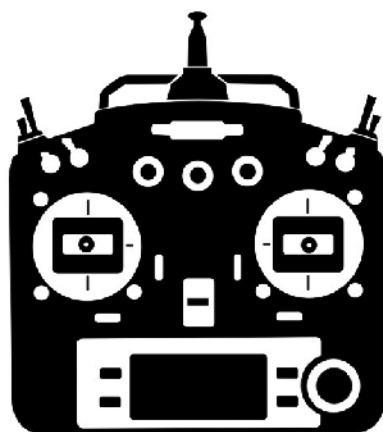


Пособие начинающего RC вертолетчика



Авторы: Олег Муринский aka aarc
Александр Сергиенко aka AlexSr
Виктор Козаченко aka vitkor
Андрей Посашков aka Andrew Stick

©2009

Оглавление

От авторов.....	4
1. Самое главное. Безопасность.....	4
2. Для начала рекомендуется почитать теорию.....	7
3. Какие модели бывают, и их классификация.....	7
4. ДВС или электро? Что выбрать?.....	7
5. На какой модели лучше начинать обучение.....	8
6. Как выбрать аппаратуру управления?.....	9
7. Какие комплектующие поставить на модель?.....	9
7.1 Электроника для модели 450-го класса.....	9
7.1.1 Сервомашинки и гироскоп.....	9
7.1.2 Двигатель для модели 450-го класса.....	11
7.1.3 Контроллер (Speed controller).....	12
7.1.4 Какой аккумулятор выбрать?.....	13
7.1.5 Какие выбрать лопасти для модели 450-го класса?.....	14
7.1.6 Как выбрать и купить модель?.....	15
7.1.7 Моя модель 450-го класса.....	17
7.2 Электроника для модели 500-го класса.....	18
7.2.1 Сервомашинки и гироскоп.....	19
7.2.2 Электропитание электроники на вертолете 500-го класса.....	21
7.2.3 Двигатель для модели 500-го класса.....	22
7.2.4 Контроллер управления двигателем для вертолета 500-го класса.....	22
7.2.5 Какой аккумулятор установить на модель 500-го класса.....	23
7.2.6 Какие лопасти выбрать для модели 500-го класса.....	25
7.2.7 Моя модель 500-го класса.....	27
7.3 Электроника для модели 550-го класса.....	27
7.3.1 Сервомашинки и гироскоп.....	27
7.3.2 Электропитание электроники на вертолете 550-го класса.....	29
7.3.3 Двигатель для модели 550-го класса.....	31
7.3.4 Контроллер управления двигателем для вертолета 550-го класса.....	33
7.3.5 Аккумулятор для модели 550-го класса.....	34
7.3.6 Лопасти для модели 550-го класса.....	35
7.3.7 Моя модель 550-го класса.....	36
7.4 Полезное оборудование и электроника.....	37
7.4.1 Индикатор бортового питания.....	37
7.4.2 Индикатор заряда силовой батареи.....	37
7.4.3 Говернер для ДВС вертолета.....	38
7.4.4 Логгер.....	38
7.4.5 Бортовой термометр.....	38
7.4.6 Бортовая телеметрия.....	38
7.4.7 Устройства управления топливной смесью и поддержания температуры двигателя.....	39
7.4.8 Удлинитель накала для вертолета с ДВС.....	39
7.5 Пример расчета электроустановки для вертолета Mikado Logo 500 3D.....	40
7.6 Какие комплектующие поставить на ДВС модель 50-го класса.....	42
7.6.1 Системы микширования mCCPM и eCCPM.....	42
7.6.2 Сервомашинки и гироскоп.....	44
7.6.3 Электропитание бортовой электроники на вертолете 50-го класса.....	46
7.6.4 Двигатель внутреннего сгорания для модели 50-го класса.....	48

7.6.5 Двигатель для модели 50-го класса. Практический опыт.....	49
7.6.6 Лопасты для модели 50-го класса.....	52
7.6.7 Стартовое оборудование для ДВС моделей 50-го класса.....	54
7.6.8 Моя модель 50-го класса. Практический опыт.....	56
7.6.9 Необходимое дополнительное оборудование. Практический опыт.....	58
7.6.10 Заметки о топливе.....	59
7.7 Зарядные устройства в вертолетном моделизме.	61
7.8 Начальное обучение.	66
7.9 Термины, определения, жаргон.....	68
7.9.1 Общие определения.....	68
7.9.2 Механика.....	69
7.9.3 Электроника.....	72
7.9.4 Приспособления и инструменты.....	73
7.10 Условия распространения и авторы.....	73

От авторов

Вертолет, это не горный велосипед, и не пневматическая винтовка!!! И в первую очередь это не игрушка!!! Это технически сложный товар. Сплав механики и электроники. Поэтому, не зная как все это работает, очень сложно будет что-либо выбрать, и понять, как это может летать. Для того, чтобы немного сориентировать начинающих, и служит это пособие. Сразу стоит предупредить, что потребительский подход в моделизме, в том числе и вертолетном не применим. Не стоит относиться к своей модели как к игрушке или пульту дистанционного управления от телевизора. Старайтесь понимать, изучать, и разбираться с тем, что вам не понятно. Не стесняйтесь пользоваться поиском на форумах, а также вообще в Интернете. Наш опыт, говорит о том, что в русскоязычном сегменте Интернета найти можно практически все ответы на интересующие вас вопросы.

О документе.

Данный документ является свободно распространяемым. Но, это не значит, что вы можете его продавать. Документ позиционируется нами как для некоммерческого использования. Внесение изменений разрешается только с разрешения авторов документа.

Структура документа проста. Изложение материала идет от простого к сложному, с увеличением размеров модели, материал усложняется и все более детализируется.

Моменты, на которые следует обратить повышенное внимание — выделены красным. То, что следует просто принять к сведению выделено словом «Внимание!!!». Документ, подразумевает наличие у читающего базовых знаний на уровне школьной программы, и не дает ответов на «абсолютно все вопросы», которые, как правило, возникают у начинающих. Если вы не найдете в данном документе ответ именно на ваш вопрос, то попробуйте найти ответ на него в Интернете.

Удачи!

1. Самое главное. Безопасность.

В настоящее время, радиоуправляемые модели получают все большую распространенность, количество людей, увлеченных этим хобби, растет из года в год. Вертолет по праву считается наиболее опасным направлением RC. RC — radio-controlled — по русски радиоуправляемые. Еще бы, отдельные модели имеют диаметр ротора в полтора метра. И теперь, представьте себе, что вот эта крутящаяся с бешеной скоростью штука попадает во чтонибудь, или, не дай Бог, в когонибудь.... Последствия могут быть ужасны. Ответственность прежде всего лежит на человеке управляющим моделью. Чтобы плохого не случилось, попробуем вас предостеречь.

Основы безопасности.

Автор Олег Муринский aka aarc, оригинал материала расположен по адресу:
<http://forum.rcdesign.ru/blogs/28551/blog6201.html>

Все дополнения к данному материалу сделаны с разрешения автора.

Существуют несложные правила, которым вы можете следовать на поле и тем самым обеспечите дополнительную безопасность полетов. Важно помнить об этих правилах перед каждым взлетом.

- **Выполняйте предполетную подготовку.** Это важно! Проверка перед каждым полетом позволит убедиться, что вертолет не создаст угрозы вам и окружающим. По поводу предполетной проверки можно написать целую статью, мы же дадим краткий

- перечень: проверьте работу радиочасти, убедитесь что все сервоприводы правильно работают. Проверьте крепления на предмет ослабших винтов(особенно винт крепления головы к основному валу и крепление цапф к межлопастному валу). Проверьте частоту передатчика и убедитесь, что не создадите помех. Проверьте тяги и напряжение бортового питания. Составьте для себя список предполетной проверки, сделайте побольше копий, берите список с собой на поле и следуйте ему.
- Тем, кто не использует аппаратуру 2.4ГГц необходимо сверить частоту передатчика со всеми пилотами на поле.
 - **Держите ротор рукой при запуске двигателя.** При запуске ДВС крепко держите ротор за цапфу. Убедитесь, что на передатчике включен нормальный полетный режим и что стик газа полностью опущен, сам передатчик в зоне доступа и что у вас есть доступ к топливной трубке на случай если надо будет экстренно заглушить двигатель. Если надо немного подбавить газа, держите лопасти крепче.
 - **Держи стик!** Если вам надо перенести заведенный или подключенный к питанию вертолет от места подготовки к месту запуска, удерживайте стик газа вниз и включайте режим удержания газа на аппаратуре. Если просто держать аппаратуру в руке или на шнурке, есть вероятность, что можете случайно задеть стик газа. Лучше подключать питание электровертолета непосредственно на площадке для запуска модели. Таким образом вообще не надо будет носить включенный вертолет в руке, а одеть кабину на месте старта - пара пустяков!)
 - **Никогда не держите руками вертолет с вращающимися лопастями.** Может это кажется неопасным, но это не так даже для микровертолетов! Никогда не держите ваш электро или нитро вертолет за балку, лыжи или другие части, когда лопасти вращаются. Можно получить травму в случае механической поломки.
 - **Летайте с наблюдателем,** который будет вашими глазами и ушами, и будет следить за окружающей обстановкой, в то время как вы управляете моделью.
 - **Избегайте использования стартового стола для настройки работающего вертолета.** Некоторые приспособились прикручивать вертолет к столу или скамье во время настройки мотора или устранения бабочки. Это не очень хорошая идея поскольку так вы оказываетесь ближе к вертолету и можете быть ранены если опора вертолета пошатнется или упадет. Делайте подобные настройки в поле, спокойно, потратьте столько времени, сколько надо что бы сделать все правильно.
 - **На поле обязательно должна быть четко выделенная полетная зона.** Не важно, где вы летаете - с точки зрения безопасности должна быть линия за которой проводятся все полеты и линия должна быть на хорошем удалении от места подготовки к полетам.
 - **Не подпускайте вертолет к себе ближе чем на 7-10 метров.** Вы избежите большинства неприятностей следуя этому простому правилу. Когда модель удалена от вас, это дает время на коррекцию, если ситуация развивается не так как предполагалось. К тому же модель далеко и от людей находящихся в зоне подготовки к полетам.
 - **Не летайте над головами людей,** над машинами и т.п. Это логично даже с точки зрения здравого смысла.
 - **Если вы чувствуете неуверенность при выполнении маневра, практикуйтесь выше** и подальше от себя. Дополнительное пространство между вертолетом, землей и вами даст дополнительное время на коррекцию, а также время на определение ориентации вертолета, если он отлетел далеко от вас.
 - **Учитывайте окружающую обстановку.** Осмотрите местность, убедитесь, что поблизости нет деревьев, проводов и других предметов, которые могут помешать полету. Если помехи есть, лучше выбрать другое место для полетов, либо запомнить, где расположены эти препятствия. Обратите внимание, где находится солнце и не летайте в ту сторону, иначе вас может ослепить. Даже доли секунды ослепления достаточно что бы потерять вертолет. Учитывая это, полезно носить темные очки,

чтобы уменьшить вероятность ослепления. В пасмурную погоду хорошо помогут желтые очки.

- **Держите в голове контраварийный план**, когда вы пробуете новый маневр или ориентацию. К примеру, если вы тренируете висение в инверте, заранее продумайте, какие движения стиками вы будете делать что бы вернуться в нормальный полет, если будете терять контроль над моделью. Можно следовать простому правилу - как входили в инверт, так и выходим из него, если перевернулись через правый бок, то и возвращаемся в нормаль тем же движением стика. Практикуйте контр-аварийный маневр, что бы он стал для вас как родной.
- **Используйте здравый смысл**. Разумеется многие из приведенных выше советов помогут избежать неприятностей, однако, если однажды вы потеряете контроль над вертолетом, не паникуйте и не дергайте стиками. Сохраняйте спокойствие, используйте здравый смысл и действуйте по ситуации. И не стесняйтесь делать замечания тем, кто не уделяет должного внимания безопасности на поле. Вежливо обратите на это их внимание. Летать на вертолетах в коллективе намного прикольнее, поэтому уделите внимание и безопасности ваших друзей!

Дополнение:

- **Полетная зона должна всегда должна находится перед пилотом**. Всегда соблюдайте это правило. Полетная зона должна находится перед пилотом. Не летайте над собой, и не залетайте за спину. Управляйте моделью так, чтобы она всегда была в зоне видимости. Не надо вертеться как волчок. Достаточно поворота головы.
- **Всегда настраивайте аппаратуру управления так, чтобы при потере управляющего сигнала выключался / глушился двигатель**.
- **Всегда настраивайте переключатель «холд» - выключение / глушение двигателя модели**. В случае аварийной ситуации, всегда будьте готовы воспользоваться этим переключателем. В нормальной аппаратуре данный режим предусмотрен штатно.
- Иногда полезно использовать светоотражающие наклейки на лопасти вертолета. Данная мера улучшает локацию вертолета в пространстве.
- В солнечную погоду желательно летать в очках с поляризацией. Данная мера позволит снизить вероятность ослепления, и позволит лучше видеть вашу модель в воздухе.
- **Никогда не летайте в общественных местах**, и местах где могут внезапно появиться люди или животные, а особенно маленькие дети.
- **Никогда не летайте в состоянии алкогольного опьянения, под пивко или водочку**. Даже, если после выпитого, вы чувствуете себя мегауверенно. Управление вертолетом очень сложная задача, требующая от пилота высокой концентрации внимания, и хорошей реакции.
- Старайтесь летать с наблюдателем. Проинструктируйте по технике безопасности своего напарника. Расскажите ему, что желающих посмотреть, гнать в шею не надо, пусть укажет им место, дальше которого им приближаться не стоит. Пока вы летаете, пусть всегда смотрит в оба. Если он будет готов рассказать «зевакам» основы безопасности — будет очень замечательно. Всегда относитесь к желающим посмотреть доброжелательно.
- Перед полетным днем, всегда проводите капитальный осмотр своего вертолета. Проверьте нет ли разболтавшихся линков, открученных болтов, проверьте состояние ремня если таковой имеется. Проверьте точность и плавность хода всех механизмов вертолета. Такой осмотр занимает не более 30 мин, и позволяет снизить вероятность отказа механической части к минимуму.

- **Перед полетным днем составляйте план полетов. Никогда не летайте те фигуры, которые не умеете уверенно выполнять в симуляторе, даже если они и кажутся вам простыми.**

2. Для начала рекомендуется почитать теорию.

Можно почитать обзорные статьи на этом сайте. Много полезной информации можно найти в блогах и форумах. Для более глубокого понимания теории вертолета можно найти и почитать книгу инженера-подполковника А.М.Загордан'а "Элементарная теория вертолета", а также любые другие книги по теории вертолета. Модель, не так уж и сильно отличается от настоящего вертолета.

3. Какие модели бывают, и их классификация.

