

## ПАСПОРТ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ

Название проекта	Платформа для исследований и доставки
Автор проекта	Кузнецов Илья Русланович
Руководитель	Бабарин Ярослав Николаевич (Гимназия №3) Перешивко Илья Олегович (ГАУ ДО «Кванториум»)
Целевая аудитория проекта	Основной аудиторией данного проекта являются группы учёных, нуждающиеся в платформе для крепления оборудования, а также компании, занимающиеся грузоперевозками.
Полезность проекта (заинтересованность в результате)	Он будет полезен учёным в сборе данных по составу атмосферы, а также логистическим компаниям для доставки малогабаритных грузов внутри городов.
Проектная идея	Если я сделаю эту платформу я смогу облегчить труд учёных, а также ускорить доставку товаров людям.
Цель проекта	Создание универсальной платформы для крепления и перевозки на ней оборудования исследований, и логистических операций. Также облегчение сбора данных на расстоянии.
Задачи проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подобрать комплектующие для создания платформы.</li> <li>• Теоретически обосновать принципы её действия и рассчитать технические характеристики.</li> <li>• Найти людей, заинтересованных в подобной разработке.</li> <li>• Создать прототип.</li> </ul>
Этапы проекта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Подбор комплектующих</li> <li>2) Создание макетов для 3D печати</li> <li>3) Подготовка прошивки</li> <li>4) Создание прототипа</li> <li>5) Аprobация</li> <li>6) Доработка</li> </ol>
Ресурсный анализ проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Компьютер (инструмент для поиска документации и комплектующих). (имеется)</li> <li>• Запчасти для производства платформы. (12-13 тысяч рублей)</li> <li>• Паяльная станция и инструменты для сборки. (в помещении)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интернет (поиск документации и комплектующих). (340 рублей)</li> <li>• Помещение.</li> <li>• Принтер (для печати документации). (в помещении).</li> </ul>
<p>Краткое содержание проекта (аннотация)</p>	<p>Мой проект актуален, потому что будет полезен при исследовании атмосферы земли, а также при грузоперевозках. Продуктом моего проекта является платформа для исследования и перевозки грузов. Он интересен учёным и логистическим компаниям, потому что на данный момент в нашей стране нет подобных решений. В ходе работы над проектом я смог подобрать материалы и комплектующие, создал прототип, у меня получилось описать физические принципы, на которых основана данная конструкция... Я планирую продолжать дорабатывать работать над технологией производства данной модели и дорабатывать её универсальность.</p>
<p>Результат проекта (продукт)</p>	<p>Мой продукт – макет, выполненный из запчастей от старого уже не работающего дрона созданный по причине очень долгой доставки новых комплектующих с заявленными характеристиками. Включает сам дрон, и пульт управления. (на обновлённую версию будет установлен GPS модуль) для соответствия заявленным характеристикам.</p> 
<p>Самоанализ работы над проектом</p>	<p>1) Время исполнения данного проекта я многому научился: в частности, работать с научными статьями, паять, работать с 3D</p>

	<p>принтером, начал немного разбираться в электронике.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2) Из выполнения данного «задания» я вынес некоторый опыт и понял, чего мне не хватает.</li><li>3) Во время пайки я понял, что моих навыков не хватает для полного удовлетворения потребностей проекта и мне пришлось обращаться за помощью к своему преподавателю по робототехнике.</li><li>4) Также выявилась одна существенная проблема данного проекта. В России тотальная нехватка комплектующих для такого типа проекта. Их можно найти либо на таких площадках как Авито, но б/у они не выдадут полной мощности и это не подходит. Есть аналоги, которые можно без проблем купить, но это существенно удорожит проект, а для меня основное соотношение это цена/качество/производительность. Такие запчасти можно найти в Китае на таких сайта как Ali., но тут тоже не всё так просто, при прохождении таможни оказалось, что неправильно заполнены документы и посылку отправили обратно, я учёл данную ошибку и пере заказал с учётом данной оплошности.</li><li>5) Также я выявил некоторые недоработки за собой, что мог работать лучше.</li><li>6) В итоге могу сказать, что проект имеет право на жизнь, но существуют проблемы с его реализацией, ключевой из которых является крайне медленная скорость доставки комплектующих.</li></ol>
--	--

