту полёта, плавно начинаем работать правым стиком тангажа (вперёд/назад) и крена (влево/вправо) для полёта вокруг точки взлёта. После завершения маневра совершаем мягкую посадку коптера в точку взлёта.



Повторяйте упражнение не менее одного-двух десятков раз до полной уверенности в маневрах и автоматизма действий.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой канал управления отвечает за движения коптера вперёд и назад?
2. Какой канал управления отвечает за наклон коптера влево или вправо?
3. Когда осуществляется подключение аккумулятора к коптеру?
4. Что необходимо выполнить при обнаружении посторонних шумов после, включения моторов?
5. Что такое инерция? Как инерция зависит от скорости полёта коптера?



## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в режиме ручного визуального пилотирования: поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе)»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в режиме ручного визуального пилотирования, включая поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе).

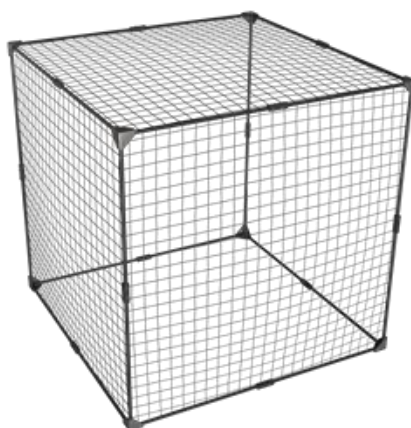
### Планируемые результаты:

- знать основные принципы и техники выполнения поворота вокруг вертикальной оси;
- уметь безопасно и эффективно выполнять висение боком к себе;
- развить навыки ручного визуального пилотирования, включая координацию движений и пространственное восприятие;
- повысить уровень безопасности полётов за счёт более глубокого понимания принципов управления БПЛА.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- безопасное воздушное пространство.

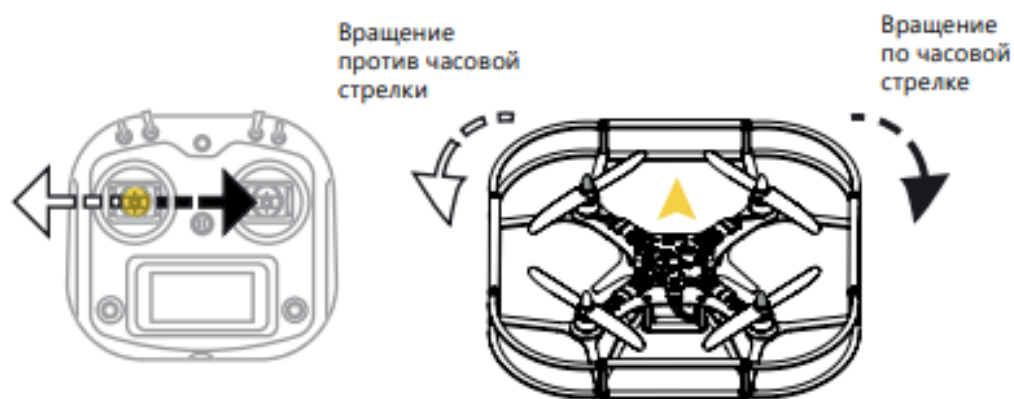
### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

Геоскан «Пионер» пилотируется с помощью пульта дистанционного управления (ДУ). Пульт ДУ делится на две части: левый и правый стики управления. Эти стики отвечают за управление перемещением квадрокоптера в пространстве. С помощью левого стика регулируется высота полёта и вращение квадрокоптера вокруг оси. Правый стик позволяет контролировать крен и тангаж для определения направления полёта и управления наклоном.

### Вращение вокруг своей оси



При перемещении стика газ/курс влево/вправо квадрокоптер поворачивается вокруг своей оси.

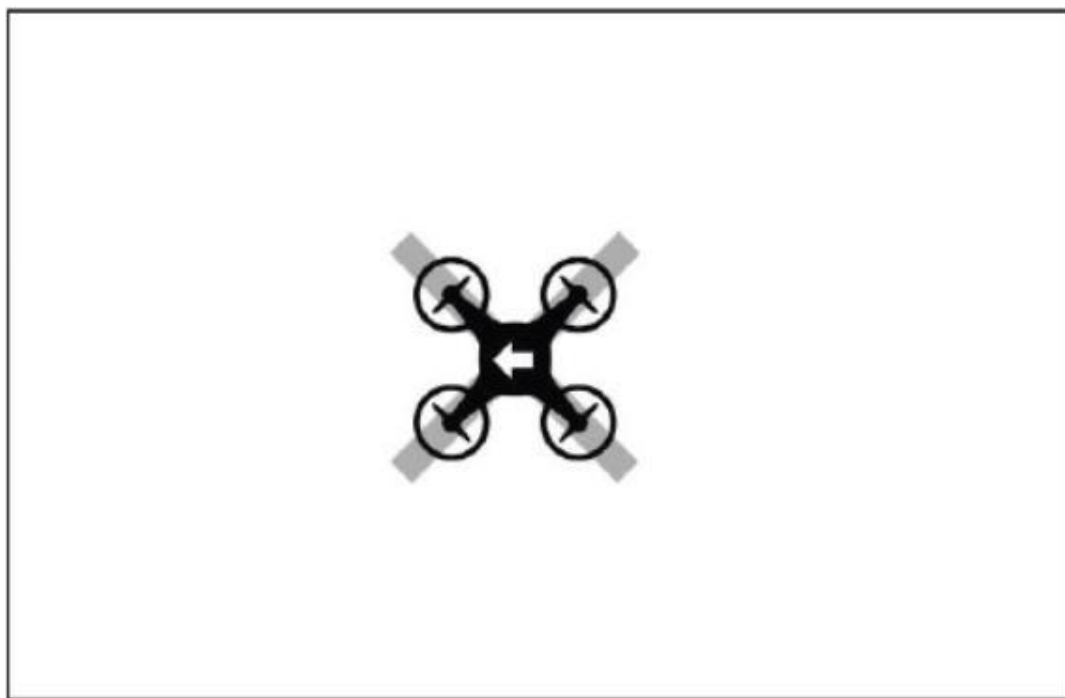
## Практическая часть

1. Выполните предполётную подготовку коптера в помещении (см. Приложение 1).
2. Проверьте следующие пункты чек-листа:
  - аккумуляторы плотно установлены в отсек и провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными не мешают полётам;
  - пропеллеры установлены правильно, закреплены и свободно вращаются;
  - элементы защиты коптера целы и закреплены;
  - выбран правильный режим полёта;
  - присутствующие люди находятся за спиной.
3. Обеспечьте безопасность как перед взлётом, так и во время полёта (см. Приложение 1).
4. Для получения опыта пилотирования выполните следующее упражнение, рассчитанное на выполнение в режимах без удержания высоты и курсовой стабилизации.
5. Выполните упражнение **«Поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе)»**.

Упражнение аналогично упражнению «Зависание в воздухе» (кормовой частью дрона к себе). Однако усложнено тем, что поворот вокруг вертикальной оси осуществляется стиком, который попутно управляет газом. Рыскание выполняется наклоном левого стика влево/вправо, в результате коптер будет поворачивать носовую часть по часовой стрелке либо против часовой стрелки.

Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлёта. Поворачиваем коптер на 90 градусов против часовой стрелки и попутно фиксируем его на одной высоте и в одном положении в течении 30 секунд, затем поворачиваем обратно по часовой стрелке на 90 градусов и совершаем мягкую посадку коптера в точку взлёта. Для стабилизации и удержания коптера в одном положении, работаем правым стиком тангажа (вперёд/назад) и крена (влево/вправо).

Сложное в этом упражнении – удерживать коптер на одной высоте, так как сместив стик влево или вправо, чтобы повернуть нос коптера по часовой или против часовой стрелки, вы неумышленно можете добавить или наоборот убавить газ, из-за чего коптер может взлететь вверх или наоборот провалиться вниз. Главное – старайтесь отработать удержание высоты одновременно с поворотами. Присутствие погрешности в сбросе или наборе газа во время сдвига стика управления влево-вправо поначалу будут неизбежны.



Повторяйте упражнение не менее одного-двух десятков раз до полной уверенности в маневре и автоматизма действий, пока коптер не будет отклоняться по высоте не более 20 см.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой канал управления отвечает за вращения коптера вокруг оси?
2. Что необходимо сделать, если пропеллеры вращаются, но коптер не взлетает?
3. На каком расстоянии должен находиться пилот от коптера во время полёта?
4. Какие действия предпринимаются в случае потере ориентации коптера?
5. В чём сложность удержания коптера боком к себе?

## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в режиме ручного визуального пилотирования: полёты вперёд-назад и влево-вправо (боком к себе)»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в режиме ручного визуального пилотирования, включая полёты вперёд-назад и влево-вправо (боком к себе).

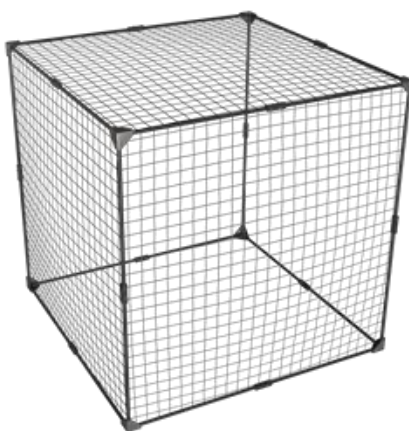
### Планируемые результаты:

- уметь безопасно и эффективно выполнять полёт в заданном направлении боком к себе;
- развить навыки ручного визуального пилотирования, включая координацию движений и пространственное восприятие;
- повысить уровень безопасности полётов за счёт более глубокого понимания принципов управления БПЛА.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- безопасное воздушное пространство.

### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

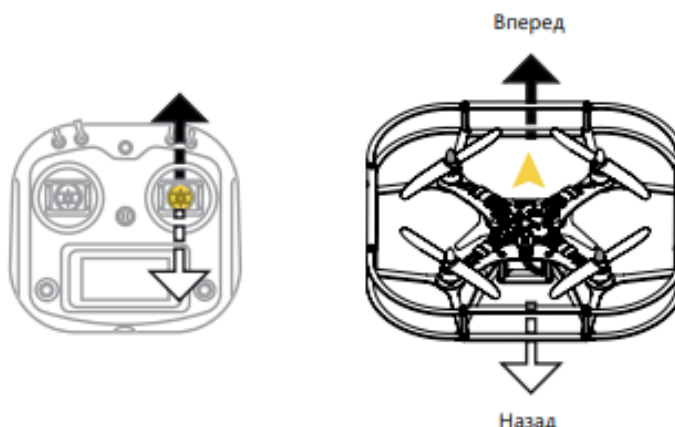
Геоскан «Пионер» пилотируется с помощью пульта дистанционного управления (ДУ). Пульт ДУ делится на две части: левый и правый стики управления. Эти стики отвечают за управление перемещением квадрокоптера в пространстве. С помощью левого стика регулируется высота полёта и вращение квадрокоптера вокруг оси. Правый стик позволяет контролировать крен и тангаж для определения направления полёта и управления наклоном.

### Вращение вокруг своей оси



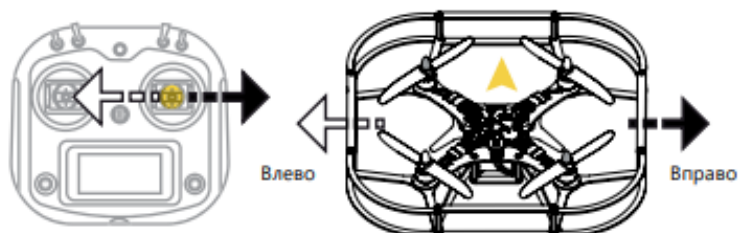
При перемещении стика газ/курс влево/вправо квадрокоптер поворачивается вокруг своей оси.

### Полёт вперёд/назад



При перемещении стика крен/тангаж от себя, квадрокоптер наклоняется вперёд и летит вперёд. При перемещении стика крен/тангаж на себя, квадрокоптер наклоняется назад и летит назад.

### Полёт боком влево/вправо



При перемещении стика крен/тангаж влево/вправо, квадрокоптер летит боком влево/вправо.

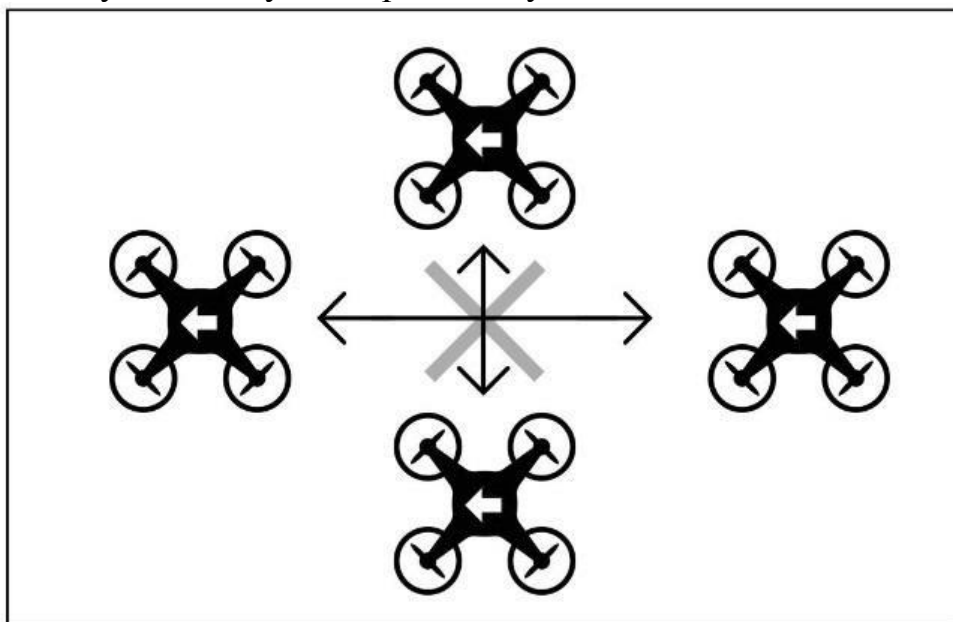


## Практическая часть

1. Выполните предполётную подготовку коптера в помещении (см. Приложение 1).
2. Проверьте следующие пункты чек-листа:
  - аккумуляторы плотно установлены в отсек и провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными не мешают полётам;
  - пропеллеры установлены правильно, закреплены и свободно вращаются;
  - элементы защиты коптера целы и закреплены;
  - выбран правильный режим полёта;
  - присутствующие люди находятся за спиной.
3. Обеспечьте безопасность как перед взлётом, так и во время полёта (см. Приложение 1).
4. Для получения опыта пилотирования выполните следующее упражнение, рассчитанное на выполнение в режимах без удержания высоты и курсовой стабилизации.
5. Выполните упражнение **«Полёты вперёд-назад и влево-вправо (боком к себе)»**.