Один из способов разделения моделей вертолета на классы - разделение по объему двигателя внутреннего сгорания - данная классификация достаточно старая, и не учитывает современные реалии. В настоящее время общепринятой считается такая классификация:

Класс ДВС	Класс электро	Длина лопасти, мм	Примерный полетный вес модели, гр
-	250	200-210	250-350
-	400	230-250	300-500
-	450	290-350	800-1200
-	500	420-450	1700-2200
30	550	550-570	2500-3500
50	600	600-620	3300-4000
90	-	690-720	>4000

Следует обратить внимание на то, что были есть и будут, модели, которые не попадают под общепринятую классификацию.

4. ДВС или электро? Что выбрать?

Вопрос этот далеко неоднозначен, и вызывает бурю эмоций в форумах. Здесь, постараемся в виде плюсов и минусов изложить только факты, решать и делать выводы все равно вам.

Плюсы ДВС по сравнению с электро вертолетами:

- 3.1 БОльшее полетное время. 8-15 минут против 5-10 мин у электро вертолетов.
- 3.2 Количество полетов в сущности ограничено запасом топлива у пилота.
- 3.3 Не требует специфических знаний по электротехнике.
- 3.4 Тяга двигателя постоянна на протяжении всего времени полета.
- 3.5 Некоторых очаровывает звук двигателя, и запах его выхлопа — это особая любовь. :)

Минусы ДВС по сравнению с электро вертолетами:

- 3.6 Модели как правило большие, и требуют выделенного места для полетов, и хранения.
- 3.7 Более долгая и сложная подготовка с полету. Примерно 5 мин против 1 минуты для электро вертолетов.

- 3.8** Требуется стартовое оборудование: накал свечи, стартер.
3.9 После полетов требуется очистить модель от не сгоревших остатков топлива.
3.10 Требуется научиться настраивать двигатель.

Плюсы электро вертолета по сравнению с ДВС:

- 3.11** Существуют модели очень маленького размера - даже комнатные. Можно летать в закрытых помещениях. Например в зале. Мелкие модели легко переносить в сумке или пакете.
3.12 Быстрая готовность к старту. Обычно не более 1 мин.
3.13 Поведение и отклик электроустановки многим пилотам более понятен и предсказуем.
3.14 Модель не загрязняется остатками топлива.

Минусы электро вертолета по сравнению с ДВС:

- 3.15** Меньшее полетное время. 5-10 мин против 8-15 минут у ДВС.
3.16 Требуется специфические знания по электротехнике - на уровне школьной программы и выше.
3.17 Для непрерывных полетов требуется минимум 3-4 аккумулятора. Если аккумуляторов мало, то требуется возможность заряжать их в поле от аккумулятора, например, автомобиля. Здесь главное не перестараться, иначе, аккумулятор в авто тоже потребует зарядки.
3.18 Требуется хорошее зарядное устройство, а если батарей много, то и не одно.
3.19 Тяга двигателя и отзывчивость модели снижаются по мере разрядки аккумулятора.

Так как менеджеры фирм производителей далеко не дураки, то и нам не удастся купить на рупь пятак. Вертолеты одного размера в исполнении как ДВС так и электро по цене владения, и затратам на приобретение, будут примерно одинаковы.

5. На какой модели лучше начинать обучение.

Маленькие, но по три? Или большие, но по пять? :)

Так как этот вопрос тоже далеко неоднозначен, то и он вызывает бурю эмоций в форумах. Здесь постараемся изложить только факты, решать и делать выводы все равно вам. Положите на стол 2 шарика: теннисный и стальной. А теперь не сильно подуйте на них. Как видно, теннисный шарик улетит гораздо дальше стального, так как у него масса меньше. Применительно к вертолетам конечно все не так однозначно, но общий принцип тот-же. Чем выше масса и больше длина лопасти, тем вертолет стабильнее. Например, вертолет 450-го класса в ветер 4-6 м/с новичку удержать будет если не невозможно, то очень сложно. А вертолет 50-го или 550 класса удержать будет гораздо проще. Для многих, психологически менее страшно разбить более мелкую модель - но это только психологически. Управлять большой моделью более легко и приятно, а особенно для новичка. Большая модель дает больше времени для исправления ошибки. По мнению автора, обучение следует начинать с максимально большой модели, которую вы можете себе позволить. Существуют примеры, когда человек учился летать на мелком 450-м классе и научился летать, также может быть и наоборот. Человек купил большой ДВС вертолет за большие деньги, а летать так и не научился. Всегда следует помнить, что чем больше модель, тем она дороже, но и падать на ней вы будете гораздо реже. Также, приобретая модель, от 500-го класса и выше следует озадачиться вопросом ее транспортировки на место полетов. Желательно иметь свой велосипед, или хотя-бы автомобиль. :) Покупка модели при ограниченных финансах это сплошной компромисс, и головная боль.

6. Как выбрать аппаратуру управления?

Читая этот пункт постарайтесь угадать свою жабу. Не нужно экспериментировать за свои деньги. Сэкономив на аппаратуре вы потеряете время, и можете из-за помех или отказа разбить весьма дорогую модель или покалечить окружающих. Следует запомнить, что для управления электро вертолетом требуется минимум 6 каналов управления, а для ДВС вертолета требуется минимум 7. Аппаратура управления пока еще существует на несколько частотных диапазонов: 35МГц, 40МГц, и 2,4ГГц. Условно можно поделить на «мегагерцовый» и «гигагерцовый» диапазоны. В настоящее время самым передовым и помехозащищенным считается диапазон 2,4 ГГц. Если вы проживаете в крупном населенном пункте, то для вас альтернативы нет. Лучше покупать аппаратуру на 2,4 ГГц. Если же вы единственный моделист в своей деревне, и находится она в 200км от города - то можно рассматривать варианты 35МГц и 40МГц. Также возможно рассматривать покупку б/у аппаратуры, например в барахолке на этом сайте. Наиболее распространенные бренды: JR, Futaba, Spectrum. В модельном ряде этих производителей есть 6,7,9 и более канальные модели передатчиков. Следует отказаться от покупки подозрительно дешевых, и не проверенных обществом и временем моделей. Также, следует обратить внимание на типы поддерживаемых моделей. Обычно это: самолеты, вертолеты. Какой тип моделей нас интересует нужно догадаться самим. :) Аппаратура управления обычно продается в разной комплектации, именно от комплектации, и количества каналов зависит цена. Наборы бывают примерно таких видов:

1. Только передатчик. Приемник и зарядное устройство для передатчика покупаются отдельно.
2. Передатчик, приемник, зарядное устройство — наиболее бюджетный вариант.
3. Передатчик, приемник, зарядное устройство, 4 сервомашинки стандартного размера, батарея питания бортовой электроники на модели. Вариант не бюджетный. Нужно четко взвесить — будете ли вы использовать все то, что дается в нагрузку.

Следует помнить, что покупать комплект всегда дешевле, чем покупать те же комплектующие отдельно. Также, если вы решили покупать комплект «Только передатчик», не забудьте купить и приемник. Далее по тексту, везде подразумевается, что приемник у вас уже имеется. Аппаратура с большим количеством каналов, как правило, имеет больше дополнительных функций. Но цена ее будет конечно выше. Обычно аппаратура покупается не на один сезон, а на очень длительное время, поэтому не стоит подходить к выбору аппаратуры, сильно экономя деньги.

7. Какие комплектующие поставить на модель?

В данной большой главе речь пойдет о выборе сервомашинки, гироскопа, контроллера управления двигателем для электро вертолета, и прочей электроники. Какие выбрать лопасти для модели, кокой двигатель внутреннего сгорания лучше установить, как выбрать модель и т.д. В качестве примера рассмотрим популярные классы вертолетов: 450-й, 500-й, 550-й, 50-й.

7.1 Электроника для модели 450-го класса.

7.1.1 Сервомашинки и гироскоп.

Вертолет 450-го класса относится к малогабаритным вертолетам, и мною настоятельно не рекомендуется для обучения. Но, поскольку он позволяет относительно «бюджетно» заниматься вертолетным хобби, данный класс тоже необходимо рассмотреть.

Для моделей 450-го класса электроника требуется минимальных веса и размеров. На управление автоматом перекося подойдут сервомашинки формата: микро или мини. Сервомашинки нужно выбирать с максимально возможным усилием (от 1,5кг/см и выше), и минимальным временем перемещения (0,12 сек /60гр и меньше), желательно с металлическими шестернями редуктора. Также, по возможности следует приобрести

"цифровые" серво - они как правило, точнее, быстрее, и лучше держат положение.

Важно! При покупке всегда проверяйте подходят ли сервомашинки по размерам - другими словами можно ли установить их в раму вертолета.

Вот параметры цифровой сервомашинки для вертолета 450-го класса одного из именитых производителей:

Применение: вертолеты/самолеты

Тип: Цифровая сервомашинка формата микро.

Усилие на 4.8V: 1.35 кг/см

Усилие на 6.0V: 1.8 кг/см

Скорость на 4.8V: 0.11 секунд/60

Скорость 6.0V: 0.09 секунд/60

Размеры 22 мм x 20 мм x 10 мм

Вес 11 г

Подшипники: Один, верхний шарикоподшипник

Шестерни редуктора: Металл

Внимание!!! Для управления автоматом перекоса на распространенные модели вертолетов требуется три абсолютно одинаковых сервомашинки.

Гироскоп. Наверное самая важная часть в классической модели вертолета. Чем он лучше и качественней, тем легче будет летать на вертолете. Гироскоп необходимо приобретать с режимом удержания хвостовой балки - коммерческие названия технологии AVCS, Heading Hold и т.д. Гироскопы без этого режима к покупке рассматривать не стоит. Гироскопы обычно продаются как в варианте combo - в комплекте со стандартной сервомашинкой для вертолетов 50-го класса, так и отдельно. Предпочтение при покупке лучше отдавать проверенным именитым производителям: JR, Futaba, Spartan, Align.

Поскольку для модели 450-го стандартная серво слишком тяжелая, то необходимо покупать хвостовую сервомашинку отдельно. Здесь тоже подойдет вариант в мини или микро исполнении, с усилием от 1,5кг/см и скоростью 0,1 сек /60гр и выше. Вообще, для гироскопа требуется самая быстрая и точная сервомашинка, которую сможете найти. Обычно производители маркируют сервомашинки для гироскопов: Gyro servo, Rudder servo, Tail servo. Вот, например, параметры хвостовой серво именитого производителя:

Длина: 35.5 мм

Ширина: 15 мм

Высота: 28.6 мм

Вес: 26 g

Усилие: 2.0 кг-см на 4.8В

Скорость: 0.08sec/60 ° на 4.8В

Длина Шнура: 200 мм.

Обратите внимание, что усилие и скорость указаны при определенном питающем напряжении - 4,8. Если производитель не указывает параметры при питании от 6.0В - значит серво не может работать от 6.0В, и если на нее подать напряжение 6В, она быстро выйдет из строя. Для понижения питающего напряжения в разъем между гироскопом и серво включают так называемый "step down" - по русски шаг вниз, или понижитель питания. :)

На деле, это обычный мощный диод (прямой ток 2-3 А), включенный в плюсовую шину питания сервомашинки. Также, лучше приобретать гироскоп, и рекомендуемую к нему производителем сервомашинку. Такая связка гарантированно будет работать, и не вызовет никаких проблем. Исключение составляют гироскопы, которые вообще не продаются в комплекте с серво. Как правило, такие гироскопы поддерживают сервомашинки разных производителей.

Ок! С сервомашинками на автомат перекоса, и на гироскоп определились, Можно переходить к двигателю и его контроллеру.

7.1.2 Двигатель для модели 450-го класса.

Опытным путем установлено, что для поднятия в воздух и не сложных полетов для модели 450-го класса достаточно бесколлекторного мотора мощностью около 300-350 Вт. Для 3D полетов требуется мотор от 450Вт и выше. Коллекторные моторы в настоящий момент уже практически не применяются на вертолетах и в данном FAQ рассматриваться не будут. К основным параметрам электродвигателя для модели вертолета можно отнести:

Kv - количество оборотов на вольт. Параметр требуется при расчете силовой установки.

Максимальный потребляемый ток - измеряется в Амперах. Косвенно характеризует максимальную мощность мотора.

Максимальное напряжение, на которое рассчитан мотор - обычно 7,4-14,8В - или от 2-х до 4-х банок Литий-полимерных аккумуляторов.

Эффективность мотора - параметр показывает насколько эффективно мотор использует электрическую энергию. Указывается в процентах. Например, эффективность мотора 83% - грубо это значит, что из подведенной к мотору энергии, 83% процента будет преобразовано в механическую, а остальные 17% уйдут на нагрев, трение и прочие потери. Чем выше значение этого параметра, тем лучше мотор.

Вес мотора - чем меньше, тем лучше. Главное, чтобы не в ущерб остальным параметрам.

Размеры мотора - прежде всего, мотор должен подходить по размерам для установки на вашем вертолете.

Диаметр вала - стандартом де факто в 450-м классе является диаметр вала 3.17мм (обычно пишут 3мм). При покупке уточняйте есть ли подходящие для вас шестерни.

Вот параметры мотора средней мощности, и не высокой цены:

Диаметр: 27.7 мм

Длина: 33.8 мм

Диаметр Вала: 3.17 мм

Максимальная эффективность: 83 %

Kv: 3700

Вес: 70 г

Входное напряжение: 3-4 банки Литий-полимерных аккумуляторов

Максимальный ток: 35А

Вот параметры практически топового мотора, не высокой цены, который очень полюбился Российским продвинутым пилотам:

Kv: 4400

Максимальный ток: 52А

Максимальная мощность: 525 Вт

Вес: 79 гр.

Диаметр: 27.9 мм

Диаметр Вала: 3.17 мм

Длина Корпуса: 33.6 мм

Ориентировочную максимальную мощность мотора можно получить путем умножения номинального напряжения аккумулятора (обычно 3 банки Литий-полимерных аккумуляторов - 11,1В) на максимальный потребляемый ток мотора. Например, максимальный потребляемый ток мотора - 35А, напряжение аккумулятора 11,1В — получим:
 $11,1 * 35 = 388,5$ Вт.

Зная параметры мотора, можно начинать подбирать к нему контроллер. На клятвийском языке - speed controller.

7.1.3 Контроллер (Speed controller).

Speed controller (далее по тексту контроллер) — формально можно считать преобразователем постоянного напряжения, в 3-х фазное переменное напряжение, необходимое для работы двигателя модели вертолета.

В настоящее время, на рынке существует великое множество контроллеров, как дорогих от именитых производителей, так и очень дешевых от безымянных китайских левшей. Разумеется все они выполняют свои функции очень по разному. При выборе контроллера для вертолета 450-го или любого другого электровертолета можно и нужно руководствоваться следующими соображениями:

1. Максимальный ток, на который рассчитан контроллер, должен быть равен, либо быть на 10-20% больше чем максимальный ток потребляемый двигателем;
2. Максимальное напряжение на которое рассчитан контроллер, не должно быть ниже, чем напряжение батареи, используемой на вашем вертолете.
3. Желательно наличие реально работающей, а не заявленной для галочки, функции говернера. Говернер — по русски это стабилизатор оборотов. Т.е контроллер, имеющий функцию говернера, будет поддерживать обороты двигателя, и соответственно основного ротора в заданном диапазоне. Летать с говернером намного проще, а настройка вертолета существенно упрощается.
4. Поскольку контроллер является весьма сложным электронным устройством с микропроцессором, то следует также, обратить внимание на возможность его программирования, и обновления микрокода.