# Актуальность(новизна):

На данный момент тема проекта достаточно актуальна. Сейчас нет достаточно унифицированной платформы для научных исследований. Большинство платформ создаётся для решения конкретной задачи. Например, описанная проблема изучения атмосферы. Применяются 2 метода. Первый заключается в запуске шаров, наполненных водородом (что достаточно опасно из-за взрывоопасности газа), этот метод не позволяет контролировать полёт, атак-же после запуска оборудование разбивается. Второй метод — это использование специальных самолётов разведчиков этот метод не экономичен. Платформа позволит частично решить данную проблему (частично из-за недостатка в дальности (шары могут взлетать на высоту до 20км, а у платформы максимальная высота 10км)) на неё можно закрепить датчики и произвести облёт гораздо экономичнее и быстрее. Также на платформу можно закрепить некоторые приборы для анализа почвы и некоторых других видов работ. На данный момент грузоперевозками занимаются люди на данный момент компании активно внедряют новые технологии. Например, роботы доставщики Яндексa или дроны компании Amazon, но это единичные практики, которые на данный момент могут себе позволить только крупные компании. Существуют также некоторые платформы на мировом рынке которые с натяжкой можно назвать аналогом (почему с натяжкой, из-за того, что эти платформы сделаны в качестве единичных решений для гоночных дронов. Их будет необходимо доработать перед использованием). Такие платформы предназначены для полётов на больших скоростях, а не для перевозки грузов или оборудования. Я предлагаю платформу, на основе которой можно создать универсальный БПЛА, который можно будет переконфигурировать в любой момент для выполнения поставленных задач. Именно в этом и заключается его новизна (в подходе к производству нацеленной на универсальность и «классовую» мобильность).

# Этапы реализации:

## 1. Подбор комплектующих для платформы(пройден)

Было решено создавать платформу на основе рамы типа ХН (совмещённый) из углепластика с использованием моторов EMAX RS2205(причины объяснены во вложении). Регуляторы оборотов на 30А т. к. для эти моторов предел 29.9А и держать его можно не больше 10 секунд. Полётный Контроллер SP racing f3 (на тот момент f4 ещё не вышел). И аккумулятор на 3.3Ач. Эти комплектующие взяты от гоночных дронов из-за их высокой надёжности и достаточно высокого кпд.

## 2. Сборка платформы (ещё не произведена из-за недостатка комплектующих)

Использование комплектующих от гоночных дронов даёт небольшой плюс. Эта конструкция может быть переделана под любые необходимые задачи. Например, рама может быть продлена за счёт вставок распечатанных на 3D принтере.

## 3. Программирование контроллера. Под различные задачи нужно по-разному программировать контроллер. Использование

## 4. программируемого контроллера позволяет значительно расширить

Возможности данной платформы. Например, использовать тумблеры на пульте управления для запуска датчиков или для сброса груза например (это тоже можно реализовать только необходимо  
Переделать раму и добавить ещё 2 мотора, чтобы увеличить грузоподъёмность).

## 4. Проверка работоспособности устройства, а также апробация его в

реальных условиях (съёмка видео на экшн камеру в полёте).

## Физическое обоснование принципа действия беспилотного летательного аппарата (БПЛА) оснащённого четырьмя двигательными установками

Основой такого БПЛА являются моторы. В нашем случае это EMAX RS2205 2300KV. Для данного мотора в сети интернет можно найти практически все технические характеристики.

Motor type	The voltage (V)	Paddle size	current (A)	thrust (G)	power (W)	efficiency (G/W)	speed (RPM)
RS2205-2300KV	12	HQ5045 BN	1	62	12.00	5.17	6400
			3	162	36.00	4.50	10080
			5	236	60.00	3.93	12070
			7	311	84.00	3.70	13730
			9.1	374	109.20	3.42	15100
			11	439	132.00	3.33	16320
			13	490	156.00	3.14	17350
			15.3	548	183.60	2.98	18350
			17.3	611	207.60	2.94	19210
			20.7	712	248.40	2.87	20080
	16	HQ5045 BN	1	76	16.00	4.75	7220
			3	183	48.00	3.81	10790
			5	283	80.00	3.54	13030
			7.1	352	113.60	3.10	14720
			9.1	426	145.60	2.93	16180
			11	497	176.00	2.82	17150
			13	560	208.00	2.69	18460
			15	628	240.00	2.62	19270
			17	692	272.00	2.54	20270
			19	754	304.00	2.48	21060
			21	812	336.00	2.42	21840
			23.3	878	372.80	2.36	22590
			25.4	936	406.40	2.30	23210
			27.3	997	436.80	2.28	23920
29.9	1024	478.40	2.14	24560			

