



# **Тренажёр для наработки базовых навыков управления БПЛА**

УЦ «МИГ-51» г. Мурманск

2023 г.

# Оглавление

Введение .....	3
Теория.....	4
Оборудование.....	7
Симулятор.....	9
Сборка тренажера .....	10
Базовые упражнения.....	15
Полезные ссылки.....	16

*Данное методическое пособие предназначено для организации учебного процесса, при условии минимальных финансовых и трудовых затратах.*

*Процесс первоначального обучения будет основан на приложении для Андроид устройств, доступного для скачивания в Google Play, а также других альтернативных источниках.*

*Все рекомендации нами лично проверены, они работают, могут применяться без каких-либо ограничений.*

*Если будут вопросы или желание поддержать нас, то Вы знаете где меня найти...*

# ВВЕДЕНИЕ

Всем доброго дня, Я @Murmansk01, я занимаюсь базовой подготовкой операторов БПЛА, это именно тот «Детский сад», с которого Все делают первые шаги в бесконечном пути к миру бесполетной авиации.

Я получил большое количество вопросов от тех, кто не может (в силу разных причин) очно присутствовать на занятиях, но хочет освоить азы управления БПЛА. И проанализировав их, я подготовил блок лекций, которые в доступной форме охватывают базовую информацию, необходимую для понимания процесса управления дронами, их устройства, правовую базу полетов, технику безопасности и частично охватывающая вопросы, связанные с картографией, работой с карт основами и онлайн картами.

В то же время остро встал вопрос об организации практических занятий, на которых слушатели смогут получить и закрепить базовые навыки управления БПЛА мультироторного типа с любым вариантом управления им (пульт управления, мобильный телефон).

Данное пособие, как раз и охватывает вопросы организации не дорогого и эффективного тренажера, использование которого, позволит в короткие сроки и с минимальными финансовыми затратами организовать обучение оператора БПЛА, в любых условиях (включая полевые).

Обратите внимание, пособие можно использовать для обучения оператора любого типа мультироторных БПЛА, не зависимо от наличия на них вспомогательных стабилизирующих систем.

Буду рад, если представленная информация будет полезна.

# ТЕОРИЯ

Перед тем, как приступить к обучению управления мультироторного БПЛА, рекомендую ознакомиться с экспресс курсом «Основы БПЛА». Вкратце, позволю себе напомнить базовые принципы и термины.

**Принцип управления** движением коптера прост — вращение пропеллеров создает тягу, с помощью которой управляется высота. Чем быстрее вращение пропеллеров, тем с большей скоростью машина набирает высоту. Вращение пропеллеров называется «газ» или «обороты».

Обычно газ измеряется в процентах, где 0 — это полное отсутствие вращения, а 100 — максимальная загрузка моторов. Важное понятие здесь — это **газ висения**, или тот уровень оборотов, при котором коптер зависает в воздухе, не набирая и не теряя высоту.

**Движение по горизонтали и повороты** достигаются изменением скорости вращения одного или двух винтов через пульт управления — ускоряя два расположенных рядом винта, оператор наклоняет машину и заставляет лететь в направлении, противоположном этим двум винтам.

Что касается **разворотов вокруг своей оси**, то тут механика следующая — все пропеллеры крутятся в противоположных направлениях, и вращение каждого винта создает реактивный крутящий момент, который старается повернуть дрон в сторону, противоположную вращению винта. В квадрокоптерах этот крутящий момент каждого из винтов уравнивается другим. Всего в квадрокоптере два винта вращаются по часовой стрелке и два против. Но если увеличить обороты пары, вращающейся по часовой стрелке, и в равной мере уменьшить обороты у другой пары, не скомпенсированный реактивный момент вызовет вращение машины вокруг своей вертикальной оси.