Существуют контроллеры с так называемым встроенным ВЕС. ВЕС (Battery Eliminator Circuit) — дословный перевод: цепь устранения батареи. Другими словами это преобразователь напряжения основной батареи 11.1В в напряжение питания бортовой электроники. Обычно это 4.8-5.2 Вольт. Иногда имеет смысл использовать встроенный в контроллер ВЕС для экономии веса и денежных средств. Следует обратить внимание, что максимальный ток, на который рассчитан встроенный в контроллер для 450-го класса ВЕС, как правило не превышает 3 Ампера. Если вы решили установить цифровые сервомашинки с большим усилием, то «Амперов может и не хватить». В таком случае сработает защита контроллера от перегрева, либо, в худшем случае разобьете модель. Для перестраховки можно использовать внешний импульсный ВЕС, на ток от 5А и более. В прочем, если вы созрели для использования внешнего ВЕС'а, то это FAQ уже не для вас. Дабы не заниматься рекламой, ссылки на конкретные контроллеры приводить не буду. Дам только названия производителей, и краткие общие характеристики устройств. Ведь зная принципы выбора, и производителей выбрать труда не составит?

Фирма производитель	Общая характеристика
Align	Неплохие бюджетные контроллеры с говернером, которые не любят перегрузки. Если решились на покупку, нужно выбирать с запасом по току.
Castle Creation	Хорошие контроллеры с возможностью программирования с компьютера, и огромным количеством настроек. Неплохо работающая функция «говернер». Отлично держит перегрузки. Боится статики. Цена — средняя. Настройка требует наличие компьютера.

HobbyWing	Сравнительно не дорогие контроллеры без функции «говернер», и возможностью программирования с карты. Перегрузочная способность автору неизвестна.
Kontronik	Очень дорогие контроллеры, с возможностью программирования настроек с карты. Функция «говернер» одна из лучших. Настройка очень проста.
Markus	Не дорогие контроллеры Российского производства. Оперативная и грамотная техническая поддержка на русском языке.

7.1.4 Какой аккумулятор выбрать?

Самым распространенным в 450-м классе считается литий-полимерный (далее LiPo) аккумулятор емкостью 2200ма/ч, с количеством банок 3, и соответственно номинальным напряжением 11.1В – одна банка имеет напряжение 3,7В, умножим 3,7 на 3, и получим напряжение нашей батареи.

Кроме емкости и напряжения у модельных аккумуляторов есть еще такой важный параметр как максимальная токоотдача. Указывается в виде рейтинга: «рейтинг» помноженный на емкость аккумулятора (С) . Например, аккумулятор 2200 мАч имеет рейтинг 25С, получается, максимальная ток, который способен отдавать аккумулятор будет равен 2200 мАч * 25 = 55А;

Общее правило выбора силового аккумулятора для электро вертолетов таково: максимальный ток, который способен отдавать аккумулятор должен быть больше на 10-15%, чем максимальный ток, который потребляет двигатель вертолета. Например:

3D модель, ток потребления двигателя 52А, какой максимальный ток требуется от аккумулятора?

Емкость 2200мАч, рейтинг 25С — 55А — не укладываемся, запаса нет.

Емкость 2200мАч, рейтинг 30С — 66А — укладываемся с хорошим запасом.

Таким образом, можно сказать, что для модели которая будет летать 3D, необходим аккумулятор с рейтингом по току от 30С и выше. Если двигатель не сильно мощный, и 3D полеты в ближайшее время не планируются, то можно смотреть в сторону батарей с рейтингом 25С — они как правило имеют более низкую цену. Имеется еще один важный для аккумуляторов показатель — количество циклов заряд-разряд. Практические данные собранные на различных форумах говорят что количество циклов может быть от 1 и до 150 и более. Не удивляйтесь, если батарея «прикажет долго жить» уже на 1-м цикле. К сожалению и такое встречается.

Вот общепринятые правила использования литий-полимерных батарей:

1. Никогда не заряжайте без присмотра;
2. Всегда заряжайте током, рекомендуемым производителем. Обычно это 1С;
3. Используйте качественные зарядные устройства;
4. Не заряжайте аккумулятор без балансирного* устройства;
5. Не разряжайте ниже чем 3.0В на банку.

6. Не превышайте разрядных токов указанных производителем.

* так как LiPo аккумуляторы достаточно привередливы и не хотят жить дружной семьей — т.е. в аккумуляторе каждая банка заряжается как ей вздумается, то необходимо сделать одинаковым напряжение у всех банок (выровнять), для чего и служит балансирное устройство или балансир. Следует помнить, что нарушая условия эксплуатации, рекомендованные производителем, мы существенно сокращаем срок жизни нашего аккумулятора.

Таким образом, можно считать, что с электроникой мы уже определились, настало время переходить к механике.

7.1.5 Какие выбрать лопасти для модели 450-го класса?

По большому счету, лопасти основного ротора имеют не так уж и много параметров, необходимых начинающим пилотам, таких как:

Длина лопасти — обычно указывается в миллиметрах. Наиболее распространенные длины лопастей для 450-го класса: 290, 315, 325. Чем больше длина лопасти, тем более стабильным будет поведение вертолета. Для начала, можно приобрести лопасти длиной 315 или 325 мм.

Толщина лопасти в месте крепления — обычно указывается в миллиметрах. Ходовые размеры: 4,5, 5. При покупке лопастей, уточните подойдут ли вам лопасти по толщине в месте крепления.

Материал из которого изготовлена лопасть. Лопасти обычно изготавливают из следующих материалов: дерево, стеклопластик, карбон.

Максимальные обороты на которые рассчитаны лопасти. Минимальные разрешенные обороты (2400-2800) имеют деревянные лопасти. Стеклопластиковые и карбоновые можно раскрутить до 3000, а иногда, на свой страх и риск, даже выше.

Производитель. Как обычно на рынке присутствуют и именитые производители, и левши из поднебесной. Лучше отдавать предпочтение проверенным брендам.

Какие параметры влияют на цену лопастей? Наибольшее влияние имеют: материал изготовления, и фирма производитель. Лопасти именитых брендов, как правило дороже, и немного качественней. Лопасти изготовленные из карбона имеют самые хорошие характеристики, но существенно дороже чем их собратья из дерева и стеклопластика.

Для начальных полетов можно ограничиться деревянными лопастями, главное не превышать допустимые обороты, указанные на упаковке, в противном случае лопасть может разрушиться и даже нанести травму. Если ваш кошелек позволяет, то можно приобрести стеклопластиковые или карбоновые лопасти — летать на них немного проще и комфортней чем на «деревяшках». Стеклопластиковые лопасти могут быть вполне разумным компромиссом для новичков. Как обычно, ссылки на конкретные модели давать не буду, но краткие описания пощупанных мною брендов приведу.

Фирма производитель	Общая характеристика	Примерная цена карбоновых лопастей	Примерная цена деревянных лопастей
Align	Неплохие и не дорогие лопасти как карбон, так дерево и стеклопластик.	39\$	13\$
Curtis Youngblood	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	45\$	Не производятся

Century Rotor Tech	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	45\$	Не производятся
HDX	Неплохие и не дорогие лопасти как карбон так дерево и стеклопластик.	28\$	8\$

Так как хвостовые лопасти, как правило, поставляются вместе с китом вертолета, то в данном FAQ на них останавливаться особого смысла нет. Для начальных полетов они вполне подходят, и не вызывают никаких головных болей.

7.1.6 Как выбрать и купить модель?

В связи с тем, что выбор модели, вещь очень индивидуальная, и очень сильно зависит от кошелька и особенно жабы, то здесь, тезисно будут изложены общие принципы, которые справедливы для всех классов вертолетов — от большого до маленького. Принятие решения как обычно за вами.

Первое и самое важное: Не торопитесь покупать! Даже если модель вам очень нравится!

1. Для жителей наших столиц, рекомендуется оценить наличие на понравившуюся модель запасных частей, а также их доступность и цену. Желательно, чтобы все это находилось не далеко «за углом».

На рынке, как всегда много перекосов. Модель может стоить очень дешево, но иметь плохое качество, и как следствие потребуются просто уйма запчастей. Может быть и наоборот, модель дорогая, качество отменное, но и запчасти дороже. В настоящее время, многие именитые бренды не выдерживают ценовую конкуренцию с Китаем, и вынуждены снижать цены на свои модели и запчасти к ним. Огромной ценовой разницы между «правильным» Китаем, и Японией уже давно нет. Например, запчасти на вертолет JR Vibe 50 в зарубежных интернет магазинах стоят не многим дороже, чем запчасти на знаменитый вертолет Align T-rex 600 nitro.

2. Для жителей регионов, как правило, вообще альтернативы нет. Все приходится заказывать либо в Российских Интернет магазинах, либо из-за рубежа. Автор данного FAQ проживает в небольшом «провинциальном» городке Новосибирске. У нас имеется 3 хобби магазина, в которых всегда ничего нет по вертолетной тематике. Заказ из Москвы и Санкт-Петербурга, или из-за границы, выполняется намного быстрее, чем местными магазинами. В данном случае, привязки к определенной марке и магазину нет. Заказывается там, где нужно есть в наличии и устраивает по цене. Самые ходовые запчасти заказываются впрок. Разумеется приходится еще платить и за доставку.

3. Поскольку «братья» китайцы очень любят все подделывать и копировать, то на рынке присутствуют так называемые модели «клоны». Грубо говоря, это почти полная копия, какой либо, хорошо себя зарекомендовавшей модели, достаточно именитого производителя. Клон от оригинала практически ничем не отличается, а многие даже совместимы с оригиналом по запчастям. Если вы не готовы покупать оригинальную модель, то можно рассмотреть покупку ее «клона». Обойдется это в несколько раз дешевле. Но не обольщайтесь, качество будет ниже — ведь чудес не бывает. Например, сейчас на рынке присутствует клон именитого вертолета T-Rex 450 по цене... Угадайте сколько? Не поверите — около 100\$. Кит оригинального вертолета стоит в несколько раз дороже.

4. Не рекомендуется покупать комплекты RTF. RTF — ready to fly — дословно: готовый к полету. Как правило в таких комплектах все комплектующие посредственного качества. Комплектуя и собирая вертолет по частям, мы во первых на некоторое время растягиваем траты, а во вторых, по мере сборки приобретаем ценные знания и опыт.

5. Первое, что рекомендуется к покупке это аппаратура управления и симулятор радиоуправляемых моделей. Такой способ позволит вам быстро начать тренироваться, и неспешно выбирать и приобретать все остальные комплектующие.

6. Где покупать? Вопрос интересный и спорный. Можно покупать в России, но выбор меньше и цены выше. Можно покупать в зарубежных интернет магазинах — выбор большой, цены пониже, но время доставки вашего заказа может достигать месяца и больше. Также необходимо иметь платежную карту, например, VISA Classic, которую принимают к оплате зарубежные магазины. Необходимо немного знать английский язык, желательно освоить платежную систему PayPal, знать основы таможенного законодательства РФ. Если все это вас не пугает, то зарубежные интернет магазины открыты для вас. Информацию о тех или иных магазинах можно найти на этом сайте в разделе «магазины, интернет торговля».

7. Если вы не очень дружите с техникой, и самостоятельная настройка вертолета по инструкции вызывает у вас панику, то при выборе модели следует учитывать ее распространенность. Так как руководства по сборке, и настройке, а также «детским болезням» модели легко можно будет найти в интернете.

8. При прочих равных, предпочтение стоит отдавать вертолетам с карбоновой или текстолитовой рамой. Также, следует обращать внимание на наличие металлических частей — в идеале чем их больше, тем лучше. Выживаемость таких вертолетов при крашах намного выше. Разумеется, если вертолет будет состоять целиком из металла, то он может и не взлететь. :)

9. Чтобы растянуть траты на более длительное время, лучше озаботится закупкой всех комплектующих не в летный сезон, а например, осенью / зимой. Такой способ позволит не спеша и вдумчиво подобрать все комплектующие, и наработать начальные навыки в симуляторе. К полетному сезону вы будете уже вполне готовым к «боевому крещению».

10. В заключение осталось нарисовать табличку с распространенными производителями вертолетов и их (производителей) кратким описанием. Производители «клонов», в силу их пока еще малой распространенности и изученности в таблице рассматривать не будем. Пусть любители клонов кинут в меня смайлик. :)

Фирма производитель	Характеристика модельного ряда	Распространенность в России	Уровень цен на модели в России.
Align	Тайваньский производитель. Очень большой модельный ряд. От самого мелкого 250-го класса, до самого большого 90-го. В наличии имеются также пылесосы. :)	Очень высокая.	Средний
Hirobo	Японская фирма, производящая только модели вертолетов. Качество моделей очень высокое.	Средняя	Выше среднего
Thunder Tiger	Тайваньский производитель. Имеет большой модельный ряд, который впрочем, давно	Высокая	Средний

	не обновлялся. Качество моделей среднее.		
Mikado	Немецкий производитель. Очень качественные модели только электрических вертолетов.	низкая	Близок к среднему
JR	Японская фирма. Очень качественные вертолеты. Модельный ряд достаточно богат.	низкая	Выше среднего
Kyosho	Японская фирма. Модельный ряд достаточно широк. Качество моделей высокое.	низкая	Близок к среднему
Compass Model	Корейский производитель. Качественные, отлично летающие модели вертолетов.	Очень низкая. Наверное 5-6 вертолетов на всю Россию.	В России не продаются.

За «средний» принят уровень цен на продукцию Align, как самую популярную и распространенную. «Распространенность в России», и «уровень цен на модели» - показатели субъективные, так как точной статистики у автора нет.

7.1.7 Моя модель 450-го класса.

На 23 февраля, женой, мне был подарен замечательный подарок! :) Если быть точным, то kit для сборки вертолета Kyosho Caliber 450. Это была моя первая серьезная модель вертолета. Набор состоит из самого вертолета, и ряда фиксов к нему, которые фирма Kyosho выпускала в последствии. Фиксов всего два. Также в наборе поставляются детали крепления подкоса хвостовой балки. Сам подкос в набор не входит, и предлагается купить его отдельно. Как и следовало ожидать, все было аккуратно разложено в подписанные пакетики. Нюансов при сборке не возникает абсолютно, за исключением того, что надо не забыть поставить фиксы. Инструкция по их установке приложена на отдельных листках. Рекомендую сразу вложить эти листки на страницу мануала, где расположена соответствующая операция.

Вертолет был доукомплектован следующей аппаратурой:

Машинки на автомат перекоса 3шт. Futaba 3153, в последствии заменены на Futaba 3153MG – с металлическим редуктором;

Машинка на хвост - Futaba 3153, поскольку работа хвоста с сервомашинкой 3153 не устраивала, в последствии 3153 заменена на скоростную Hyperion HP-DS12-GCP;

Лопасты - по name 315мм, в последствии заменены на Align 325мм;

Приемник - JR RS77s

Гироскоп - Futaba 401

Электродвигатель - Z-power 3300kv, с максимальным потреблением 35А

Регулятор со встроенным ВЕС – Castle Creations Phoenix 45 и встроенным стабилизатором оборотов основного ротора (говернером).