Упражнение аналогично упражнению «Полёты вперёд-назад и влево-вправо» (кормовой частью дрона к себе). Отработав манёвр висение боком к себе, приступаем к движению коптера, повернутым на 90 градусов, в стороны. Тут стоит быть особо внимательными, так как коптер может быть повернут к вам носом, боком или кормой, но, если передвигать стик управления вперед, коптер полетит туда, куда направлена его носовая часть, а не туда, куда направлен ваш взгляд. Всегда помните, где у коптера носовая часть.

Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлета. Одновременно с левым стиком газа работаем правым стиком тангажа (вперёд/назад) и крена (влево/вправо) для того, чтобы отлететь в стороны. После совершаем мягкую посадку коптера в точку взлёта.



Повторяйте упражнение не менее одного-двух десятков раз до полной уверенности в маневрах и автоматизма действий.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой канал управления отвечает за движения коптера вперёд и назад?
2. Какой канал управления отвечает за наклон коптера влево или вправо?
3. На каком расстоянии должен находиться пилот от коптера во время полёта?
4. Какие действия предпринимаются в случае потере ориентации коптера?
5. В чём сложность удержания коптера боком к себе?

## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётных заданий в режиме ручного визуального пилотирования: полёт по заданному маршруту (с препятствиями)»

**Цель:** научить учеников выполнять полётные задания в режиме ручного визуального пилотирования, включая полёт по заданному маршруту (с препятствиями).

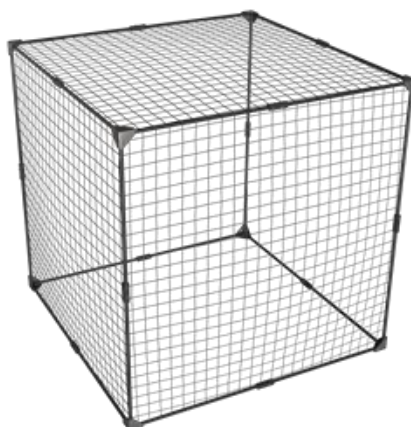
### Планируемые результаты:

- уметь безопасно и эффективно выполнять полёт по заданному маршруту;
- развить навыки ручного визуального пилотирования, включая координацию движений и пространственное восприятие;
- повысить уровень безопасности полётов за счёт более глубокого понимания принципов управления БПЛА.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- безопасное воздушное пространство.

### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

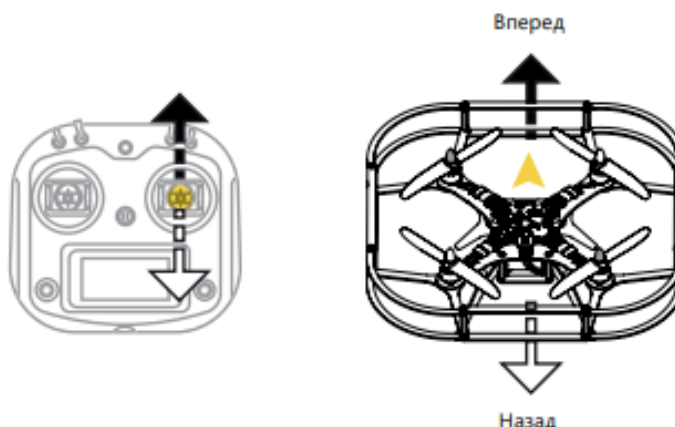
Геоскан «Пионер» пилотируется с помощью пульта дистанционного управления (ДУ). Пульт ДУ делится на две части: левый и правый стики управления. Эти стики отвечают за управление перемещением квадрокоптера в пространстве. С помощью левого стика регулируется высота полёта и вращение квадрокоптера вокруг оси. Правый стик позволяет контролировать крен и тангаж для определения направления полёта и управления наклоном.

### Вращение вокруг своей оси



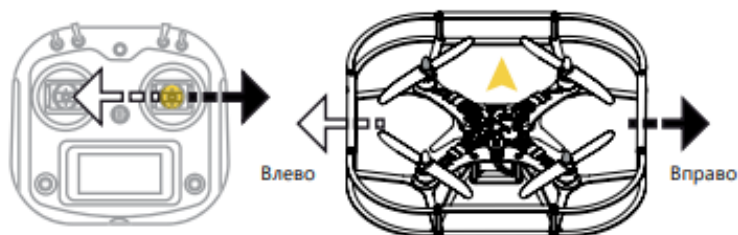
При перемещении стика газ/курс влево/вправо квадрокоптер поворачивается вокруг своей оси.

### Полёт вперёд/назад



При перемещении стика крен/тангаж от себя, квадрокоптер наклоняется вперёд и летит вперёд. При перемещении стика крен/тангаж на себя, квадрокоптер наклоняется назад и летит назад.

### Полёт боком влево/вправо

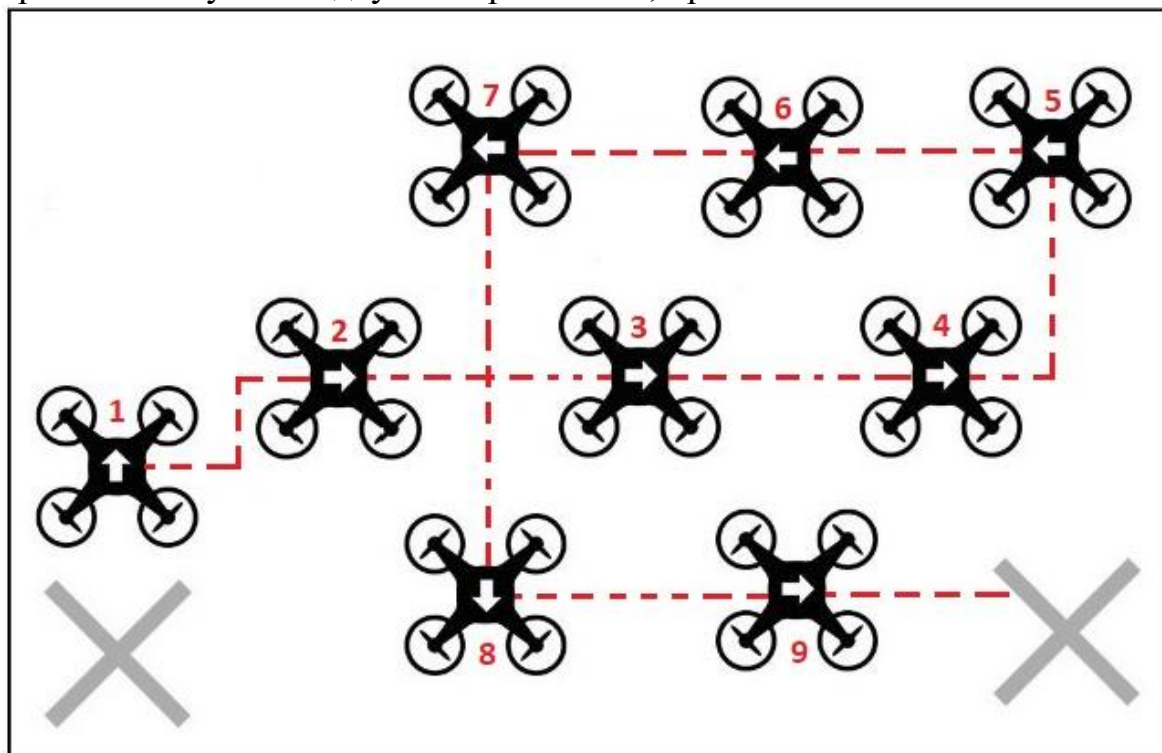


При перемещении стика крен/тангаж влево/вправо, квадрокоптер летит боком влево/вправо.