В управлении есть **несколько основных понятий** для совершения полета:

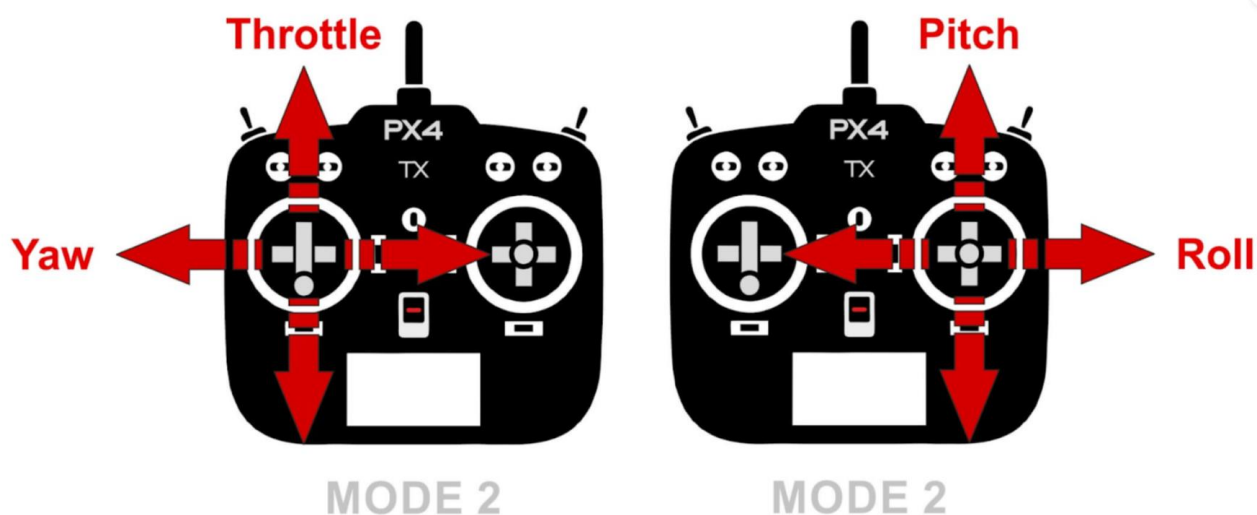
- **Арм** (arm — вооружить, завести). Термин обозначает разблокирование моторов коптера для перехода в полетное состояние. «Заармить коптер» — означает «заставить винты крутиться», при этом сам дрон еще не отрывается от земли. «Завести» моторы можно с помощью определенного движения стиков на пульте, и у разных БЛА эти движения могут различаться.

- **Дизарм** (disarm — разоружить). Понятие, обратное арму — приведение моторов дрона в неактивное состояние, в котором он перестает реагировать на стики газа.

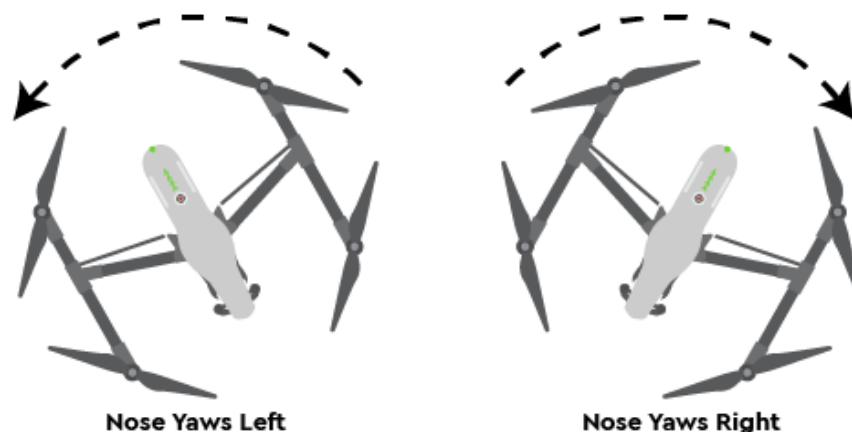
Всё управление дроном с пульта осуществляется движением стиками.

Функция ARM/DISARM выносятся на отдельный тумблер.

**Throttle** (см. рисунок ниже) — это **общий газ**, с помощью движения левого стика вверх происходит увеличение оборотов пропеллеров, движение вниз уменьшает их. Соответственно изменению тяги происходит управление по высоте — при увеличении оборотов машина идет вверх, при уменьшении — вниз.



**Yaw** — это рысканье или вращение в горизонтальной плоскости. Отклонением левого стика влево оператор добивается **поворота** налево, отклонением левого стика вправо — поворота направо (вращение в горизонтальной плоскости).