В этой таблице приведены технические характеристики двигателя в зависимости от аккумуляторной батареи. Так же в таблице указана рекомендуемая марка пропеллера для получения максимального кпд.

1. Зная все комплектующие я могу рассчитать подъёмную силу в ньютонах а также кпд данных моторов для БПЛА моей комплектации

$$T = (aND)^{2/3}$$

Данная формула позволяет высчитать тягу несущего винта при безветрии. В данной формуле:

$a$  - коэффициент, характеризующий аэродинамическое качество несущего винта и влияние "воздушной подушки".

$N$  — мощность двигателя в л. с.

$D$  — диаметр несущего винта в м.

Из паспортных данных двигателя мы знаем, что:

$$a = 20-15$$

$$N = 370W$$

$$D = 0.127$$

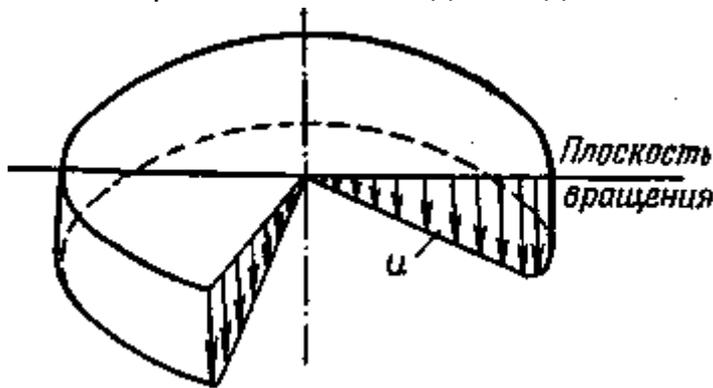
Для начала переведём 370W в лошадиные силы умножением на коэффициент 0.00136

$$N (\text{л.с.}) = \mathbf{0.503059}$$

При подстановке в формулу мы получаем что

$$T = 1.17752-0.972022\text{кг}$$

Эти значения практически совпадают с данными из таблиц.



По Глауэрту средняя индуктивная скорость в полете с поступательной скоростью определяется формулой.

$$v_{\text{ср}} = \frac{T}{2\pi R^2 \rho V}$$

Где:

$\rho$  — плотность воздуха

$V$  — скорость полета в м/сек

Считая, что полёт будет происходить при нормальных условиях

$$\rho = 1.205 \text{ кг/м}^3$$

Скорость других дронов такой комплектации может достигать до 100км/ч что эквивалентно 27. (7) м/с. Но в большинстве случаев такая скорость не нужна по этой причине расчёт я буду производить расчёты для скорости 63км/ч, что эквивалентно 17.5 м/с.

Тягу винта примем за 0.7кг т. к. на максимальной тяге скорость будет даже выше, чем 100км/ч

Подставив значения в формулу, получим, что

$$V_{cp} = 0.3277 \text{ м/с}$$

Зная, что 1 мотор может поднять примерно 1.18кг рассчитаем сколько поднимут 4 просто перемножив.

Получим что  $T_4 = 4.72\text{кг}$ , что достаточно прилично.

Сам дрон будет весить от 0.6 до 1 кг возьмём усреднённое значение 0.8кг.

Т.е. мы можем рассчитать кпд при максимальной мощности двигателя.

$$\eta = \frac{A_{п}}{A_3} = \frac{m}{T_4}$$
$$\eta = 16\%$$

При меньшей тяге кпд вырастет, например при тяге в 2кг  $\eta=0.4$  и так далее.