## Практическая часть

1. Выполните предполётную подготовку коптера в помещении (см. Приложение 1).
2. Проверьте следующие пункты чек-листа:
  - аккумуляторы плотно установлены в отсек и провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными не мешают полётам;
  - пропеллеры установлены правильно, закреплены и свободно вращаются;
  - элементы защиты коптера целы и закреплены;
  - выбран правильный режим полёта;
  - присутствующие люди находятся за спиной.
3. Обеспечьте безопасность как перед взлётом, так и во время полёта (см. Приложение 1).
4. Выполнив успешно все предыдущие упражнения, отработав основные маневры пилотирования, ознакомившись с основными моментами безопасности при пилотировании, переходим к двух заключительным упражнениям.
5. Выполните упражнение «**Полёт по заданному маршруту (без препятствий)**».

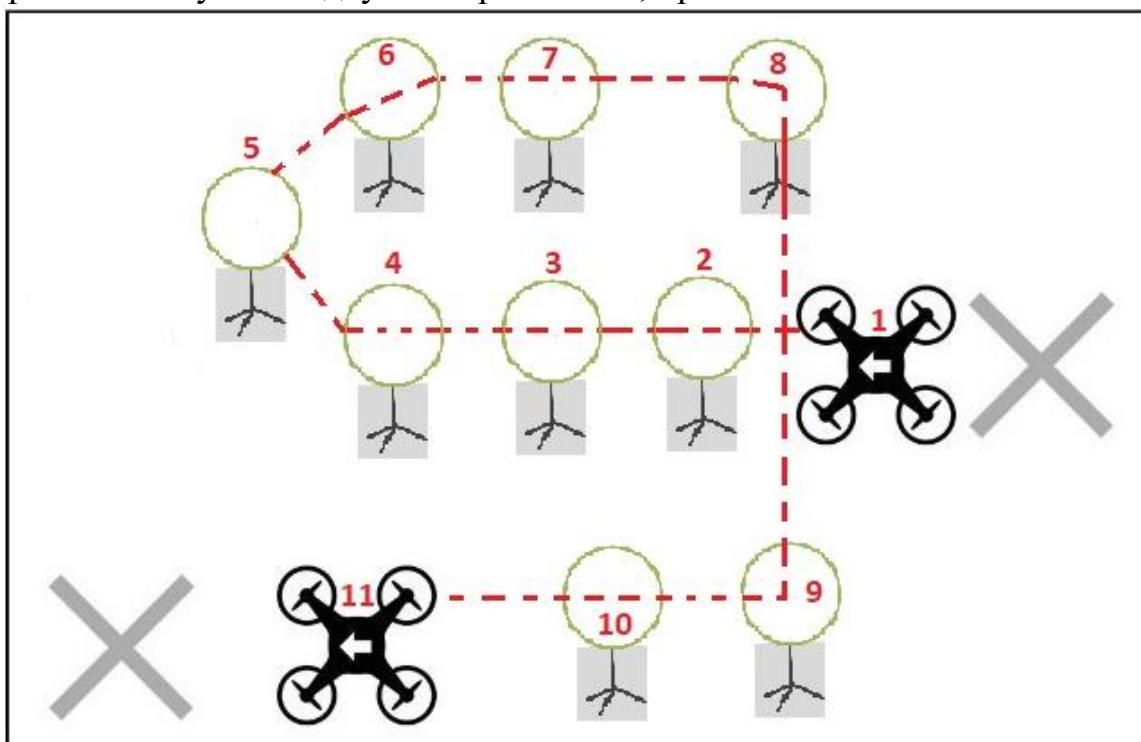
Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлета. Не забываем контролировать газом высоту полёта, если полёт осуществляется без режима удержания высоты. Плавно начинаем работать правым стиком тангажа (вперед/назад) и крена (влево/вправо) для преодоления строго обозначенного маршрута согласно изображению. После преодоления маршрута совершаем мягкую посадку коптера в точке, противоположной точке взлёта.



6. Выполните упражнение «Полёт по заданному маршруту (с препятствиями)».

Упражнение с пролётом через кольца, ворота, рассчитанное на аккуратность управления коптером.

Взлетаем и удерживаем коптер на высоте 1-1,5 метра над местом взлёта. Не забываем контролировать газом высоту полёта, если полёт осуществляется без режима удержания высоты. Плавно начинаем работать правым стиком тангажа (вперед/назад) и крена (влево/вправо) для преодоления строго обозначенного маршрута, через кольца согласно изображению (допустима другая вариация расстановки колец, ворот). После преодоления маршрута совершаем мягкую посадку коптера в точке, противоположной точке взлёта.



### Контрольные вопросы

1. Какие основные этапы включается в себя предполётная подготовка коптера в помещении?
2. Какой канал управления отвечает за увеличение и уменьшение оборотов двигателя?
3. Какие действия запрещены во время визуального пилотирования?
4. Какие действия предпринимаются в случае потере ориентации коптера?
5. Для чего необходимо соблюдать скоростной режим?



## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Создание простой программы в TRIK Studio для платы «Пионера»»

**Цель:** научить учеников создавать простые программы для БПЛА Геоскан «Пионер» в графической среде TRIK Studio, загружать готовую программу на квадрокоптер и осуществлять запуск.

### Планируемые результаты:

- уметь использовать среду разработки TRIK Studio для написания, отладки и тестирования программ;
- развить навыки программирования, включая умение работать с переменными, условиями и циклами;
- знать основные принципы и методы создания, загрузки и запуска программ для платы «Пионера».

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- компьютер с ПО TRIK Studio и Pioneer Station;
- провод microUSB для подключения квадрокоптера к компьютеру.

### Фотографии оборудования:



## Теоретический материал

Кроме полёта на дистанционном управлении, «Пионер» может следовать заложенной перед взлётом программе и автономно выполнять прописанные задачи. Для удобства программирования квадрокоптер поддерживает работу с такими инструментами как **Pioneer Station** и **TRIK Studio**, которые позволяют сформировать полётное задание и загрузить его в память «Пионера» при подключении к компьютеру.

Графическая среда **TRIK Studio** позволяет составлять программы для роботов, используя наглядные функциональные блоки. Такой подход значительно упрощает работу с «Пионером». Даже не имея опыта программирования, вы сможете написать задание, загрузить его на квадрокоптер и осуществить запуск.