**Pitch** — это **наклон дрона** вперед или назад (тангаж). Тангаж определяет движение коптера вперед или назад. Поднятие правого стика на пульте вверх – и коптер летит вперед, опускание вниз — он летит назад.

**Roll** – это **крен**, движение вправо-влево по горизонтали. Управляется отклонением правого стика на пульте влево и вправо соответственно.

Общий газ, тангаж, рысканье и крен – из этих четырех вещей складывается управление квадрокоптером.

- **FPV** – (First Person View, «вид от первого лица») – режим полета по камере, оператор БПЛА может **видеть «глазами дрона»**, получая картинку в реальном времени от установленной на борту беспилотника камеры через видеоканал на очки или монитор.
- **LOS** (Line of Sight, «в поле зрения») – режим пилотирования, при котором оператор **наблюдает свой дрон визуально** в течение полета. В некоторой степени это термин, обратный FPV.

У многих моделей самосборных дронов (в отличие от распространенных коммерческих дронов DJI/AUTEL/FIMI) отсутствуют вспомогательные системы, назначение которых коррективировка положения дрона в пространстве с использованием навигационных спутниковых систем, удержания высоты.

Столкнувшийся впервые с ними новичок обязательно разобьет дрон десяток-другой раз в симуляторе, прежде чем освоится и начнет сносно держаться в воздухе.

# ОБОРУДОВАНИЕ

Для организации процесса обучения потребуется:

## 1. Мобильный телефон на OS Android/Harmony OS

Минимальные требования:

- 4 гб (рекомендую от 6 гб) ОЗУ
- Размер экрана 6” (не больше 6,5” если планируете подобрать очки/шлем VR) либо планшет с оптимальной диагональю 10”+
- Разрешение экрана не имеет значения.
- При использовании **Harmony OS**, вам не доступны Google service

## 2. Пульт управления БПЛА или джойстик с USB подключением



Можно использовать любой джойстик, но обратите внимание, что на пультах предназначенных для управления БПЛА один из стиков (обычно левый) не фиксируется в центральном положении, что дает возможность фиксировать уровень газа или полностью отключать газ путем перемещения в крайнее нижнее положение. На игровых джойстиках такая возможность отсутствует, но это не отменяет возможность летать с их использованием.

На геймпадах предназначенных для работы с телефонами сразу имеется крепление, что позволяет использовать устройство с большим удобством.

### 3. OTG переходник для подключения джойстика к устройству



Используется для подключения периферийных устройств к USB порту смартфона.

Обратите внимание, что не все переходники могут корректно работать с джойстиками и внешними пультами.

В современных смартфонах используется порт USB TYPE C, на стандартных кабелях для подключения периферии USB TYPE A

### 4. Очки/шлем VR (не обязательно)



При выборе, необходимо руководствоваться следующими моментами:

1. Размер очков/шлема, они должны быть комфортны для использования взрослым человеком
2. Возможность использования со смартфонами с диагональю больше 6.5” или подбирать смартфон под конкретные очки

# СИМУЛЯТОР



Для организации тренажера используется симулятор FreeRider скачать который Вы можете по ссылке в конце методички.

Контроллеры, которые поддерживаются симулятором: FrSKY Taranis, Spektrum, Devo, DJI FPV, Turnigy, Flysky, Jumper, Radiomaster, Eachine, Detrum, Graupner и Futaba RC, USB-контроллеры Realflight и Esky, геймпады Logitech, Moga, Xbox и Playstation.

# СБОРКА ТРЕНАЖЕРА

Для подготовки тренажера, Вам необходимо установить на смартфон симулятор Freerider.

Перед подключением убедитесь, что пульт и смартфон заряжены. Т.к. для подключения будет использоваться разъем, используемый для зарядки смартфона, то дополнительно зарядить его в процессе тренировки не получится.

После установки симулятора, необходимо выполнить подключение джойстика/пульта к смартфону, с использованием OTG переходника, обратите внимание, что с некоторыми пультами могут работать не все OTG переходники, а также в связи с использованием чехлов, ряд переходников не имеет возможности надежно фиксироваться в разьеме USB смартфона.