У БПЛА с четырьмя двигателями есть некоторые особенности. В частности, принцип вращения их пропеллеров. Если бы все пропеллеры вращались в одном направлении, то это привело бы к тому, что дрон начала вращаться на одном месте в сторону вращения пропеллеров. У вертолётов такая проблема решается за счёт дополнительного заднего винта, который противодействует крутящему моменту создаваемому основным винтом.

Важная часть дрона это аккумуляторы. Для дронов используются аккумуляторы либо li-ion либо li-po. Литий-ионный(li-ion) аккумулятор состоит из электродов (катодного материала на алюминиевой фольге и анодного материала на медной фольге), разделённых пористым сепаратором, пропитанным электролитом. Пакет электродов помещён в герметичный корпус, катоды и аноды подсоединены к клеммам-токосъёмникам. Корпус иногда оснащают предохранительным клапаном, сбрасывающим внутреннее давление при аварийных ситуациях или нарушениях условий эксплуатации. Преимущества это токоотдача, низкий саморазряд, большое количество циклов заряд-разряд, не требуют обслуживания. Минусы это огнеопасность, теряют работоспособность при переразряде, теряют ёмкость на холоде.

Посмотрев на все плюсы и минусы я решил использовать li-po батареи так как из-за высокой токоотдачи они идеально подходят для моих целей. Для моего дрона на максимальной мощности нужно 120А тока. Я планировал брать аккумулятор 3.3Ач зная это я могу рассчитать какой коэффициент токоотдачи должен быть у аккумулятора.

$$C = \frac{I}{q} = \frac{120}{3.3} = 36.4$$

Для того чтобы избежать перегрев аккумулятора нужно брать аккумулятор с запасом по этой причине я возьму аккумулятор на 3.3Ач с коэффициентом токоотдачи  $c=60$ .

Зная все показатели мы можем рассчитать примерное время полёта. Т.к дрон весит 0.8 кг то для полёта среднее значение  $T=1.6$  кг по причине того, что необходимо поддерживать высокую скорость. При данной силе тяги на 1 мотор приходится примерно 0.4 кг нагрузки. При данных показателях  $U=16V$   $I=9A$ . зная это рассчитаем на сколько хватит батареи ёмкостью в 3.3Ач. Зная что максимальная мощность это 370 ват найдём показатель мощности при 9А. Так как  $U=const$  то  $\frac{P}{P_2} = \frac{9}{30} = \frac{3}{10}$  из этой формулы выведем что  $P=111W$

Зная это подставим данные в формулу и прибавим к  $P$  89В учитывая дополнительных потребителей.

$$t = q \times \frac{16}{200}$$

Из этой формулы мы получим что  $t=0,4$ ч переведём и получим что при идеальных условиях с дополнительными потребителями мы пролетим 24минуты. И это будет достаточно хороший результат.

Последний из основных компонентов дрона это приёмник и передатчик. В нашем случае это FS-IA6B и FlySky i6 соответственно. Они работают на частоте 2.4ГГц. Производителем заявлена передача радиосигнала на 1.5 км при прямой видимости.

## Список источников и литературы:

- Мощность двигателей (<https://xmodels.ru/emax-model/emax-rs2205-2300kv-racespec-ccw-motor>)
- Другие параметры(<https://clck.ru/aqb6o>)
- Физические принципы(<http://twistairclub.narod.ru/zagordan/glava1-1.htm>)
- Приёмник и передатчик([https://rcsearch.ru/wiki/Flysky\\_FS-i6](https://rcsearch.ru/wiki/Flysky_FS-i6))
- Расчёты по аккумуляторам(<https://clck.ru/aqb9S>)
- Данные по двигателям(<https://clck.ru/aqbA7>)
- Теория по дронам(<https://iot.ru/gadzhety/kak-ustroen-dron>)
- Г. Глауэрт «Основы теории крыльев и винта» (Государственное научно-техническое издательство, Москва-Ленинград, 1931.)
- Полная версия физической теории (<https://disk.yandex.ru/d/60M7SPqayCAYvg>)

# Оглавление:

- 1) Паспорт проектной работы.
- 2) Актуальность(новизна).
- 3) Этапы реализации.
- 4) Физические принципы.
- 5) Список источников и литературы.

12 701 знак