### Основы работы с TRIK Studio:

- Каждая программа должна содержать блоки «Начало» и «Конец». В случае ветвления программы каждая ветвь должна либо вернуться в основное дерево, либо заканчиваться блоком «Конец».
- Для соединения двух блоков наведите курсор мыши на первый, нажмите и удерживайте правую кнопку мыши, протяните линию до второго и отпустите. Появившаяся на диаграмме стрелка означает, что два блока логически связаны. Также можно выбрать нужный блок и захватить левой кнопкой мыши появившийся справа от него маркер, протянув до следующего блока и отпустив.
- Настроить выбранный блок можно в окне «Редактор свойств».
- Чтобы удалить ненужный блок, выберите его щелчком левой кнопки мыши и нажмите *del*.
- Если нужно выбрать сразу несколько блоков, их можно обвести рамкой, зажав левую кнопку мыши и потянув курсор. Также можно выделять блоки по одному, зажав *ctrl*.
- На диаграмме не должно оставаться красных стрелок и неподключенных блоков. Для удобства старайтесь выстраивать диаграмму в направлении слева направо и сверху вниз.
- Для удобства и скорости работы изучите список «горячих клавиш» в разделе «Настройки». Также полезно прочитать раздел «Помощь» (*F1*).

### Блоки, используемые для программирования «Пионера»:

- *Условие* – позволяет создать два сценария действия «Пионера» в зависимости от заданного логического условия. У блока должны быть две исходящие связи, в одной из которых в редакторе свойств должно быть назначено значение параметра «Условие» (истина или ложь).
- *Конец условия* – обозначает слияние двух веток условного оператора. Никаких действий не выполняет, но полезен для обеспечения структурности программы.
- *Инициализация переменной* – позволяет объявить новую переменную. В редакторе свойств или прямо на диаграмме задается имя переменной и ее значение.

- *Случайное число* – присваивает выбранной переменной случайное значение из выбранного диапазона.
- *Комментарий* – позволяет включить в программу текстовые пояснения, упрощающие понимание структуры участка или конкретного блока.
- *Таймер* – задает время ожидания перед выполнением следующего блока программы в миллисекундах.
- *Взлёт, Посадка* – команды начала и завершения полёта.
- *Лететь в точку* – указывает координаты точки, в которую полетит квадрокоптер. Координаты вводятся без точек и запятых в строки широты и долготы. Строка «высота» отображает расстояние (в метрах) от поверхности в конечной точке полёта.
- *Лететь в точку (ЛК)* – команда аналогична предыдущей, но точка назначения задается в локальных координатах. За точку отсчёта (0,0,0) принимается место взлёта. Значения координат задаются в метрах.
- *Светодиод* – управляет работой светодиодов на плате «Пионера». Меняя значения для каждого цвета, можно зажигать светодиоды по одному или в различных комбинациях. В паре с блоком «Таймер» можно задать длительность свечения.
- *Магнит* – управляет работой модуля захвата груза. Чтобы включить магнит, поставьте галочку в чекбоксе значения свойств блока.
- *Команда* – позволяет выполнить написанную в свойствах команду. Для написания команды используется язык Lua. Для выполнения команды поставьте галочку в чекбоксе.
- *Рыскание* – управляет изменением направления полета «Пионера» вокруг вертикальной оси. Для поворота по часовой стрелке задайте значение угла в градусах со знаком «минус».

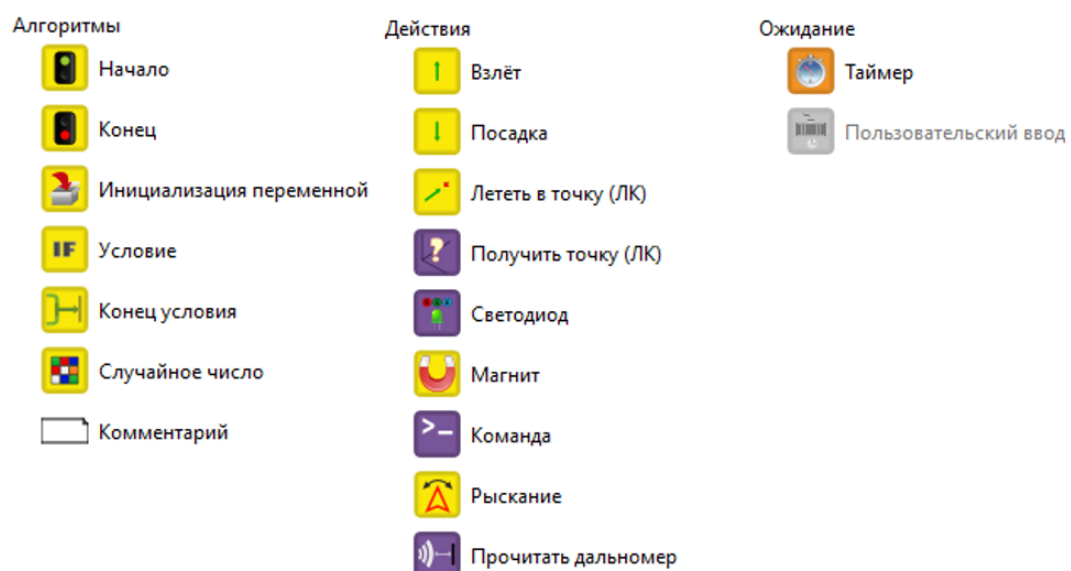


Рисунок 1 – Блоки, используемые для программирования «Пионера»

Комбинируя блоки между собой и создавая связи между ними, вы сможете создать любую полётную программу для «Пионера».

## Практическая часть

### 1. Запустите TRIK Studio.

При первом запуске программы перейдите в *Настройки* и выберите в качестве программируемой платформы квадрокоптер «Пионер», далее создайте новый проект (кнопка в левом верхнем углу).