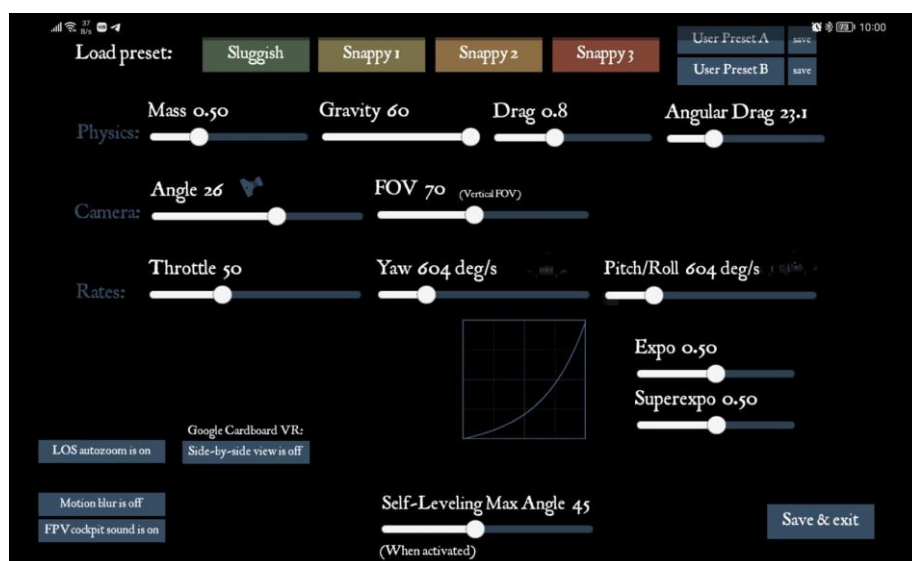
## **Отличие версий Classic/Recharged**

В версии **Classic** вы можете тренироваться в пустыне, на острове, на лугу, на спортивной площадке, на автостоянке и в 2-уровневой башне. Доступен режим для использования с очками/шлемом VR

В версии **Recharged** вы можете летать в пустыне, в лесу, на фабрике, на скалистом утесе, на автостоянке и в своих пользовательских картах. Так же возможны еще 10 дополнительных уровней.

## **Пользовательские настройки**

В меню пользовательских настроек (в симуляторе они называются Custom settings) вы можете настроить следующее:



Стики — Throttle, Yaw, Pitch/Roll и Self-Leveling;

Камера — наклон и угол обзора;

Физика — масса, сопротивление, угловое сопротивление, сила тяжести;

В дополнение к 4 предустановкам вы можете сохранить еще 2 свои настройки.

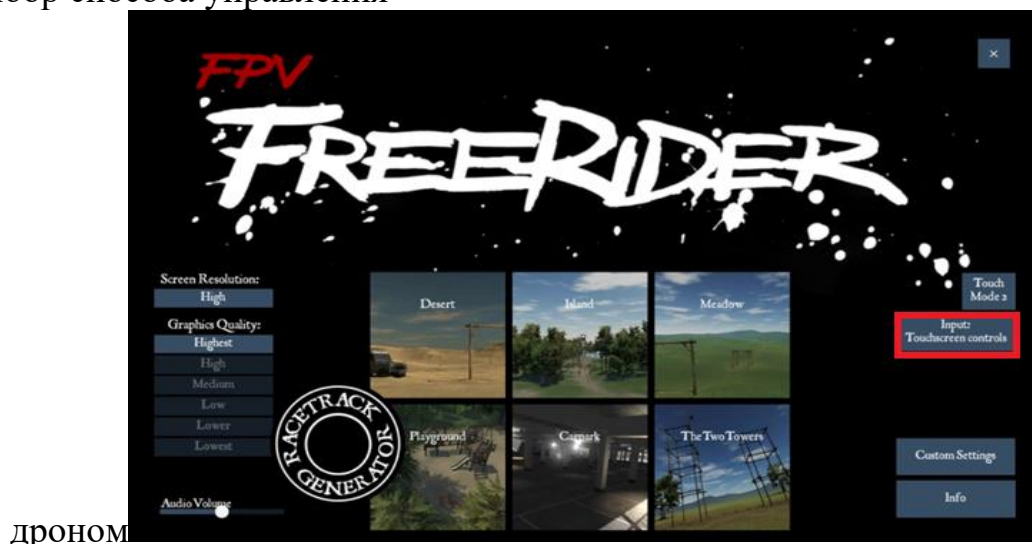
LOS autozoom – авто приближение дрона при управлении от 3-го лица

Так же на главном экране есть возможность выбора качества графики и разрешения экрана (левый нижний угол).