Аккумуляторы Mega Power 2200 мА/ч 18С – 2 шт.

Основная шестерня 31 зуб, модуль зуба 0,4.

Зарядное устройство Hyperion 1210i и балансир Hyperion LBA 10 net.

Пульт управления JR PCM 9X II – уже имелся в наличии.

Попробую кратко обосновать свой выбор, ошибки, и последующую замену комплектующих.

Машинки решил для начала взять подешевле, и с пластиковым редуктором. Но как оказалось, скупой платит дважды. После первого краша сломались шестерни в двух машинках из трех. Решил по граблям больше не ходить. Заказал с металл-редуктором – машинки служат до сих пор. С хвостовой сервомашинкой – примерно тоже самое. При выборе, ошибочно руководствовался не скоростными характеристиками а ценой. Жадность подвела. Заменял хвостовую машинку на Hyperion HP-DS12-GCP, и хвост стал четкий, стабильный и понятный. Достаточно долго выбирал гироскоп. В то время, когда комплектовался вертолет, никаких Спартанов и Джи-Эр 770 еще не существовало. После недели изучения форума было решено приобрести гироскоп Futaba 401 – как оказалось в последствии, не ошибся. Гироскоп работает отлично. Все его возможности я не использовал до сих пор. Поскольку вертолет продавался в кит'е без мотора и регулятора, то пришлось озадачиться подбором и того, и другого. Kyosho рекомендует мотор на 3100Kv и током потребления 35 ампер. При этом рекомендованы шестерни на 27-29 зубьев. После предварительного расчета электроустановки, мне показалось, что 29 зубьев будет мало. В продаже удалось найти шестерню на 31 зуб с нужным модулем зуба. Она и была установлена. Мотор выбирал на основании рекомендаций с Российских и зарубежных форумов - моторы Z-power последних серий считаются достаточно долговечными и надежными, обладают высокой эффективностью, и не высокой ценой. На основании потребляемого мотором тока, подобрал аккумуляторы, и контроллер управления двигателем. Поскольку, я сразу для себя решил, что «летать по кривым» это не для меня, то выбирал контроллер с говернером, от хорошо зарекомендовавшего себя производителя - Castle Creations. Особенно тщательно подходил к выбору зарядного устройства, и балансера, поскольку был наслышан, насколько LiPo аккумуляторы капризны. :) На тот момент, гуру электролетчики советовали все: от «крутого» Шульца, до приобретения нескольких дешевых зарядок для 3-х баночных аккумуляторов. В общем, решил пойти своим путем, тем более критерии выбора зарядника, на тот момент в голове уже сложились:

Зарядник должен уметь заряжать все типы аккумуляторов (держать дома большое количество зарядников нет желания);

Зарядник должен поддерживать зарядку не менее 6 банок LiPo, а по возможности больше, так как планировалось заряжать 2-4 аккумулятора для 450-ки одновременно;

зарядник должен обладать максимальным качеством при не высокой цене.

Вот на основании всего этого и пал выбор на зарядник Hyperion 1210i и балансир Hyperion LBA 10 net. В последствии, после покупки второго балансера Hyperion LBA 10 net заряжал в поле одновременно 4 аккумулятора, и летал практически без перерыва. Конечно, с опытом, и по прошествии времени, путь был бы не так тернист, но сожаления о доп затратах нет. Вертолет радовал меня весь сезон, а также всю зиму в зале. На сегодняшний день, вертолет отлетал более 300 полетов. Если быть точным, после 300 полетов я перестал вести статистику по этому вертолету. Подробно о жизни вертолета можно узнать из моего блога:

<http://forum.rcdesign.ru/blogs/32384/category350/>

7.2 Электроника для модели 500-го класса.

500-й класс вертолетов приобрел массовое распространение сравнительно недавно — примерно 1-2 года назад. Данный класс моделей вертолетов, на мой взгляд является промежуточным. Производители моделей 500-го класса сделали практически все, чтобы пилоты смогли практически безболезненно перейти с мелкого 450-го класса в более серьезный и более тяжелый 500-й класс. Вертолеты 500-го класса неплохо подходят для начального обучения, а в умелых руках выполняют все фигуры высшего, вертолетного, пилотажа. Таким образом, начиная обучение на модели 500-го класса, вам можно очень долго совершенствовать свои пилотажные навыки, и не приобретать более дорогую модель. 500-й

класс вертолетов можно смело считать разумным компромиссом между стабильностью в полете, и затратами на приобретение и владение. Если вы до этого уже имели модель 450-го класса, то переход на 500-й класс не вызовет у вас особых проблем.

7.2.1 Сервомашинки и гироскоп.

На управление автоматом перекоса подойдут сервомашинки формата мини. Сервомашинки нужно выбирать с максимально возможным усилием, желательно от 2,8-3,0кг/см и выше, и минимальным временем перемещения, желательно от 0,12 сек /60гр и выше — чем меньше цифра, тем лучше, и желательно с металлическими шестернями редуктора. Практика показала, что выживаемость металлических редукторов при краше выше. Пластмассовые шестерни, как правило после краша требуют замены.

Также, по возможности следует приобретать "цифровые" серво - они точнее, быстрее, и лучше держат положение, но цена на них выше.

Важно! При покупке всегда проверяйте, подходят ли сервомашинки по размерам - другими словами можно ли установить их в раму вертолета. Размеры сервомашинки разных производителей могут достаточно сильно различаться, даже если они принадлежат к одному формату мини.

Важно! Как уже говорилось ранее, для управления автоматом перекоса требуется 3 одинаковых сервомашинки. Данное требование обусловлено тем, что от сервомашинки на автомате перекоса требуется одинаковый ход и точность отработки. Если данное правило не соблюдается, то при полетах вертолет может сильно отклоняться от заданного пилотом курса. Вот параметры сервомашинки одного из именитых производителей:

Применение: Вертолеты/самолеты

Тип: Цифровая, Мини, Высокоскоростная

Усилие на 4.8V: 3 кг/см

Усилие на 6V: 3.65 кг/см

Скорость на 4.8V: 0.11 секунд/60

Скорость на 6V: 0.09 секунд/60

Размеры: 33 мм x 27 мм x 15 мм

Вес: 29 г

Тип подшипников: Шарикоподшипники

Материал редуктора: Металл

Гироскоп (более правильное название «стабилизатор курса») это один из важнейших электронных компонентов вертолета. Чем он лучше и качественней, тем легче вам будет управлять вертолетом. Все внимание можно будет сосредоточить на пилотировании, а не на удержании хвоста вертолета в нужном положении. Распространенная ошибка начинающих пилотов это экономия на гироскопе. Приобретается недорогой китайский гироскоп, а потом на форме появляется тема «помогите настроить, не держит хвост». Как уже упоминалось выше, гироскоп необходимо приобретать с режимом удержания хвостовой балки - коммерческие названия технологии AVCS, Heading Hold и т.д. Гироскопы без этого режима к покупке рассматривать не стоит.

Цену гироскопа прежде всего определяет используемый в нем датчик угловой скорости. Чем выше качество датчика, тем ниже его внутренние шумы, и тем он дороже. Например, цена хорошего датчика может достигать до 50\$ и более. Во вторую очередь, цена определяется качеством используемых электронных компонентов, и качеством написания программного кода. Да, да, не удивляйтесь, модельный гироскоп — это сложное устройство имеющие в

своем составе микропроцессор. Поэтому от покупки дешевого гироскопа лучше воздержаться. В качестве хвостовой серво можно использовать как серво формата мини, так и стандартную. Если используем серво стандартных размеров, то следует поинтересоваться, имеется ли возможность установки серво таких размеров на вашей модели. Автору известны случаи использования серво стандартных размеров на вертолетах 500-го класса.

Критерии выбора просты: Выбираем самую быструю и точную серво со скоростью перемещения от 0,08 сек/60гр. и быстрее, и усилием от 2кг/см и выше. Желательно, чтобы выбранная машинка позиционировалась производителем как серво для управления хвостом вертолета или специально для гироскопа: Gyro servo, Rudder servo, Tail servo.

Если вы решили использовать на хвосте серво стандартного размера, то смело можно покупать гироскоп в варианте combo, т.е с сервомашинкой стандартного размера. Если же нет, то покупаем только гироскоп, а хвостовую серво приобретаем отдельно. Также, в последнее время в продаже стали появляться гироскопы в варианте combo с машинками формата мини. В таблице ниже приведены сравнительные характеристики сервомашинок для управления хвостом вертолета, размера мини и стандарт.

Параметр	Стандартная серво	Серво формата мини
Усилие	3,45 кг/см	1,92 кг/см
Скорость на 4,8В	0,05 сек/60гр	0,07 сек/60гр
Вес	59гр	25гр
Размеры	41mm x 38mm x 20mm	33mm x 27mm x 15mm

Для сравнения приведу ориентировочные цены в разных вариантах combo от разных производителей.

Производитель	Цена combo со стандартной машинкой	Цена combo с машинкой мини
Futaba	225\$	200\$
JR	299\$	245\$
Align	220\$	180\$

Как правило, сервомашинки предназначенные для использования с гироскопом имеют рабочее напряжение питания 4,8В. Если на вертолете планируется использовать бортовое питание выше 4.8В, то необходимо позаботиться о понижении напряжения питания на хвостовую сервомашинку, используя «step down». «Step Down» — дословно шаг вниз, включается между сервомашинкой и гироскопом, и понижает питание примерно на 0,9В. Т.е если на вход «step down» подано 6В, то на выходе будет 5,1В, что вполне приемлемо для гироскопных серво. «Step down», как правило, представляет собой обычный мощный диод с прямым током 3Ампера и более, упакованный в термоусадку, и имеющий с одной стороны разъем для сервомашинки, а с другой подключается разъем гироскопа. Если хорошо и крепко дружите с паяльником, то «step down» вполне можно изготовить самостоятельно.

Как правило, на моделях 500-го класса для питания приемника и другой бортовой электроники используют импульсный преобразователь напряжения силовой батареи 22,2В в напряжение питания бортовой электроники 4,8 — 6В.

7.2.2 Электропитание электроники на вертолете 500-го класса.

В связи с экономией веса, на моделях 500-го класса не рекомендуется питать бортовую электронику от отдельной батареи, а потребление электроники таково, что уже не позволяет использовать встроенный в контроллер линейный источник питания. Как правило, вся электроника питается от отдельного импульсного преобразователя напряжения — Switched ВЕС — Switched Battery Eliminator Circuit — дословный перевод: Импульсная цепь устранения батареи, если по русски и удобоваримо — импульсный преобразователь бортового питания. Другими словами это преобразователь напряжения силовой батареи - 22,2В в напряжение питания бортовой электроники. Обычно это 4.8-6 Вольт. Чем обусловлено применение именно импульсного преобразователя? Импульсные преобразователи напряжения по сравнению с линейными преобразователями обладают низкой массой, высокой мощностью и КПД. Для питания бортовой электроники на вертолете 500-го класса необходимо и достаточно импульсного преобразователя с рабочим током 6 Ампер и выше, и рабочим выходным напряжением 4,8 — 6В. Предпочтение следует отдавать питанию 6В. Так как если вы посмотрите на характеристики сервомашин, то увидите, что скорость их работы выше, а усилие больше, именно при питании от 6В. Цена на импульсные ВЕС зависит:

- от максимально допустимого входного напряжения;
- от нагрузочной способности (максимального выходного тока);
- от качества комплектующих;
- от фирмы производителя;
- от жадности производителя.

Цена таких устройств может колебаться от 15\$ и до 70\$ и выше, в зависимости от производителя, и нагрузочной способности самого устройства. При выборе Switched ВЕС следует ориентироваться на входное напряжение минимум 6S LiPo — 6 банок литий-полимерных аккумуляторов или по другому 22,2 Вольта. 6-ти баночный аккумулятор емкостью 2200мА/ч можно считать наиболее распространенным на моделях 500-го класса. В любом случае, если вы планируете летать на аккумуляторах с меньшим напряжением, то ВЕС рассчитанный на работу с 6-ю банками LiPo будет выполнять свои функции. Принцип простой: меньше можно, больше нельзя. К недостаткам Switched ВЕС следует отнести высокий уровень помех. Если вы планируете использовать аппаратуру на 2,4 ГГц, то скорее всего не столкнетесь с влиянием ВЕС на качество приема, но если вы выбрали аппаратуру «мегагерцового» диапазона, то следует выбирать наиболее качественный ВЕС с низким уровнем помех. Дальность приема сигнала в мегагерцовом диапазоне с некачественным ВЕС может существенно сократиться из-за помех, которые он создает. Иногда производители идут нам на встречу, и маркируют ВЕС с низким уровнем помех. Мне встречались следующие маркировки: Low RF noise, Low noise.

Switched ВЕС обычно имеют следующие характеристики:

Output current (выходной ток), измеряется в Амперах. Выходной ток производители могут указывать в следующих вариациях:

Output current, peak — Пиковый выходной ток — ток который устройство обеспечивает кратковременно.

Output current, continuous — долговременный выходной ток — ток который устройство может обеспечить в течение длительного времени.

Output voltage — выходное напряжение, измеряется в Вольтах. Может быть фиксированным, например, 5.1 В. Может программироваться переключателями или с компьютера, в широких пределах, например от 4.8 и до 9 Вольт.

Input voltage — входное напряжение, может указываться в Вольтах, может указываться в количестве банок LiPo. Перевести напряжение в количестве банок LiPo в Вольты можно следующим образом: количество банок LiPo умножить на 3.7 (номинальное напряжение одной банки). Например, если указано, что Input voltage — 6S Lipo — считаем $6 \cdot 3.7 = 22.2$ В.

Size — размер, может указываться как в миллиметрах, так и в дюймах.

Weight — вес, обычно указывается в граммах.

Следует отметить, что в настоящий момент на рынке появились контроллеры управления двигателем со встроенным Switched BEC. Данные устройства позволяют не использовать какие либо внешние цепи питания. Но к сожалению, указанные контроллеры достаточно дороги. Более подробно на контроллерах со встроенным Switched BEC остановимся в главе по выбору контроллера на вертолет 500-го класса.

7.2.3 Двигатель для модели 500-го класса.

Поскольку модель вертолета 500-го класса примерно вдвое тяжелей чем модель 450-го класса, то и двигатель для поднятия модели в воздух необходим несколько мощнее — примерно в два раза. Для спокойных полетов в горизонте подойдет мотор мощностью от 700-800 Вт. Моторы примерно такой мощности поставляются в наборе некоторых вертолетов 500-го класса. Для динамичных полетов подойдет мотор мощностью 1000-1100 Вт, а для хорошего 3D желательно покупать мотор мощностью от 1300Вт и выше. В настоящее время в нашей стране очень популярны моторы Scorpion. Некоторые марки моторов этого производителя имеют мощность около 1500Вт. Всегда следует помнить, что чем выше мощность мотора, тем ниже будет полетное время модели. Если вы только начинаете летать, то для вас может быть актуальным более длительное полетное время, чем мощность мотора. Поверьте, разница между четырьмя минутами и семью очень существенна для начинающего пилота.