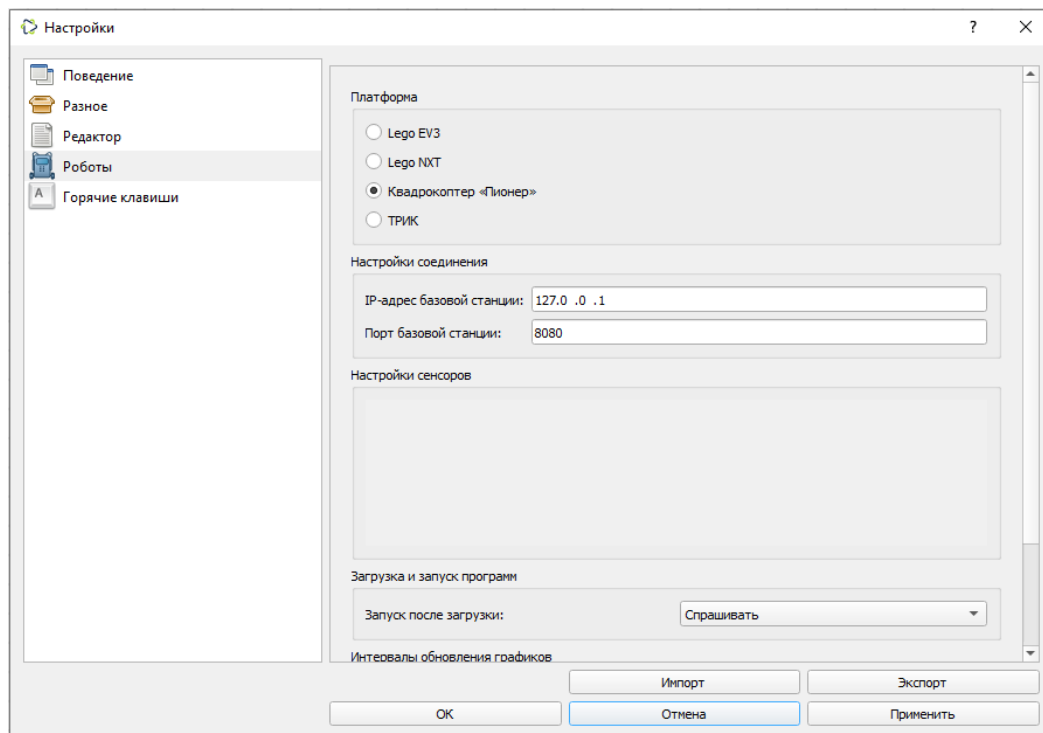


Рисунок 2 – Выбор программируемой платформы

2. Составьте программу для управления светодиодами на плате «Пионера», которая при запуске будет включать светодиоды на одну секунду каждым цветом.

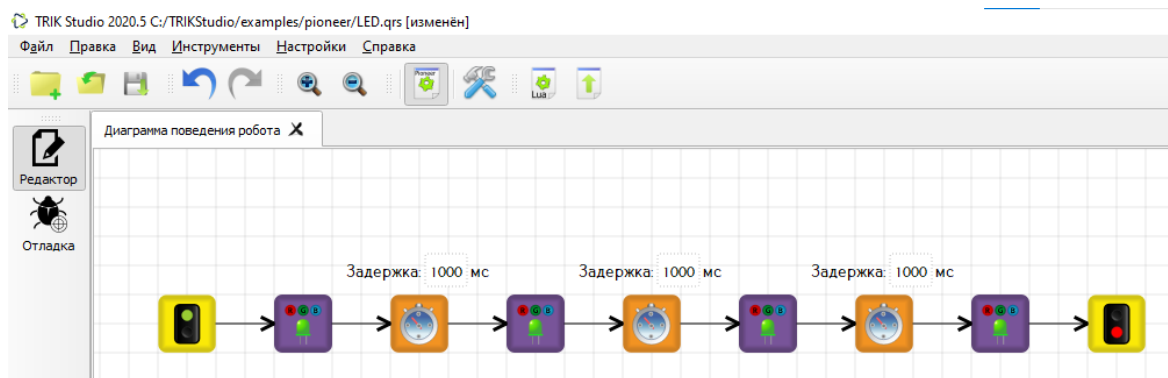


Рисунок 3 – Программа управления светодиодами

3. Сгенерируйте соответствующий код в Lua. Для этого нажмите кнопку над рабочей областью, или воспользуйтесь сочетанием клавиш *Ctrl+Shift+G*.

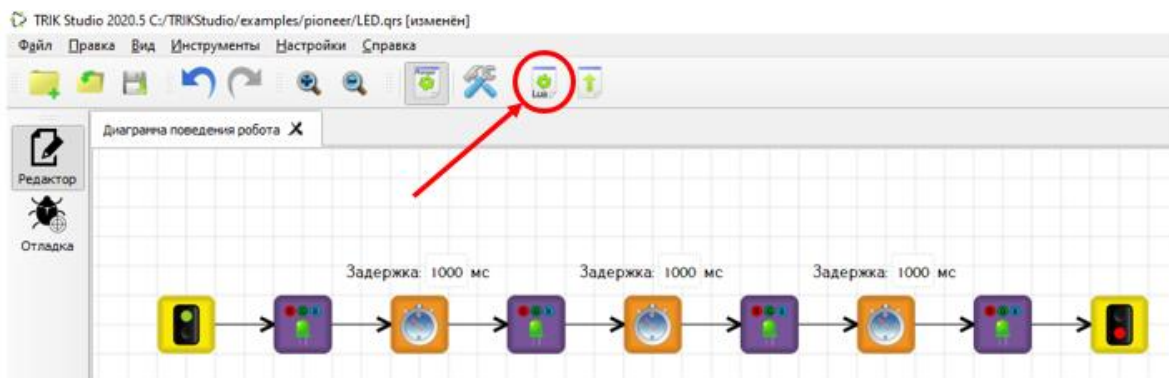


Рисунок 4 – Генерация кода в Lua

4. Имея код программы, созданный в TRIK Studio, можно приступить к его загрузке на квадрокоптер. Подключите «Пионер» к компьютеру USB кабелем и запустите Pioneer Station.

5. В правом нижнем углу Pioneer Station выберите вариант подключения «По кабелю USB». В окне программы должны появиться текущие параметры «Пионера», углы наклона, напряжение питания и номер.

6. Скопируйте сгенерированный код из TRIK Studio и вставьте его в окно «Редактор кода» Pioneer Station.

7. Нажмите кнопку «Загрузить». На плате «Пионера» должен несколько раз мигнуть светодиод «прием», а в программе - появиться уведомление об успешной загрузке.

8. Запустить выполнение программы можно разными способами. Если программа не предполагает полёта, не отключая кабель от квадрокоптера нажмите кнопку «Старт прогр.» в Pioneer Station, и через пять секунд сможете наблюдать результат её работы. Питания от USB достаточно для работы светодиодов.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные инструменты, необходимые для программирования квадрокоптера «Пионер».
2. Как соединить два блока в графической среде программирования TRIK Studio?
3. Для чего нужен блок «Таймер»?
4. Как перенести блок-схему программы в текстовый код?
5. Опишите алгоритм загрузки программы на плату «Пионера».

## Комплект для изучения БПЛА

**Тема:** «Выполнение полётного задания в автономном режиме с использованием системы позиционирования в помещении»

**Цель:** научить учеников создавать полётные программы для БПЛА Геоскан «Пионер» с использованием системы УЗ навигации (Геоскан Локус).

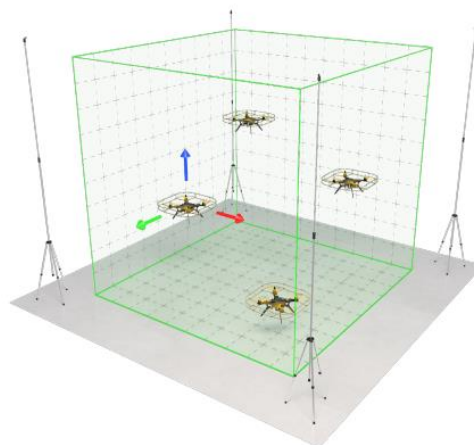
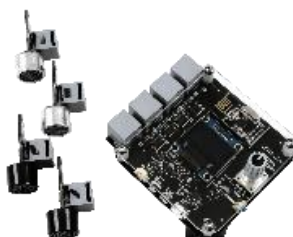
### Планируемые результаты:

- уметь использовать среду разработки TRIK Studio для написания, отладки и тестирования программ;
- развить навыки программирования, включая умение работать с переменными, условиями и циклами;
- знать основные принципы и методы создания, загрузки и запуска программ для платы «Пионера»;
- уметь настраивать и активировать систему позиционирования в помещении.