Чем ниже будут эти параметры, тем меньше будут требования к используемому смартфону/планшету

### Базовые настройки пульта/джойстика

## 1. Выбор способа управления



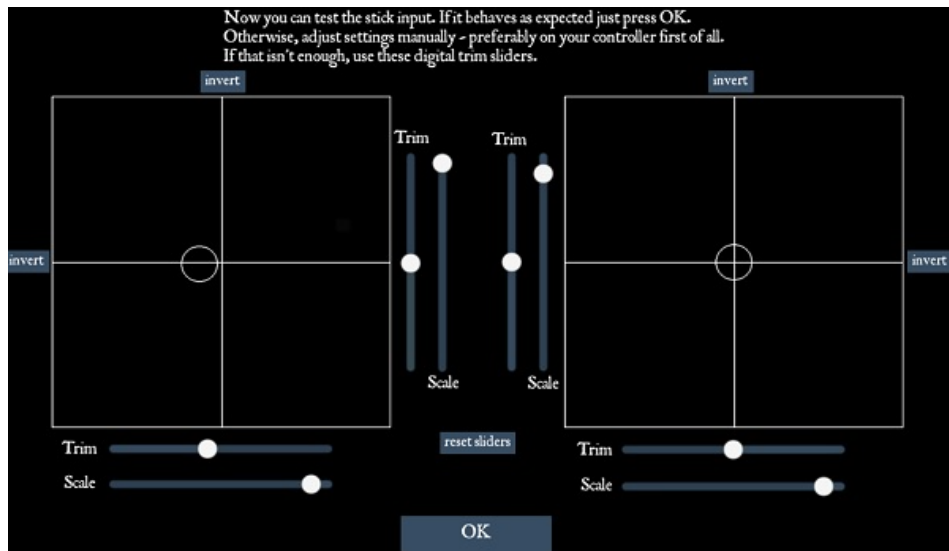
Данный режим устанавливает управление дроном при помощи экранных стиков, установленный режим Mode 2 – определяют расположение модуля Throttle с левой стороны.

При подключении джойстика/пульта необходимо установить следующие настройки и обязательно провести калибровку пульта, перед его использованием.



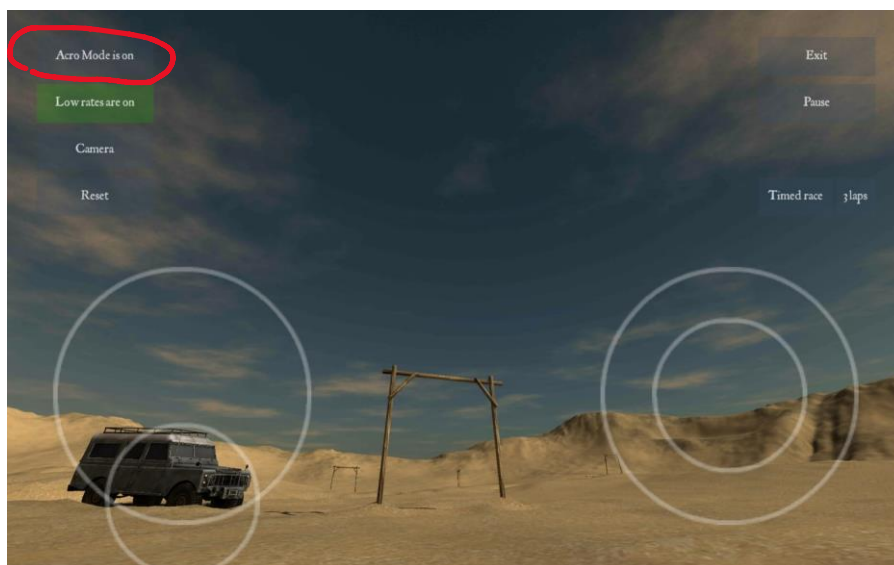
### Калибровка джойстика

Калибровка очень простая и легко проходит, если следовать указаниям на экране. Вам нужно будет двигать стиками вверх/вниз и так далее. На последнем шаге можно будет точно настроить стики.