К основным параметрам электродвигателя для модели вертолета 500-го класса можно отнести:

Kv - количество оборотов на вольт. Параметр требуется при расчете силовой установки.

Максимальный потребляемый ток - измеряется в Амперах. Косвенно характеризует максимальную мощность мотора.

Максимальное напряжение, на которое рассчитан мотор - обычно 11,1-22,2В - или от 3-х до 6-х банок Литий-полимерных аккумуляторов.

Эффективность мотора - параметр показывает насколько эффективно мотор использует электрическую энергию. Указывается в процентах. Например, эффективность мотора 83% - грубо это значит, что из подведенной к мотору энергии, 83% процента будет преобразовано в механическую, а остальные 17% уйдут на нагрев, трение и прочие потери. Чем выше значение этого параметра, тем больше электрической энергии аккумулятора будет преобразовано в механическую.

Вес мотора - чем меньше, тем лучше. Главное, чтобы не в ущерб остальным параметрам.

Размеры мотора - прежде всего, мотор должен подходить по размерам для установки на вашем вертолете.

Диаметр вала - стандартом де факто в 500-м классе является диаметр вала 5мм. При покупке уточняйте есть ли подходящие для вас шестерни.

Зная параметры мотора, можно с легкостью подобрать к нему контроллер управления.

7.2.4 Контроллер управления двигателем для вертолета 500-го класса.

В связи с тем, что основные правила и принципы выбора контроллера были изложены в главе

6.1.3, здесь остановимся только на особенностях характерных именно для 500-го класса.

Во первых, для начальных полетов на вертолете 500-го класса подойдет контроллер с рабочим током 60 Ампер и выше, и рабочим напряжением не менее 22,2В. Именно на такой ток, и напряжение, как правило, поставляются контроллеры в наборе вертолетов 500-го класса. Если вы в недалеком будущем планируете начать активные полеты, то следует приобретать контроллер на ток 70-80А. Во первых — запас карман не тянет. Во вторых, приобретая более мощный контроллер, вы делаете задел на будущее. У многих пилотов контроллеры переживают не один вертолет.

Отдельно следует остановиться на контроллерах со встроенным импульсным ВЕС, который предназначен для питания бортовой электроники. Применяя такой контроллер мы можем немного сэкономить на весе нашей модели. Следует обращать внимание на ток, который может обеспечить встроенный в контроллер Switched ВЕС. Лучше если это будет 5-6 Ампер длительно, и не менее 7-8 Ампер кратковременно. Из контроллеров, которые побывали в моих руках, встроенный Switched ВЕС имел только Kontronik Jive. К сожалению цена на данные контроллеры совсем не гуманна, за те деньги которые за них просят можно купить модель 450-го класса. Убежден, что наверняка существуют и другие контроллеры с прекрасно работающей функцией говернер, и великолепным встроенным Switched ВЕС, но к сожалению, в руки мне они не попадались. Также, позволю себе сдублировать общие принципы из главы 6.1.3:

1. Максимальный ток, на который рассчитан контроллер, должен быть равен, либо быть на 10-20% больше чем максимальный ток потребляемый двигателем;
2. Максимальное напряжение на которое рассчитан контроллер, не должно быть ниже, чем напряжение батареи, используемой на вашем вертолете.
3. Желательно наличие реально работающей, а не заявленной для галочки, функции говернера. Говернер — по русски это стабилизатор оборотов. Т.е контроллер, имеющий функцию говернера, будет поддерживать обороты двигателя, и соответственно основного ротора в заданном диапазоне. Летать с говернером намного проще, а настройка вертолета существенно упрощается.
4. Поскольку контроллер является весьма сложным электронным устройством с микропроцессором, то следует также, обратить внимание на возможность его программирования, и обновления микрокода.

7.2.5 Какой аккумулятор установить на модель 500-го класса.

В настоящее время, какого либо стандарта де-факто в плане батарей в 500-м классе не просматривается. Некоторые производители продают наборы с батареями 4S Lipo, некоторые предлагают летать на 6S. Отдельные пилоты экстрималы уже летают на 10S. Однако, самыми распространенными батареями для вертолетов 500-го класса все-же можно считать батареи:

6 банок Литий-полимерных аккумуляторов (6S LiPo), и емкостью 2200 мА/ч;

6 банок Литий-полимерных аккумуляторов (6S LiPo), и емкостью 2500 мА/ч.

Батареи емкостью 2200мА/ч получили большое распространение по причине того, что многие пилоты пришли в 500-й класс после 450-го. Соединив две батареи 3S 2200мА/ч последовательно, можно получить 6S 2200мА/ч, что вполне подходит для полетов на 500-м классе. Не требуется иметь разные типоразмеры аккумуляторов под каждый вертолет. Во многом, популярность вертолетов 500-го класса обусловлена именно этим.

Если же это ваша первая модель, и покупать в ближайшее время вертолет 450-го класса вы не собираетесь, то можно приобрести не две батареи на три банки, а одну на 6, что возможно будет немного дешевле, и проще в подключении. Приобретать батареи можно, как емкостью

2200мА/ч, так и 2500мА/ч. Следует обратить внимание, что батареи емкостью 2500мА/ч имеют большие габаритные размеры, и вес. Перед покупкой поинтересуйтесь, подойдет ли батарея по размерам на вашу модель вертолета. Вес батареи с емкостью 2500 мА/ч в среднем на 50-60гр больше, чем у батареи 2200мА/ч. Почему данный факт нужно принимать во внимание? Принято считать, что центр тяжести вертолета, должен приходиться как можно ближе к центру его основного ротора. Многие производители моделей вертолетов при проектировании, за базовый принимают вес именно средней батареи 2200мА/ч. Устанавливая более тяжелую батарею, центр тяжести может существенно сместиться вперед, и летать на вертолете станет не комфортно. Борются с этой проблемой по разному. Можно навешивать дополнительные грузики в хвостовой части, можно путем перемещения батареи и другой электроники, добиться нужного расположения центра тяжести. В любом случае, попытайтесь уточнить все эти моменты, можно задать вопрос, например, на этом форуме.

Поскольку потребляемые мотором токи в 500-м классе выше примерно в два раза, чем в 450-м классе, к выбору батарей следует подходить как можно более тщательно. Больше внимания следует уделять токоотдаче батареи. Токоотдача, как и для всех модельных батарей указывается в виде рейтинга: «рейтинг» помноженный на емкость аккумулятора (С). Например, аккумулятор 2500 мАч имеет рейтинг 25С, получается, максимальная ток, который способен отдавать аккумулятор будет равен $2500 \text{ мАч} * 25 = 62500 \text{ мА}$ или 62,5А. Если вы в ближайшее время не собираетесь летать 3D, ставить самый мощный мотор, то батареи с рейтингом 25С вполне вам подойдут. Если планируется установить самый мощный мотор, то лучше смотреть в сторону батарей с рейтингом 30С и выше.

Также следует помнить, что в параметре «токоотдача» участвует две составляющих — цифровой рейтинг, и емкость аккумулятора. Вот так будет выглядеть токоотдача батарей разной емкости и рейтинга:

Рейтинг	Емкость	Токоотдача, А
25С	2200мА/ч	55
30С	2200мА/ч	66
25С	2500мА/ч	62,5
30С	2500мА/ч	75
35С	2500мА/ч	87,5

Правило простое, если выбираете батареи меньшей емкости, то желательно смотреть в сторону батарей с токоотдачей 30С. При большей емкости, может быть достаточно 25С. Как видно из таблицы, батареи с емкостью 2200мА/ч, 30С и батареи с емкостью 2500мА/ч, 25С примерно одинаковы по токоотдаче. Батарея с рейтингом 35С приведена в таблице для примера.

Примерный вес батареи 2500мА/ч, 25С может составлять около 370-380гр.

Примерный вес батареи 2500мА/ч, 30С может составлять около 400-420гр.

Позволю себе продублировать общепринятые правила использования LiPo батарей:

1. Никогда не заряжайте без присмотра;
2. Всегда заряжайте током, рекомендуемым производителем. Обычно это 1С;
3. Используйте качественные зарядные устройства;
4. Не заряжайте аккумулятор без балансирного* устройства;
5. Не разряжайте ниже чем 3.0В на банку.

6. Не превышайте разрядных токов указанных производителем.

* так как LiPo аккумуляторы достаточно привередливы и не хотят жить дружной семьей — т.е. в аккумуляторе каждая банка заряжается как ей вздумается, то необходимо сделать одинаковым напряжение у всех банок (выровнять), для чего и служит балансирное устройство или балансир — LiPo balancer.

Следует помнить, что нарушая условия эксплуатации, рекомендованные производителем, мы существенно сокращаем срок жизни нашего аккумулятора.

Общее правило выбора силового аккумулятора для электро вертолетов таково: максимальный ток, который способен отдавать аккумулятор должен быть больше на 10-15%, чем максимальный ток, который потребляет двигатель вертолета. Например:

3D модель, ток потребления двигателя 70А, какой максимальный ток требуется от аккумулятора?

Емкость 2200мАч, рейтинг 25С — 55А — не укладываемся, запаса нет, максимальный ток батареи меньше чем ток потребляемый мотором.

Емкость 2200мАч, рейтинг 30С — 66А — не укладываемся, запаса нет, максимальный ток батареи меньше чем ток потребляемый мотором.

Емкость 2200мАч, рейтинг 35С — 77А — укладываемся.

Емкость 2500мАч, рейтинг 25С — 62,5А - не укладываемся, запаса нет, максимальный ток батареи меньше чем ток потребляемый мотором.

Емкость 2500мАч, рейтинг 30С — 75А - укладываемся, но на пределе для аккумулятора.

7.2.6 Какие лопасти выбрать для модели 500-го класса.

Для установки на вертолет 500-го класса подойдут лопасти длиной от 410мм до 430мм. Как правило, производители моделей указывают в спецификации, какую максимальную длину лопастей можно установить на вертолет. Для начала подойдут лопасти длиной 420-430мм. Они сделают вертолет немного стабильней. Для моделей 500-го класса существуют лопасти как из дерева, так и стеклопластика и карбона. Карбоновые лопасти обычно имеют самые высокие допуски по оборотам. Обороты основного ротора для 500-го класса могут быть от 2300 до 2800 об/мин. Отдельные 3D пилоты, для получения большей резкости и маневренности вертолета раскручивают ротор до 3000 оборотов и выше. Всегда следует помнить, что при использовании лопастей на оборотах выше допустимого, велика вероятность разрушения лопасти в полете, и получение травмы. Производитель несет ответственность за последствия, только если вы не превышаете заявленных характеристик указанных на упаковке. Даже если на упаковке ничего не написано, то не следует превышать обороты рекомендуемые для 500-го класса.

В настоящее время в модельном ряду многих производителей лопастей присутствуют лопасти для вертолетов 500-го класса. Множество моделей лопастей, с разными характеристиками!? Что выбрать? Как понять что нужно? Вопросов много.

Попробую ответить на часть из них, и одновременно привести характеристики лопастей, которые могут вам потребоваться:

Длина лопасти — обычно указывается в миллиметрах. Наиболее распространенные длины лопастей для 500-го класса: 410, 425, 430. Чем больше длина лопасти, тем более стабильным будет поведение вертолета. Для начала, можно приобрести лопасти длиной 425 или 430 мм.

Толщина лопасти в месте крепления — обычно указывается в миллиметрах. Ходовые размеры: 9, 10 мм. Встречается и 6мм. При покупке лопастей, уточняйте подойдут ли вам лопасти по толщине в месте крепления.

Диаметр крепежного болта — обычно указывается в миллиметрах. Ходовой диаметр 3мм. На некоторых вертолетах бывает болт 4мм.

Хорда лопасти — грубо говоря ширина лопасти. Чем больше ширина лопасти, тем выше тяга основного ротора, но также выше и нагрузка на мотор, и соответственно потребляемый им ток. Обычно производители выбирают компромисс. Хорда для 500-го класса обычно составляет от 41 до 45 мм.

Вес лопасти - указывается в граммах, следует обращать внимание, как указан вес. Некоторые производители указывают вес одной лопасти, некоторые указывают вес пары. Кто-то не указывает вес вообще. Чем тяжелее лопасти, тем более стабилен будет вертолет, но нагрузка на мотор будет выше.

Материал из которого изготовлена лопасть. Лопасти обычно изготавливают из следующих материалов: стеклопластик, карбон, дерево. Деревянные лопасти не получили широкого распространения в 500-м классе.

Максимальные обороты на которые рассчитаны лопасти. Минимальные разрешенные обороты (2200-2400) имеют деревянные лопасти. Стеклопластиковые и карбоновые можно раскрутить до 2800, а иногда, на свой страх и риск, даже выше.

Производитель. Как обычно на рынке присутствуют и именитые производители, и левши из поднебесной. Лучше отдавать предпочтение проверенным брендам. Хотя за это придется немного переплатить.

Для начинающих пилотов вполне подойдут стеклопластиковые лопасти. Данная рекомендация обусловлена тем, что стеклопластиковые лопасти можно считать компромиссным вариантом по соотношению цена / качество между деревянными и карбоновыми лопастями. Учитывая, что деревянные лопасти на 500-й класс не так уж и распространены, то выбора особого и нет. Либо стеклопластик, либо карбон. :)

Ниже таблица с краткими характеристиками производителей лопастей, и ориентировочные цены:

Фирма производитель	Общая характеристика	Примерная цена карбоновых лопастей	Примерная цена стеклопластиковых лопастей
Align	Неплохие и не дорогие лопасти как карбон, так дерево и стеклопластик.	49\$	39\$
Curtis Youngblood	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	65\$	Не производятся
Century Rotor Tech	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	58\$	Не производятся
HDX	Неплохие и не дорогие лопасти как карбон так дерево и стеклопластик.	44\$	24\$

Поскольку хвостовые лопасти, обычно поставляются в наборе вертолета, и как показала практика, устраивают многих пилотов, то заострять внимание на особенностях хвостовых лопастей мы не будем.

7.2.7 Моя модель 500-го класса.

В данном разделе планируется описать 2-3 конфигурации реально летающих вертолетов 500-го класса в виде небольшого эссе. Если хотите, чтобы ваше эссе оказалось в данном пособии (авторство будет сохранено), можете его написать. Пример можно посмотреть здесь:

<http://forum.rcdesign.ru/f58/thread88481-3.html#post1295682>

Указанный рассказ войдет в данный FAQ в раздел по 50-му классу вертолетов.

7.3 Электроника для модели 550-го класса.