### Используемое оборудование и материалы:

- квадрокоптер Геоскан «Пионер»;
- компьютер с ПО TRIK Studio, Pioneer Station и Geoscan LPS;
- провод microUSB для подключения квадрокоптера к компьютеру;
- пульт дистанционного управления (например, FlySky FS-i6S);
- система УЗ навигации (Геоскан Локус);
- безопасное воздушное пространство.

### Фотографии оборудования:





## Теоретический материал

Система УЗ навигации (Геоскан Локус) позволяет создать контролируемую полётную зону с максимальным размером 10х10х4 метров. Она обеспечивает точное и безопасное управление квадрокоптером независимо от других систем навигации (GPS/ГЛОНАСС).

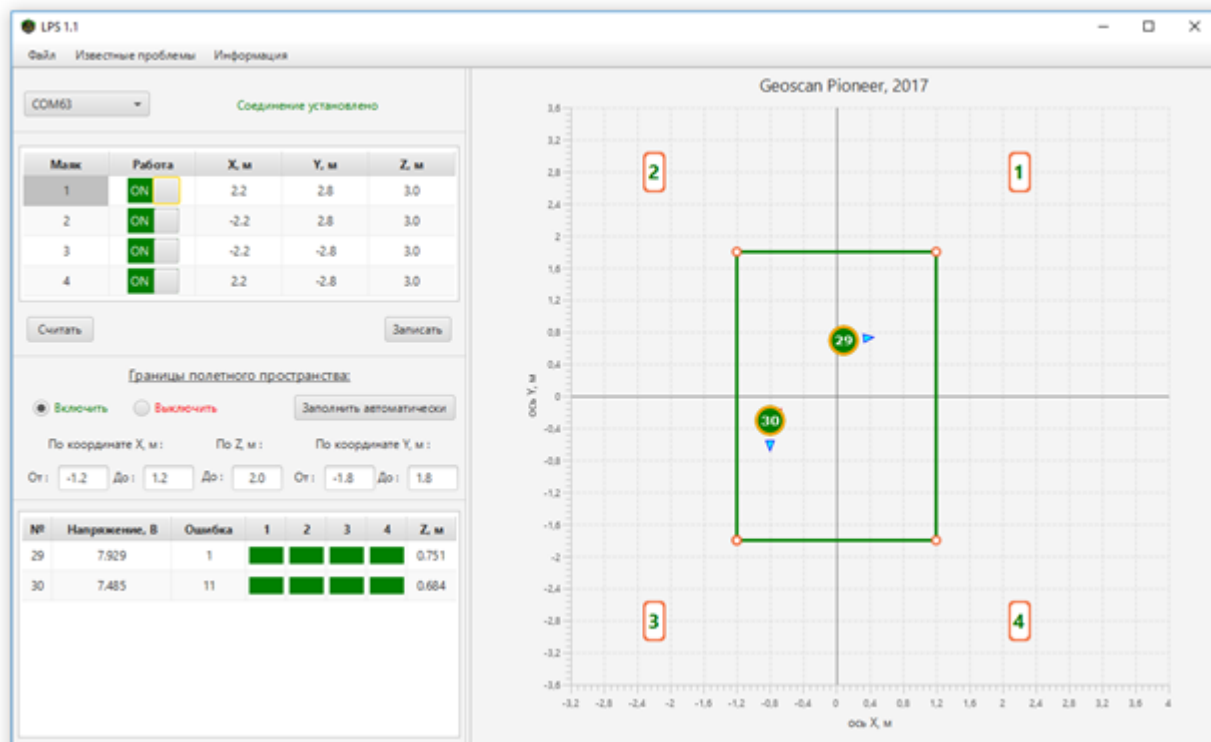


Рисунок 1 – Интерфейс Geoscan LPS

На рисунке 1 показан интерфейс программы LPS, которая используется для настройки и работы с системой позиционирования. При первом запуске программы заполните пустые поля координат для маяков.

После ввода координат полётная зона сформирована и отображается в правом окне программы зелёной линией. По умолчанию углы полётной зоны отстоят от излучателя на 1 м.



Рисунок 2 – Бортовой модуль системы навигации

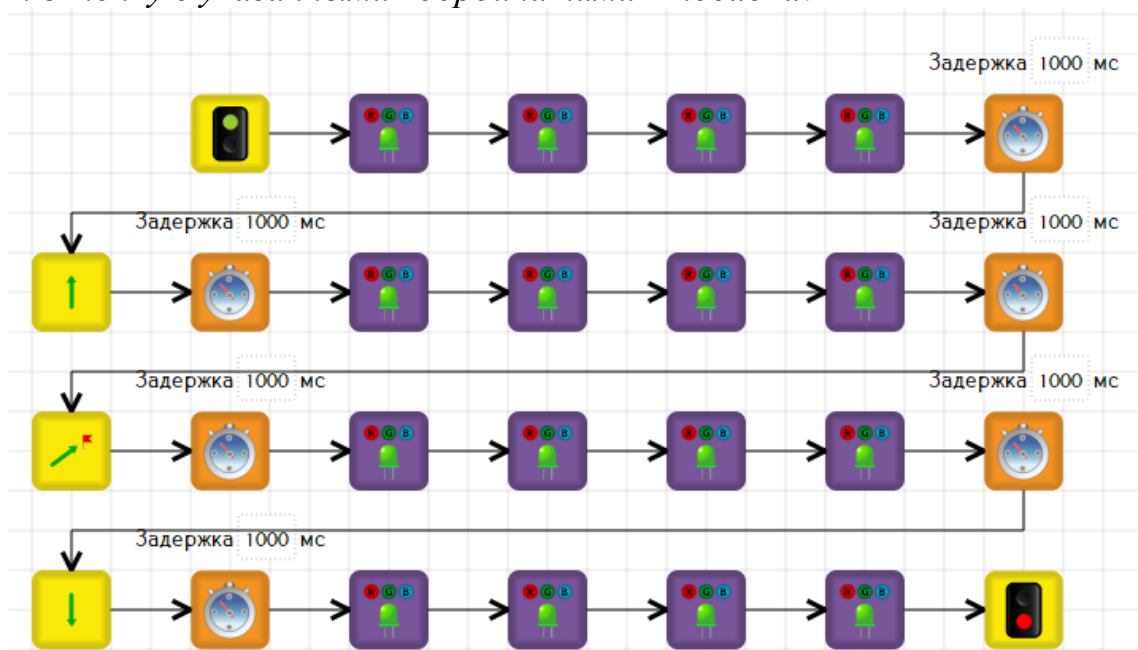
Бортовой модуль (рисунок 2) входит в комплект системы навигации в помещении вместе с блоком управления и четырьмя ультразвуковыми излучателями. Он монтируется на основной плате «Пионера» сверху с помощью 4-х винтов М3.

Модуль оснащен двумя микрофонами, которые позволяют контроллеру оценивать время прихода и разность фаз сигналов с излучателей. Далее происходит синхронизация с блоком управления по радиоканалу и определяется точное положение квадрокоптера в пространстве, а также его скорость.