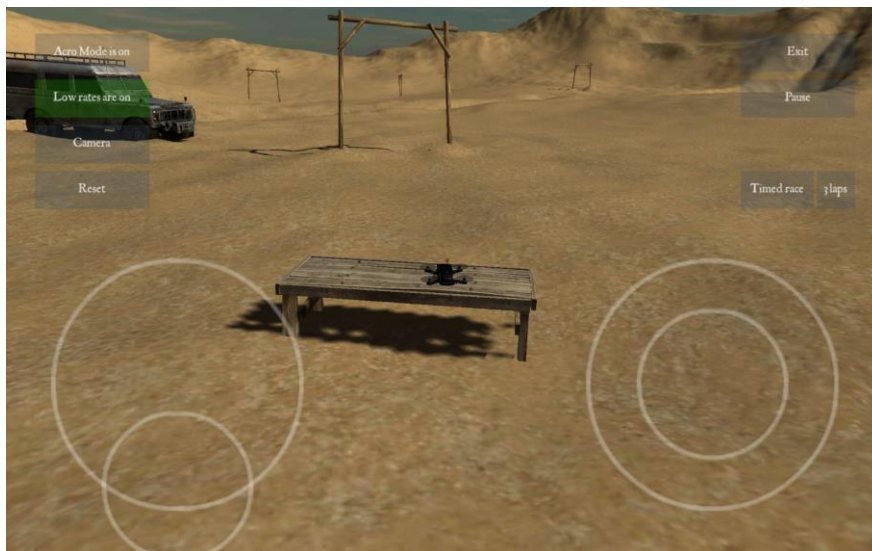


После проведения первичных настроек Вы можете запускать симулятор и летать с использованием экранных стиков.

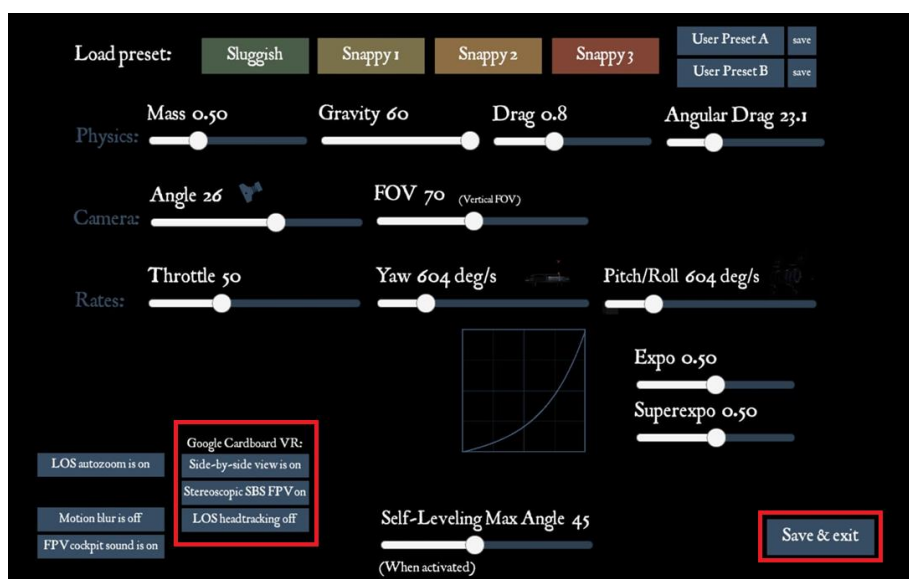
Важными для обучения являются выбор режима управления, для наработки навыков управления, обучаемся в режиме ACRO (отсутствие любых помощников и вспомогательных устройств, возможность выполнять перевороты и т.д.)