Модели вертолетов 550-го класса имеют длину лопасти 550мм, и уже могут быть отнесены к полноразмерным моделям. Если проводить параллели, то модель 550-го класса по своим габаритным размерам соответствует 30-му классу ДВС моделей. Модели 550-го класса некоторых производителей, отличаются от своих более старших собратьев 600-го класса только более короткими лопастями, и более короткой хвостовой балкой, а также элементами привода хвостового ротора. Модели 550-го класса отдельных производителей легко могут быть переделаны в модель 600-го класса. В таких случаях, производитель предлагает так называемый «Upgrade Kit» или «Strech kit». В такой «Upgrade Kit», как правило, входят следующие компоненты:

Удлиненная хвостовая балка;

Удлиненный ремень или вал привода хвостового ротора;

Удлиненные подкосы для поддержки хвостовой балки.

Модель, в силу своего большего веса, более стабильно ведет себя в воздухе, и хорошо «держит ветер». В связи с тем, что модели 550-го класса более дорогие, относительно своих «мелких собратьев», то к выбору «начинки» модели стоит подходить особо тщательно, и обдуманно. Желательно отказаться от покупки дешевых комплектующих. Если бюджет не тянет, то лучше растянуть траты во времени. Практика показала, что дешевые комплектующие иногда приходится менять уже после пары полетов, и удовольствия такие полеты не доставляют абсолютно никакого. В общем, дешевые комплектующие как стоят, так и работают. Следует отметить, что почти все принципы комплектации и выбора электроники для вертолетов 550-го класса будут справедливы и для вертолетов 600-го класса.

7.3.1 Сервомашинки и гироскоп.

На управление автоматом перекоса подойдут сервомашинки стандартного размера (standart). Сервомашинки нужно выбирать с максимально возможным усилием, желательно от 5-7кг/см и выше, и минимальным временем перемещения, желательно от 0,12 сек /60гр и выше — чем меньше цифра, тем лучше, и желательно с металлическими шестернями редуктора. Практика показала, что выживаемость металлических редукторов при краше выше. Пластмассовые шестерни, как правило после краша требуют замены.

Также, по возможности следует приобретать "цифровые" серво - они точнее, быстрее, и лучше держат положение, но цена на них выше.

Важно! При покупке всегда проверяйте, подходят ли сервомашинки по размерам - другими словами можно ли установить их в раму вашего вертолета. Размеры сервомашинки разных производителей могут достаточно сильно различаться, даже если они принадлежат к одному типоразмеру «стандарт».

Важно! Как уже говорилось ранее, для управления автоматом перекоса требуется 3 одинаковых сервомашинки. Данное требование обусловлено тем, что от сервомашинки на автомате перекоса требуется одинаковый ход и точность отработки. Если данное правило не соблюдено, то при полетах вертолет может сильно отклоняться от заданного пилотом курса.

Вот параметры «топовой» сервомашинки одного из именитых производителей:

Применение: Вертолеты/самолеты

Тип: Цифровая, Стандарт, Высокоскоростная

Усилие на 4.8V: 11,43 кг/см

Усилие на 6V: 14 кг/см

Скорость на 4.8V: 0.09 секунд/60

Скорость на 6V: 0.07 секунд/60

Размеры: 38 мм x 37 мм x 18 мм

Вес: 67 г

Тип подшипников: Шарикоподшипники двойные

Материал редуктора: Металл

Следует отдельно остановиться на таком параметре, как усилие сервомашинки. В Интернете, на профильных формах можно встретить советы: «Бери машинку чем быстрее и сильнее, тем лучше», но как правило авторы не сообщают, почему «быстрее и сильнее» значит лучше.

Дело в том, что многие производители измеряют скоростные параметры сервомашинки без нагрузки. Сервомашинка работающая в реальных условиях — работает под нагрузкой, и весьма не малой нагрузкой. Соответственно, и скоростные характеристики у нее будут уже другие. Например, сервомашинка со скоростью 0,07 сек/60гр под нагрузкой может показать совсем другие результаты, например 0,12-0,14 сек/60гр. Как правило, более быстрые и «сильные» сервомашинки, под нагрузкой имеют более высокую скорость — отсюда и совет «Бери машинку чем быстрее и сильнее, тем лучше».

Гироскоп (более правильное название «стабилизатор курса», так как устройство нами применяемое не является в прямом смысле гироскопом.) это один из важнейших электронных компонентов вертолета. Чем он лучше и качественней, тем легче вам будет управлять вертолетом. Все внимание можно будет сосредоточить на пилотировании модели, а не на удержании хвоста вертолета в нужном положении. С хорошим гироскопом хвост будет как «прибитый». Прибитый «хвост» - образное выражение вертолетчиков, означающее, что гироскоп отлично держит хвост — он как бы прибитый гвоздем. Распространенная ошибка начинающих пилотов это экономия на гироскопе. Приобретается недорогой китайский гироскоп, а потом на форуме появляется тема «помогите настроить, не держит хвост». Как уже упоминалось выше, гироскоп необходимо приобретать с режимом удержания хвостовой балки - коммерческие названия технологии AVCS, Heading Hold и т.д. Гироскопы без этого режима к покупке рассматривать не стоит, даже на первое время.

Цену гироскопа прежде всего определяет используемый в нем датчик угловой скорости -ДУС. Чем выше качество датчика, тем ниже его внутренние шумы, и тем он дороже. Например, цена хорошего датчика может достигать до 50\$ и более. Во вторую очередь, цена определяется качеством используемых электронных компонентов, и качеством написания программного кода. Да, да, не удивляйтесь, модельный гироскоп — это сложное устройство имеющее в своем составе микропроцессор. Поэтому от покупки дешевого гироскопа лучше воздержаться. Невозможно сделать хороший гироскоп из дешевых электронных компонентов. Дешевые компоненты имеют сравнительно большой разброс параметров, которые могут зависеть от многих факторов, таких как: напряжение питания, температура и др. А потом, эти компоненты начинают негативно влиять на функциональность устройства. Проявляется это по разному. Например, при температуре воздуха +10 градусов гироскоп приемлемо держит хвост, но стоит температуре подняться до +20 +25 хвост начинает дрейфовать — очень медленно вращаться в какую либо сторону.

В качестве хвостовой подойдет серво стандартного размера.

Критерии выбора просты: Выбираем самую быструю и точную серво со скоростью перемещения от 0,08 сек/60гр. и быстрее, и усилием от 3кг/см и выше. Желательно, чтобы выбранная машинка позиционировалась производителем как серво для управления хвостом вертолета или специально для гироскопа: Gyro servo, Rudder servo, Tail servo. Для приобретения можно смело порекомендовать гироскоп в варианте «combo» со стандартной машинкой. Как правило, все будет работать как надо.

В таблице ниже приведены сравнительные характеристики сервомашинок для управления хвостом вертолета от разных производителей.

Производитель	JR	Futaba	Align
Усилие	3,45 кг/см	3,35 кг/см	8 кг/см
Скорость на 4,8В	0,05 сек/60гр	0,06 сек/60гр	0,09 сек/60гр (4,8В), 0,07 сек/60гр (6,0В)
Вес	59гр	57гр	52гр
Размеры	41mm x 38mm x 20mm	41mm x 37mm x 20mm	40,3мм x 20,1мм x 36мм

7.3.2 Электропитание электроники на вертолете 550-го класса.

Поскольку модель 550-го класса по сравнению с более «мелкими» моделями, обладает большей грузоподъемностью, то и на весе модели можно экономить не так жестко. Электропитание бортовой электроники можно осуществлять как от отдельной Никель-Кадмиевой или Никель-металл-гидридной батареи, так и от силовой батареи с помощью импульсного преобразователя (Switched BEC). Также возможны и другие варианты. Например, отдельная Литий полимерная батарея 2S или 3S и импульсный преобразователь напряжения. Наиболее экономичным по весу, будет вариант с питанием бортовой электроники от силовой батареи с помощью импульсного преобразователя. В данной главе мы рассмотрим два варианта:

1. Питание бортовой электроники от отдельной Никель-Кадмиевой (NiCd) или Никель-металл-гидридной батареи (NiMH);
2. Питание бортовой электроники от силовой батареи с помощью импульсного преобразователя (Switched BEC).

Питание от отдельной Никель-Кадмиевой (NiCd) или Никель-металл-гидридной батареи (NiMH).

Как правило, питание бортовой электроники от отдельной NiCd или NiMH батареи организуется достаточно просто, и не вызывает особых затруднений. На рынке присутствует достаточно большое количество батарей для питания бортовой электроники от разных производителей. При покупке такой батареи, следует обращать внимание на емкость батареи, и на ее напряжение. Также, батареи для питания бортовой электроники (далее питание борта), могут входить в комплект аппаратуры управления. Так как электронная начинка вертолета обладает высоким энергопотреблением, то емкость батареи должна быть не менее 2000мА/ч. Такой емкости хватит на 3-5 полетов. Номинальное напряжение батареи может быть как 4,8 так и 6 Вольт. Предпочтение следует отдавать питанию 6В, так как при питании от напряжения 6В, сервомашинки обеспечивают более высокие характеристики. Если хвостовая сервомашинка требует питания 4,8В не забудьте приобрести Step Down. Step Down — устройство понижающее напряжение питания на 0,7-0,9 В, на деле это обычный мощный диод (прямой ток 2-3 А), включенный в плюсовую шину питания сервомашинки. Если вы дружите с паяльником хорошо и крепко, то Step Down и батарею для питания борта можно

изготовить самостоятельно.

Внимание! Не используйте для объединения элементов в батарею какие либо пластиковые кейсы. При самостоятельном изготовлении батареи можно и нужно использовать пайку или точечную сварку.

Питание бортовой электроники от силовой батареи с помощью импульсного преобразователя (Switched BEC)

Организация питания от силовой батареи несколько сложнее для понимания, и требует некоторых знаний. По крайней мере, вы должны отличать ток от напряжения. :)

Для понижения напряжения силовой батареи (22,2В) до нужного нам 4,8-6В служит импульсный преобразователь напряжения — Switched BEC — Switched Battery Eliminator Circuit — дословный перевод: Импульсная цепь устранения батареи, если по русски и удобоваримо — импульсный преобразователь бортового питания. Другими словами это преобразователь напряжения силовой батареи - 22,2В в напряжение питания бортовой электроники. Чем обусловлено применение именно импульсного преобразователя?

Импульсные преобразователи напряжения по сравнению с линейными преобразователями обладают низкой массой, высокой выходной мощностью и КПД. Для питания бортовой электроники на вертолете 550-го класса необходимо и достаточно импульсного преобразователя с рабочим током 6-8 Ампер и выше, и рабочим выходным напряжением 4,8 — 6В. Предпочтение следует отдавать питанию 6В. Цена на импульсные BEC зависит: от максимально допустимого входного напряжения;

от нагрузочной способности (максимального выходного тока);

от качества комплектующих;

от фирмы производителя;

от жадности производителя. :)

Цена Switched BEC может колебаться от 15\$ и до 70\$ и выше, в зависимости от производителя, и нагрузочной способности самого устройства. При выборе Switched BEC следует ориентироваться на входное напряжение минимум 6S LiPo — 6 банок литий полимерных аккумуляторов или по другому 22,2 Вольта. Главным недостатком Switched BEC принято считать высокий уровень помех. Если вы планируете использовать аппаратуру на 2,4 ГГц, то скорее всего не столкнетесь с влиянием BEC на качество приема, но если вы выбрали аппаратуру «мегагерцового» диапазона, то следует выбирать наиболее качественный BEC с низким уровнем помех. Дальность приема сигнала в мегагерцовом диапазоне с некачественным BEC может существенно сократиться из-за помех, которые он создает. Иногда производители идут нам на встречу, и маркируют BEC с низким уровнем помех. Мне встречались следующие маркировки: Low RF noise, Low noise. При установке Switched BEC на модель, следует руководствоваться правилом: чем дальше установишь Switched BEC от приемника, тем лучше.

Switched BEC обычно имеют следующие характеристики:

Output current (выходной ток), измеряется в Амперах. Выходной ток производители могут указывать в следующих вариациях:

Output current, peak — Пиковый выходной ток — ток который устройство обеспечивает кратковременно.

Output current, continuous — долговременный выходной ток — ток который устройство может обеспечить в течение длительного времени.

Output voltage — выходное напряжение, измеряется в Вольтах. Может быть фиксированным, например, 5.1 В. Может программироваться переключателями или с компьютера, в широких

пределах, например от 4.8 и до 9 Вольт.

Input voltage — входное напряжение, может указываться в Вольтах, может указываться в количестве банок LiPo. Перевести напряжение в количестве банок LiPo в Вольты можно следующим образом: количество банок LiPo умножить на 3.7 (номинальное напряжение одной банки). Например, если указано, что Input voltage — 6S Lipo — считаем $6 \cdot 3.7 = 22.2$ В.

Size — размер, может указываться как в миллиметрах, так и в дюймах.

Weight — вес, обычно указывается в граммах.

Цена — указывается в баксах. :)

Следует помнить, что Switched BEC не предназначен для повышения напряжения. Это значит, что на выходе Switched BEC напряжение не может быть выше, чем напряжение питающей батареи.

Краткие характеристики Switched BEC подходящих для использования на 550-м вертолете приведены в таблице ниже:

Производитель	Castle Creations	Hercules	Western Robotics
Диапазон входного напряжения, В	5-25,2	9-25	9-58
Диапазон выходного напряжения	4,8-9	5,3-9	5,3-9
Максимальный выходной ток, А	7	10	10
Пиковый выходной ток, А	10	16	15
Вес, г	11	23	40
Ориентировочная цена,\$	24	79	98
Примечания	Указанное устройство не рекомендуется использовать с аккумулятором 2S LiPo.	-	-

7.3.3 Двигатель для модели 550-го класса.

Вес модели 550-го класса может составлять от 2,7кг до 3,5кг, соответственно, для «таскания» такого веса по небу, нужен и моторчик соответствующий. Здесь есть одна тонкость, или неоднозначность — как хотите! Дело в том, что вертолеты 550-го класса уже можно отнести к «полноразмерным», и соответственно силовая установка может быть рассчитана на 6 и более банок литий-полимерных аккумуляторов. Соответственно и мотор нужно будет подбирать тот, который «потянет» нужный нам вольтаж. Однако многие производители вертолетов 550-го класса рекомендуют использовать их модели с батареями 6S. От этого мы и будем отталкиваться. Для поднятия в воздух и неспешных полетов, достаточно будет мотора мощностью 1500-1700Вт. Если же в ваши ближайшие планы входят активные полеты и 3D, то мотор желательно приобретать мощнее: от 2000Вт — для активных полетов, и 2200Вт и более для 3D. Следует помнить, что для начинающего пилота может быть выгоднее более длительное полетное время, чем супер мощный мотор.

К основным параметрам электродвигателя для модели вертолета 550-го класса можно отнести:

Kv - количество оборотов на вольт. Параметр требуется при расчете силовой установки. Один из способов расчета электроустановки будет предложен в одной из последующих глав.

Максимальный потребляемый ток - измеряется в Амперах. Косвенно характеризует максимальную мощность мотора. Примерный потребляемый ток моторов для вертолетов 550-го класса может составлять от 60 до 100 Ампер, и даже выше.