Для работы модуля необходимо расположить включенный квадрокоптер в зоне действия ультразвуковых излучателей.

## Практическая часть

1. Запустите TRIK Studio.
2. Составьте программу полётного задания квадрокоптера: *взлёт – полёт в точку с указанными координатами – посадка*.



### Рисунок 3 – Пример программы полётного задания

3. Сгенерируйте соответствующий код в Lua. Для этого нажмите кнопку над рабочей областью, или воспользуйтесь сочетанием клавиш *Ctrl+Shift+G*.
4. Имея код программы, созданный в TRIK Studio, можно приступить к его загрузке на квадрокоптер. Подключите «Пионер» к компьютеру USB кабелем и запустите Pioneer Station.
5. В правом нижнем углу Pioneer Station выберите вариант подключения «*По кабелю USB*». В окне программы должны появиться текущие параметры «Пионера», углы наклона, напряжение питания и номер.
6. Скопируйте сгенерированный код из TRIK Studio и вставьте его в окно «*Редактор кода*» Pioneer Station.
7. Нажмите кнопку «Загрузить». На плате «Пионера» должен несколько раз мигнуть светодиод «прием», а в программе - появиться уведомление об успешной загрузке.
8. Отключите квадрокоптер от компьютера, поместите его в безопасное воздушное пространство и подключите аккумулятор. После звукового сигнала дождитесь, когда перестанут мигать основные светодиоды на плате, и нажмите кнопку «Старт» и отойдите от квадрокоптера. Через пять секунд начнётся выполнение программы.

**Важно!** Полёт в точку может осуществляться в локальной системе координат, которую обеспечивает Система УЗ навигации (Геоскан Локус). Систему нужно настроить и активировать перед взлётом.

Для безопасного полёта на случай нештатной ситуации держите в руках пульт, связанный с вашим «Пионером». Настройте на пульте режим автоматического полёта. Для этого **переведите рычаг В в нижнее положение**. Рычаги А, С, D – в верхнем положении. Для экстренного завершения программы переведите рычаг В в верхнее положение, управление квадрокоптером перейдёт к вам.



Рисунок 4 – Рычаг В в нижнее положение

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные инструменты, необходимые для создания полётного задания для квадрокоптера «Пионер».
2. Опишите принцип работы бортового модуля системы навигации.
3. Какие существуют системы навигации?
4. Как перенести блок-схему программы в текстовый код?
5. Опишите алгоритм запуска полётной программы коптера «Пионер».

### **Предполётная подготовка коптера в помещении**

Перед каждым взлётом, даже если не было аварий необходимо проверять:

1. Пропеллеры – проверить правильность установки и что вращению ничего не мешает, при необходимости – устранить помехи. Осмотреть на наличие повреждений, и убедиться в отсутствии зазубрин, вмятин, трещин, при необходимости – произвести замену пропеллеров, имеющие повреждения. Убедиться в затянутости гаек пропеллеров.
2. Рама и элементы защиты – убедиться в отсутствии повреждений и проверить затянутость всех винтов. При необходимости – произвести замену или ремонт повреждённых элементов рамы или защиты.
3. Аккумуляторы – убедиться в отсутствии механических повреждений защитной пленки, вздутий и характерного запаха химической реакции. При появлении малейших подозрений на повреждения, не используйте аккумулятор, и замените на исправный.
4. Полезная нагрузка – в случае использования полезной нагрузки необходимо убедиться в надёжности установки и её фиксации (камера, модуль захвата груза), а также отсутствии повреждений.
5. Провода – убедиться в отсутствии выпирающих и незакреплённых проводов, при необходимости зафиксировать и визуально убедиться в том, что пропеллеры не будут их касаться.

**Важно:** невыполнение данных условий может вызвать вибрацию, потерю одного или нескольких винтов в воздухе, внезапную потерю управления и аварию. При обнаружении посторонних шумов немедленно совершите посадку следуя правилам «Процедура выключения» и совершите визуальный осмотр коптера.

### **Обеспечение безопасности перед взлётом**

1. Располагать всех зрителей за спиной пилота и не допускать выхода зрителей в полусферу перед лицом пилота (в область пилотирования коптера).
2. Помнить расчетное время полета коптера.
3. Располагаться на расстоянии не менее 3-х метров от коптера при пилотировании на открытой площадке. Исключение может составлять лишь безопасное воздушное пространство, в виде куба ограниченное сеткой, здесь допускается расположение до 2 метров.
4. Взлет осуществлять с ровной площадки.
5. Если при активации моторов (Arm) вы услышите посторонний шум, незамедлительно отключите моторы (Disarm) и совершите визуальный осмотр коптера и установите причину возникновения постороннего шума.

**Важно:** невыполнение данных условий может привести к конструктивным повреждениям коптера вплоть до выхода аппарата из строя, внезапную потерю управления, травмам и несчастным случаям.

## Обеспечение безопасности во время полёта

1. Во время полета коптера чётко выполнять все указания преподавателя или лётного инструктора.

2. Учебные полеты производить строго в обозначенной зоне и не допускать вылета за её пределы. В случае если вы её нарушили, незамедлительно верните коптер в обозначенное лётное пространство или совершите посадку на месте, отключите двигатели и пульт дистанционного управления (Disarm) и вернитесь на исходную стартовую позицию.

3. При обучении полётам летать на уровне ниже собственного роста и рядом с собой на расстоянии, на котором видна ориентация коптера в пространстве. В случае сомнений ориентации коптера немедленно совершите посадку на месте, отключите двигатели и пульт дистанционного управления (Disarm) и вернитесь на исходную стартовую позицию.

***Примечание:** для того чтобы в процессе полета всегда понимать, где у коптера носовая часть, рекомендуется наклеить цветную ленту на элементы защиты коптера.*

4. При управлении коптером запрещаются резкие движения стиками, все движения выполняются плавно и аккуратно. Старайтесь не отрывать ваши пальцы от стиков управления.

5. Лётную практику осуществлять с предельной осторожностью и выполнять элементы пилотирования, в которых нет сомнений. Запрещается выполнять фигуры пилотажа, в успехе которых возникают сомнения, и фигуры, связанные с высоким риском аварийности.

***Примечание:** опыт пилотирования будет приходить со временем, получаемые практические и теоретические навыки будут открывать новые возможности пилотирования и помогать справляться с внештатными ситуациями оперативно. Не подвергайте высокой степени опасности себя и окружающих.*

6. Соблюдайте скоростной режим. Скорость полёта коптера держать в пределах скорости идущего человека.

***Примечание:** инерция – свойство тел сохранять состояние покоя или движения, пока какая-нибудь внешняя сила не изменит это состояние. Коптер продолжит движение в заданном направлении, даже если переместить стик направления в центральное положение. Чем выше скорость смены направления движения, тем выше значение силы инерции. Для постоянного контроля инерции коптера необходим строгий скоростной режим и максимальная плавность передвижения стиков управления. Чем медленней и плавней движения стиков, тем выше контроль над коптером в воздухе.*

7. Вернуть коптер к месту посадки к рассчитанному времени, не допускать полной разрядки аккумулятора в полёте.

8. Посадку осуществлять только на ровную открытую площадку вдали от препятствий.

9. После запланированной посадки выполнить действия следуя правилам «Процедура выключения».