Так же можно выбрать режим наблюдения за дроном используя закладку CAMERA, вид будет меняться с FPV на LOS (вид со стороны)

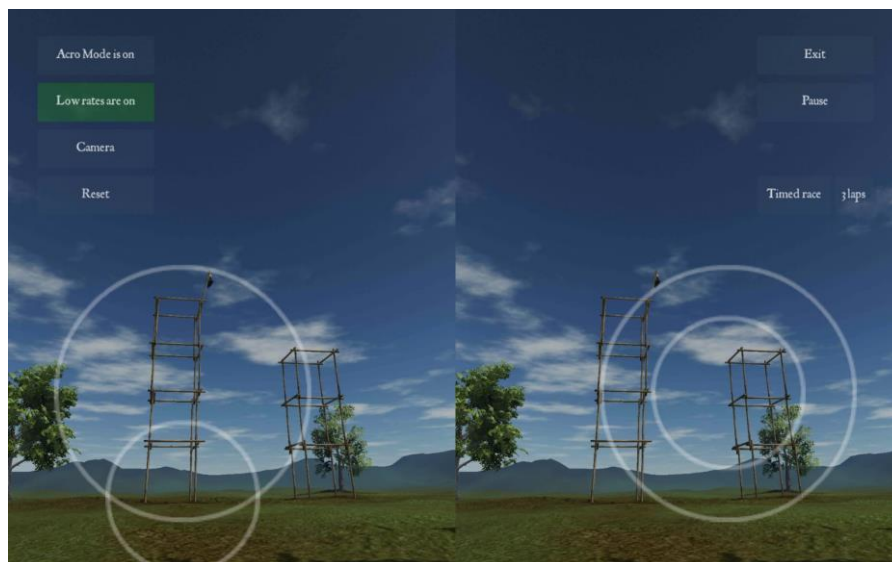


Так же в данном меню есть возможность подключить отображение экрана смартфона, для вывода его на очки/шлем VR



По завершении настроек не забываем сохранять внесенные изменения.

После запуска выбранной карты, вы увидите, что экран смартфона будет разделен на 2 части, для обеспечения изображения в очках/шлеме VR



После проведения данных настроек, вы можете установить смартфон в очки/шлем VR и под настроить (при наличии такой возможности в шлеме) изображение под Ваши глаза.

# БАЗОВЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

Все базовые упражнения одинаково применимы, как к полетам на реальном дроне, так и для полетов на симуляторе.

Первое летное задание для новичков – взлететь на дроне и держать его неподвижно, корректируя положение стиками на пульте управления. Режим ACRO имеет минимум вспомогательных систем, из-за чего дрон дрейфует и его положение необходимо корректировать стиками.



Вариант выполнения задания - медленно перемещать левый стик вверх до тех пор, пока дрон не наберет желаемую высоту. После набора надо удерживать его в неподвижном состоянии, а для этого тот же левый стик перемещаем вниз очень плавно, в противном случае дрон продолжит набор высоты. В итоге, чтобы «поймать» дрон, потребуется совершить несколько движений левым стиком вверх-вниз. Параллельно с корректировкой по высоте необходимо следить за креном и удерживать направление «по носу». Главная задача – в течение всех упражнений не допускать никаких резких движений стиками, это залог успеха.

Второе задание сложнее – управлять дроном, повернув его к себе «лицом», выполняется в режиме вид со стороны. Управление по направлению движением в этом случае инвертируется, и оператор должен иметь определенные рефлексy в такой ситуации.

Третье задание – полет по квадрату. Вам нужно пролететь по квадрату, удерживая высоту и курс вперед, то есть постоянно разворачивать коптер «носом» по курсу движения. Здесь также необходимо помнить о постоянной работе левым стиком вверх-вниз для удержания высоты. Это становится более сложным, поскольку мозг занят еще и обработкой поворотов коптера в углах квадрата. Однако это необходимое упражнение, и после его освоения дело пойдет легче.

Четвертое задание – остановка дрона. Вам нужно двигаясь вперед по курсу полета выполнять последовательно разгон и торможение дрона, для чего нужно научиться работать правым джойстиком Pitch. Отклонение его вперед приводит к разгону дрона, отклонение назад к замедлению, параллельно нужно корректировать высоту полета дрона с использованием стика Throttle

# Полезные ссылки

<p>Freerider программа симулятор Оригинальную версию можно скачать на Google Play Приведенная ссылка позволит скачать арк файл для установки на любое устройство с OS Android/Harmony</p>	
<p>ТГ канал с обширной базой знаний</p>	
<p>Видеокурс по основам тренировки на симуляторе Freerider</p>	