Максимальное напряжение, на которое рассчитан мотор - обычно 22,2В и выше, или 6-ти банок Литий-полимерных аккумуляторов и выше. Как правило моторы рассчитаны на напряжение от 6 до 10 банок литий-полимерных аккумуляторов 22,2 — 37 Вольт. Также существуют моторы, которые рассчитаны на напряжение до 6-ти банок литий-полимерных аккумуляторов.

Эффективность мотора - параметр показывает насколько эффективно мотор использует электрическую энергию. Указывается в процентах. Например, эффективность мотора 83% - грубо это значит, что из подведенной к мотору энергии, 83% процента будет преобразовано в механическую, а остальные 17% уйдут на нагрев, трение и прочие потери. Чем выше значение этого параметра, тем больше электрической энергии аккумулятора будет преобразовано в механическую. Хорошие и дорогие моторы могут иметь эффективность 90%, а иногда и немного выше.

Вес мотора - чем меньше, тем лучше. Главное, чтобы не в ущерб остальным параметрам. Ориентировочный вес мотора для вертолета 550-го класса может составлять от 250гр до 400гр. Все зависит от того, каких размеров мотор можно установить на вашем вертолете.

Размеры мотора - прежде всего, мотор должен подходить по размерам для установки на вашем вертолете.

Диаметр вала - стандартом де факто в 550-м классе является диаметр вала 5мм. Но встречаются моторы и с диаметром вала 6мм. Некоторые производители вертолетов выпускают и шестерни под такие моторы.

При покупке мотора уточняйте, есть ли подходящие для вас шестерни.

Вид мотора: Аутраннер (Outrunner) или Инраннер (Inrunner). Аутраннер — мотор, в котором обмотки находятся внутри, а вокруг обмоток вращается корпус с магнитом на внутренней стенке. Инраннер — мотор у которого обмотки расположены по внутренней поверхности корпуса, а внутри них вращается магнитный ротор. Как правило, если корпус мотора может вращаться, значит этот мотор аутраннер, и наоборот. На вертолетах применяются моторы обоих видов. Каких либо существенных преимуществ не имеет ни то ни другой вид.

Вот параметры двигателей подходящих для моделей 550-го класса:

Производитель	Z-Power	Align	Scorpion
Kv	1110	1650	1390
Максимальный потребляемый ток, А	60	85	90
Максимальная мощность, Вт	-	2000	1890
Рекомендуемое напряжение, В	22,2-37 (6S-10S LiPo)	11,1-22,2 (3S-6S LiPo)	22,2 (6S LiPo)
Эффективность, %	90	-	85
Диаметр вала, мм	5	5	5
Вес, г	277	300	285

Размеры, длина x диаметр, мм	61x43	65x43,3	46,5x48,9
------------------------------	-------	---------	-----------

Зная параметры мотора, можно с легкостью подобрать к нему контроллер управления.

7.3.4 Контроллер управления двигателем для вертолета 550-го класса.

Основные правила выбора контроллера были изложены в главе 6.1.3. Здесь мы остановимся только на особенностях характерных для вертолетов 550-го класса. Следует напомнить, что за базовый мы приняли вариант с силовой батареей 6S LiPo, как наиболее распространенный. Для вертолета 550-го класса подойдет контроллер рассчитанный на ток 100А и выше, и входное напряжение 22,2 и выше. Как уже говорилось, при выборе контроллера следует руководствоваться правилом — запас карман не тянет. Конечно пользоваться данным правилом нужно грамотно. Не стоит покупать контроллер на ток 200А. :) Можно сильно проиграть в деньгах, и увеличить вес модели. Если ваши финансы позволяют, то следует рассмотреть возможность покупки контроллера со встроенным импульсным ВЕС (Switched ВЕС). Применяя такой контроллер мы можем существенно сэкономить на весе нашей модели. Следует обращать внимание на ток, который может обеспечить встроенный в контроллер Switched ВЕС. Встроенный в контроллер Switched ВЕС, должен обеспечивать ток 5-6 Ампер длительно, и не менее 10-15 Ампер кратковременно. Из контроллеров, которые побывали в моих руках, встроенный Switched ВЕС имел только Kontronik Jive. К сожалению цена на данные контроллеры совсем не гуманна. Экономия веса на модели 550-го класса, при использовании встроенного в контроллер Switched ВЕС, может достигать 200гр и даже больше, что положительно сказывается на полетных характеристиках модели. Также, желательно, чтобы функция говернер была заявлена не только для галочки, а еще и работала. Говернер — стабилизатор оборотов — позволит немного упростить настройку вертолета, и облегчить полет. Для примера, приведу характеристики контроллеров подходящих для вертолетов 550-го класса:

Производитель	Align	Kontronik	Castle Creations	HobbyWing
Ток, номин. / макс., А	100/135	100/120	125/160	100/150
Входное напряжение, В	7,4 — 22,2	7,4 — 22,2	11,1-22,2	7,4-22,2
Наличие говернера	есть	есть	есть	нет
Наличие Switched ВЕС, параметры.	нет	Есть, 5А длительно, 15А в пиках.	нет	Есть, 3А
Размеры, мм	72mm x28mm x14mm	62mmx32mm x 12mm	60mm x 25mm x 25mm	70mm x 34mm x 16mm
Вес, гр	69	95	90	82
Ориентировочная цена, \$	118	390	165	118
Способ программирования	С передатчика	С передатчика С карты	С передатчика С компьютера	С передатчика С карты

7.3.5 Аккумулятор для модели 550-го класса.

В данном классе моделей достаточно большое распространение получили аккумуляторы 6S (6 банок литий-полимерных аккумуляторов) емкостью от 4000мА/ч и до 5000мА/ч. Аккумуляторы такой емкости обеспечивают среднее полетное время около 5-6 мин. Для начальных неспешных полетов подойдет аккумулятор с токоотдачей 25С. Токоотдача, как и для всех модельных батарей указывается в виде рейтинга: «рейтинг» помноженный на емкость аккумулятора (С). Например, аккумулятор 5000 мАч имеет рейтинг 25С, получается, максимальная ток, который способен отдавать аккумулятор будет равен $5000 \text{ мАч} * 25 = 125000 \text{ мА}$ или 125А. Если вы в ближайшее время не собираетесь летать 3D, ставить самый мощный мотор, то батареи с рейтингом 25С вполне вам подойдут. Если планируется установить самый мощный мотор, и летать 3D, то лучше смотреть в сторону батарей с рейтингом 30С и выше. Всегда следует помнить, что батареи с меньшей емкостью обладают и меньшей токоотдачей — в рейтинге два параметра «рейтинг» и емкость аккумулятора. Перед приобретением, всегда интересуйтесь, подходит ли выбранная вами батарея по размерам, для установки на вашем вертолете. Ориентировочный вес батареи 25С, 6S, 5000мА/ч может составлять 700 — 800гр. Ориентировочный вес батареи 25С, 6S, 4000мА/ч может составлять 600-700гр.

Что такое буква «S» в обозначении аккумуляторов? Многих начинающих вертолетчиков данный вопрос ставит в «ступор». Так что же значат эти загадочные обозначения? Дело в том, что один LiPo аккумулятор (одна банка) имеет напряжение 3,7 В. Для получения более высоких напряжений, и более высокой емкости, а значит и токоотдачи, банки могут соединяться либо последовательно, либо параллельно, а иногда и обоими способами одновременно. Буква «S» в обозначении аккумулятора означает, что банки в нем соединены последовательно - «S» от английского слова Serial — последовательно. Буква «P» в обозначении аккумулятора означает, что банки в нем соединены параллельно - «P» от английского parallel — параллельно. Следует помнить, что при последовательном соединении аккумуляторов суммируется напряжение соединенных элементов (банок), а при параллельном суммируется емкость соединенных элементов (банок).

Например, имеем аккумулятор 6S1P 4500мА/ч - это означает, что в нем 6 банок соединены последовательно, т.е напряжение аккумулятора будет $3,7 * 6 = 22,2 \text{ В}$

Если указано, например, 2S2P — это означает, что в данном аккумуляторе 2 банки соединены последовательно, и две параллельно. Продублирую основные правила эксплуатации Литий-полимерных батарей:

1. Никогда не заряжайте батареи без присмотра;
2. Всегда заряжайте батареи током, рекомендуемым производителем. Обычно это 1С;
3. Используйте качественные зарядные устройства;
4. Не заряжайте аккумулятор без балансирного* устройства;
5. Не разряжайте ниже чем 3.0В на банку.
6. Не превышайте разрядных токов указанных производителем.

* так как LiPo аккумуляторы достаточно привередливы и не хотят жить дружной семьей — т.е в аккумуляторе каждая банка заряжается как ей вздумается, то необходимо сделать одинаковым напряжение у всех банок (выровнять), для чего и служит балансирное устройство или балансир — LiPo balancer.

Следует помнить, что нарушая условия эксплуатации, рекомендованные производителем, мы существенно сокращаем срок жизни нашего аккумулятора.

Общее правило выбора силового аккумулятора для электро вертолетов таково: максимальный

ток, который способен отдавать аккумулятор должен быть больше на 10-15%, чем максимальный ток, который потребляет двигатель вертолета.

7.3.6 Лопасты для модели 550-го класса.

Для установки на вертолет 550-го класса подойдут лопасти длиной от 520мм до 560мм. Как правило, производители моделей указывают в спецификации, какую максимальную длину лопастей можно установить на вертолет. Для начала подойдут лопасти длиной 550мм. Они сделают вертолет немного стабильней. Для моделей 550-го класса существуют лопасти как из дерева, так и стеклопластика и карбона. Карбоновые лопасти обычно имеют самые высокие допуски по оборотам. Обороты основного ротора для 550-го класса могут быть от 2000 до 2300 об/мин. Всегда следует помнить, что при использовании лопастей на оборотах выше допустимого, велика вероятность разрушения лопасти в полете, и получение травмы. Производитель несет ответственность за последствия, только если вы не превышаете заявленных характеристик указанных на упаковке. Даже если на упаковке ничего не написано, то не следует превышать обороты рекомендуемые для вертолетов 550-го класса.

Выбор лопастей на рынке для моделей 550-го класса достаточно велик. Чтобы не запутаться во всем этом многообразии нужно знать, какими характеристиками обладают лопасти, и как они влияют на полетные свойства вертолета.

Ниже приведены характеристики лопастей, с пояснениями как тот или иной параметр влияет на полетные свойства вертолета.

Длина лопасти — обычно указывается в миллиметрах. Наиболее распространенные длины лопастей для 550-го класса: 550, 560. Чем больше длина лопасти, тем больше тяга основного ротора, и тем более стабильным будет поведение вертолета. Для начала, можно приобрести лопасти длиной 550мм.

Толщина лопасти в месте крепления — обычно указывается в миллиметрах. Ходовой размер: 12 мм. При покупке лопастей, уточняйте подойдут ли вам лопасти по толщине в месте крепления.

Диаметр крепежного болта — обычно указывается в миллиметрах. Ходовой диаметр 4мм.

Хорда лопасти — грубо говоря ширина лопасти. Чем больше ширина лопасти, тем выше тяга основного ротора, но также выше и нагрузка на мотор, и соответственно потребляемый им ток. Обычно производители выбирают компромисс. Хорда для 550-го класса обычно составляет от 50 до 55 мм.

Вес лопасти - указывается в граммах, следует обращать внимание, как указан вес. Некоторые производители указывают вес одной лопасти, некоторые указывают вес пары. Кто-то не указывает вес вообще. Чем тяжелее лопасти, тем более стабилен будет вертолет, но нагрузка на мотор будет выше.

Материал из которого изготовлена лопасть. Лопасти обычно изготавливают из следующих материалов: стеклопластик, карбон, дерево. Деревянные лопасти имеют низкую цену, самые низкие разрешенные обороты — около 2000, и не очень стабильные характеристики. Такие параметры как вес лопасти, и ее геометрия могут изменяться в зависимости от температуры и влажности воздуха. Стеклопластиковые лопасти по характеристикам стоят по середине между деревом и карбоном. Они тяжелее, чем карбон и дерево. Дешевле карбона, и прочнее дерева. Карбоновые лопасти как правило самые дорогие и имеют самые лучшие характеристики.

Максимальные обороты на которые рассчитаны лопасти. Минимальные разрешенные обороты (1900-2000) имеют деревянные лопасти. Стеклопластиковые и карбоновые можно раскрутить до 2300, а иногда, на свой страх и риск, даже выше. Чем выше обороты основного

ротора, тем «острее» вертолет реагирует на команды пилота.

Производитель. Как обычно на рынке присутствуют и именитые производители, и левши из поднебесной. Лучше отдавать предпочтение проверенным брендам. Хотя за это придется немного переплатить.

Для начинающих пилотов вполне подойдут стеклопластиковые лопасти. Данная рекомендация обусловлена тем, что стеклопластиковые лопасти можно считать компромиссным вариантом по соотношению цена / качество между деревянными и карбоновыми лопастями. Если стоит цель сэкономить бюджет — ищите деревянные лопасти. Но помните, что не следует превышать разрешенные обороты.

Ниже таблица с краткими характеристиками производителей лопастей, и ориентировочные цены:

Фирма производитель	Общая характеристика	Примерная цена карбоновых лопастей	Примерная цена стеклопластиковых лопастей
Century Rotor Tech	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	90\$	Не производятся
МАН	Неплохие лопасти средней цены и качества	69\$	Не производятся
Gohbee	Лопастей средней цены и качества	70\$	Не производятся
MS Composit	Неплохие лопасти средней цены и качества	70\$	62\$
No name	Качество не гарантировано, используете на свой страх и риск.	55\$	40\$

Поскольку хвостовые лопасти, обычно поставляются в наборе вертолета, и как показала практика, устраивают многих пилотов, то заострять внимание на особенностях хвостовых лопастей мы не будем.

7.3.7 Моя модель 550-го класса.

В данном разделе планируется описать 2-3 конфигурации реально летающих вертолетов 550-го класса в виде небольшого эссе. Если хотите, чтобы ваше эссе оказалось в данном пособии (авторство будет сохранено), можете его написать. Пример можно посмотреть здесь:

<http://forum.rcdesign.ru/f58/thread88481-3.html#post1295682>

Указанный рассказ войдет в данный FAQ в раздел по 50-му классу вертолетов.

7.4 Полезное оборудование и электроника.

В данной главе речь пойдет о дополнительной электронике, которая может быть установлена на моделях вертолетов. Спектр такого оборудования широк и многообразен. Порой разобраться в нем не могут даже опытные, что уж говорить о новичках. В данной главе не будет сделано привязки к типам вертолетов — ДВС или электро, так как многие типы

оборудования применимы на обоих типах вертолетов. Там где оборудование имеет специфическое применение — будет сделана оговорка.

7.4.1 Индикатор бортового питания.

Индикатор борта, пожалуй один из самых нужных аксессуаров для вертолетчика. Если вы используете на своем вертолете отдельную батарею для питания борта, то без этого прибора не обойтись. Данное устройство позволяет оперативно оценить уровень зарядки бортового аккумулятора. Обычно такие устройства рассчитаны на работу с аккумуляторами NiMh, NiCd. Как правило, такие устройства поддерживают напряжение питания 4.8 и 6 вольт. Диапазон отображаемого напряжения изменяется переключателем. Индикатор представляет собой линейку светодиодов, поделенную на несколько цветовых зон. Обычно 3 зоны: зеленая, желтая, красная. Встречаются также приборы с одним 3-х цветным светодиодом — принцип работы примерно тот-же самый: нормальный уровень — горит синий цвет, средний уровень — горит зеленый, и красный — критический уровень заряда. Если вы питаете бортовую электронику на своем вертолете по схеме: Литий-полимерный аккумулятор + импульсный преобразователь напряжения (ВЕС), то необходимо также задуматься о приобретении индикатора зарядки батареи. Только в случае LiPo батареи индикатор будет другого типа. Рассчитанный на работу с LiPo батареями — обычно 3-4 банки — или 14,8В.

Применение указанных устройств существенно снижает отказы бортовой электроники по причине севшего бортового аккумулятора.

7.4.2 Индикатор заряда силовой батареи.

Летая на ДВС вертолете, мы практически всегда видим сколько топлива осталось у нас в баке, и при необходимости идем на посадку. С электрическими вертолетами все намного сложнее, так как определить сколько осталось заряда в батарее простыми средствами не представляется возможным. Для этого служат электронные устройства индикации заряда силовой батареи. Такие устройства, как правило, имеют не только световую индикацию, а еще и звуковую. При выборе устройств следует обращать внимание на поддерживаемое ими напряжение. Недорогие устройства как правило рассчитаны на использование с батареей 3S LiPo, а более дорогие могут программироваться на работу с батареями до 10-12S LiPo. Устройство, как правило, имеет в своем составе сверхяркий светодиод, который неплохо видно даже в солнечную погоду. Если будет еще и звуковая сигнализация, то будет очень хорошо. Установив такое устройство на своем вертолете, вы всегда будете знать, сколько «топлива» осталось. Также, применение указанных устройств снижает вероятность отказа по причине «внезапно сдохшей» силовой батареи. Однажды, летая на своем вертолете, я стал замечать, что индикатор подозрительно моргает красным. Странно, ведь я только начал полет? Экстренно приземляю вертолет. Так и есть, батарея начала вздуваться, еще бы немного, и был бы краш.

7.4.3 Говернер для ДВС вертолета.

Говернер — устройство для поддержания постоянных оборотов двигателя. В виде отдельных устройств применяются в основном на ДВС вертолетах. Как правило такие устройства требуют установки на вертолет датчика оборотов мотора. Далее в говернер включается сервомашинка газа, производится настройка прибора и вуаля! Обороты ротора у вас будут постоянны вне зависимости от нагрузки, но конечно в разумных пределах. Установка говернера избавляет пилота от необходимости точной настройки кривых шаг-газ, и замеров оборотов ротора при помощи тахометра. В современных говернерах, как правило, есть возможность тем или иным способом задать требуемые обороты мотора, и как следствие основного ротора. Летать с говернером немного легче и приятней. Если у вас есть

возможность, то обязательно установите говернер на своем вертолете – не пожалеете.

7.4.4 Логгер.

Логгер это электронное устройство, которое позволяет считать, и записать в память ряд важных параметров.

Например:

Ток потребляемый мотором;

Обороты основного ротора;

Температуру двигателя;

Ток потребления бортовой электроники.

По окончании полета, данные легко выгружаются в компьютер, где их можно посмотреть и проанализировать уже привычными нам способами.

Применяются такие устройства как на электро вертолетах, так и на ДВС. Логгер может быть полезен при настройке электроустановки вертолета. Иногда бывает полезен на ДВС вертолетах для снятия данных о температуре двигателя и оборотах мотора и основного ротора. Иногда применение логгера позволяет понять, что же не так в настройке вертолета, или где мы ошиблись в расчетах. Цена устройства с полным набором различных датчиков, может достигать 200\$. Оно безусловно полезно, но не необходимо. Рекомендуется приобретать только в тех случаях, когда без логгера уже не обойтись.

7.4.5 Бортовой термометр.

Бортовые термометры, как правило, применяются на вертолетах ДВС. Настройка двигателя внутреннего сгорания с бортовым термометром существенно упрощается. При определенном умении двигатель с помощью термометра настраивается за 5 минут. Термометры бывают разных видов. Например, термометр может быть в виде линейки светодиодов, загорающихся при различной температуре, и индикатором перегрева. Может быть и с жидкокристаллическим индикатором, с памятью максимальной и минимальной температуры, что может быть очень удобно. Желательно, чтобы термометр имел верхний диапазон измерения температуры до +150гр. Наличие бортового термометра позволит вам быстро настроить двигатель вертолета, и в последствии контролировать его температуру. Также, наличие термометра, позволяет выявить на ранних стадиях «болезнь» вашего двигателя. Как правило, если что-то не так, то двигатель начинает сильнее греться.

7.4.6 Бортовая телеметрия.

Устройства данного класса можно отнести к логгерам, но в этом случае это будут очень продвинутые логгеры. Как правило в состав таких устройств входит логгер с различными датчиками, передатчик и приемное устройство, которое вы можете закрепить, например, на своей аппаратуре. Передача снятых датчиками параметров на землю с летательного аппарата, осуществляется по радиоканалу и в реальном времени. Обычно такие устройства позволяют настроить аварийную сигнализацию по каким либо параметрам, или их комбинации. Иногда такие устройства имеют в своем составе модуль GPS, и позволяют записать траекторию полета, высоту, и другие параметры получаемые со спутников GPS. Устройства данного типа достаточно дороги – около 1000\$. У вертолетчиков распространены не сильно. Такие устройства могут быть полезны, если вы, например, занимаетесь фото и видео съемкой с вертолета, когда ваш вертолет находится в воздухе длительное время, и действительно требуется контролировать жизненно важные параметры в реальном времени. Также, следует помнить, что телеметрия, имеет в своем составе мощный бортовой передатчик, который

может сильно влиять на качество приема управляющего сигнала от аппаратуры управления.

7.4.7 Устройства управления топливной смесью и поддержания температуры двигателя.

Существует класс устройств для управления смесью двигателя внутреннего сгорания в зависимости от его температуры. Иногда такие устройства обобщенно называют Carb Smart. Возможно по тому, что фирма CSM, первая представила на рынке устройство такого типа с названием Carb Smart. Термодатчик устройства монтируется на двигатель, устанавливается сервомашинка на иглу карбюратора, производится предварительная настройка устройства, задается нужная температура. Далее производим первоначальную настройку двигателя, а потом устройство вводится в работу – как правило устанавливается тяга от сервомашинки на иглу карбюратора. Принцип работы таких устройств достаточно прост: при росте температуры – открываем иглу и тем самым богатым двигатель, как только температура снижается – закрываем иглу и тем самым бедным двигатель. Алгоритмы работы конкретных устройств могут отличаться, но принцип остается одинаковым. Наиболее распространены следующие устройства:

CSM Carb Smart – умеет только поддерживать заданную температуру.

CSM Revlock 30 - имеет в своем составе говернер, а также умеет поддерживать заданную температуру. На Российских просторах встречается редко.

Aerospire MultiGov Pro – имеет в своем составе говернер, а также умеет поддерживать заданную температуру.

Чем полезны такие устройства? Польза может быть в следующем:

Избавляет от тонкой подстройки двигателя под погодные условия (в определенных пределах);

В определенных пределах защищает двигатель от перегрева;

Двигатель всегда работает в оптимальном температурном режиме, что несколько снижает расход топлива.

Начинающим пилотам следует помнить, что наличие «Carb Smart» не избавляет вас от предварительной настройки двигателя. Т.е научиться настраивать двигатель все-же придется.

7.4.8 Удлинитель накала для вертолета с ДВС.

Поскольку двигатель вертолета установлен в не совсем удобном положении, не всегда возможно подключить накал на свечу не снимая, например, капот вертолета. Для избавления пилота от этих неудобств, служит удлинитель накала свечи. Удлинитель накала представляет собой провод, длиной 20-30 см, с одной стороны которого устанавливается разъем для крепления на свечу двигателя, а с другой эмулятор свечи (разъем похожий на свечу) с ушком для крепления. Удлинитель накала устанавливается довольно просто. Одну один разъем надежно крепим на свечу двигателя, а эмулятор свечи выводим в более удобное место так, чтобы крепежное ушко имело металлическую связь с двигателем, так как именно двигатель будет являться в данном случае минусовым проводником. Применение удлинителя накала избавит вас от необходимости постоянно снимать капот перед запуском вертолета, тем самым, время подготовки к старту существенно сократится.

7.5 Пример расчета электроустановки для вертолета Mikado Logo 500 3D.

Оригинал статьи расположен по адресу: <http://forum.rcdesign.ru/blogs/32384/blog6327.html>

Сразу оговорюсь, что все, что здесь написано есть компиляция моего опыта и изысканий, и не претендует на абсолютную истину. Возможно, что где-то есть аналогичное, или очень похожее описание. Также, добавлю, что подразумевается использование режима говернера (стабилизатора оборотов) в контроллере управления мотором. Методика учитывает только основные параметры, и позволяет оценить все с достаточной точностью, и получить хорошую эффективность системы в целом. Вертолет остается достаточно динамичным вплоть до полной разрядки аккумулятора.

И так, как же выбирать пару мотор-ведущая шестерня? А делается это, когда поймешь, очень просто.

Нужно помнить, что просадка напряжения на ЛПО аккумуляторах, под нагрузкой может быть до 3,4 В и даже ниже. Для чего это нужно поясню чуть позже.

Что нужно знать:

эффективность - (efficiency) вашего мотора, обычно указывается в процентах.

количество оборотов на Вольт мотора – Kv.

Для правильного расчета всей установки и подбора аккумулятора, также желательно знать:

Максимальный ток, потребляемый мотором – указывается в Амперах;

Максимальный ток, который может отдавать аккумулятор – указывается в виде рейтинга:

«рейтинг» * емкость аккумулятора. Например, аккумулятор 2200 мАч имеет рейтинг 20С – получается, что номинальный ток, который способен отдавать аккумулятор будет равен $2200 \text{ мАч} * 20 = 44\text{А}$;

Количество зубов не ведомой шестерне;

Рекомендуемые обороты ротора для вашего вертолета – обычно для вертолетов: 450-го класса это 2800-3000, для 550-го класса – 1900-2200, для 600-го класса 1800 - 2100;

Количество банок в аккумуляторной батарее.

Вроде с нужными параметрами определились.

Теперь произведем расчет на примере вертолета Mikado Logo 500 3D;

Дано:

Емкость – 3700мА/ч;

Рейтинг по току – 25С – 92.5А;

Количество банок аккумулятора 8;

Номинальное напряжение на одной банке $U_b = 3,7 \text{ В}$;

Номинальное напряжение батареи $U_{ном.} = 29,6\text{В}$;

Напряжение на одной банке под нагрузкой – $U_n = \sim 3,48 \text{ В}$.

Напряжение батареи под нагрузкой $U_{наг.} = 27,84 \text{ В}$;

Минимальное напряжение на банке $U_m = 3,0 \text{ В}$;

Минимальное напряжение батареи $U_{мин.} = 24,0\text{В}$.

Мотор:

Z-POWER Z50

Эффективность, Eff – 83%;

Kv – 780 об/Вольт;

Максимальный потребляемый ток – 60А;

Редуктор:

Ведомая шестерня – 153 зуба

Ведущая - ??? (пока неизвестно).

Требуемые обороты ротора 2100.

Основной смысл всей методики, заключается в расчете ведущей шестерни так, чтобы при минимальном напряжении на аккумуляторе обороты на роторе были близки к рекомендуемому, или чуть меньше.

Считаем!

Номинальные обороты мотора:

$$Kv * U_{ном.} * Eff, \text{ Для нашего случая } 780 * 29,6 * 0,83 = 19163 \text{ об/мин}$$

Минимальные обороты мотора:

$$Kv * U_{мин.} * Eff, \text{ Для нашего случая } 780 * 24 * 0,83 = 15537 \text{ об/мин}$$

Обороты под нагрузкой:

$$Kv * U_{наг.} * Eff, \text{ Для нашего случая } 780 * 27,84 * 0,83 = 18023 \text{ об/мин}$$

Как видно, обороты мотора очень сильно различаются!!! Вот для того, чтобы поддерживать обороты мотора постоянными и необходим говернер. А поддерживать обороты он сможет только тогда, когда у него будет запас по напряжению. Т.е если у вас все было рассчитано на номинальное напряжение -3,7В, то после того, как аккумулятор немного разрядится, у говернера не будет возможности поддерживать нужные обороты. Тоже самое произойдет когда напряжение на аккумуляторе «просядет» под нагрузкой. Вертолет, что называется «не жжет» - грустишка.

Теперь попробуем посчитать, на сколько зубов потребуется ведущая шестерня.

Здесь есть два пути, имея табличку в экселе, можно перебором подобрать нужное количество зубов. Но таблички у нас пока нет, будем считать.

Нам требуются обороты ротора 2100 на минимальном напряжении 8S Lipo аккумулятора - 24В – т.е 3.0В на банку..

Минимальные обороты мотора - 15537 об/мин.

Посчитаем требуемое передаточное число редуктора:

$$\text{обороты мотора} / \text{обороты ротора, в нашем случае } 15537 / 2100 = 7,39$$

Посчитаем количество зубов на ведущей шестерне:

$$(\text{Количество зубов на ведомой шестерне}) / (\text{передаточное число}), \text{ для нашего случая } 153 / 7,39 = 20,7 \text{ зуба. Округляем либо до 20, либо до 21 зуба, так как шестерён с неравным количеством зубов просто не бывает.}$$

Далее, из доступных шестерен подбираем самую близкую по количеству зубьев.

Самая близкая в моем случае оказалась на 19 зубов. Шестерни с большим количеством зубьев Mikado не выпускает.

Что в итоге у меня получилось можно посмотреть в прилагаемом [файле](#). Также, данную табличку можно использовать и для расчета своей конфигурации. Расчетные данные за неким плюс/минус у меня совпали с измеренными.

В чем соль метода расчета по минимальному напряжению аккумулятора:

1. Отпадает необходимость подбирать шестерню методом проб и ошибок;
2. Расчет по минимально допустимому напряжению аккумулятора, позволяет создать запас по напряжению для корректной работы говернера;
3. Вертолет летает динамично, вплоть до отсечки по напряжению;
4. Метод позволяет получить эффективность всей системы близкую к максимальной.

Краткая компиляция всего, что написано выше:

- Нужно подобрать ведущую шестерню так, чтобы на роторе были номинальные или близкие к номинальным обороты, при минимально допустимом, для вашего

- аккумулятора напряжении.
- Максимальный ток потребления мотора плюс 10-15%, не должен превышать максимальный разрядный ток для аккумулятора. Так батарея отслужит больше циклов.

Для описанного выше случая считаем:

Рейтинг батареи по току – 25С – 92.5А;

Максимальный потребляемый ток мотора – 60А;

$60 + 15\% = 69\text{А}$ – разрядный ток батареи не превышен.

Считаю, что для подбора контроллера можно руководствоваться тем же правилом (10-15%), что и для расчета допустимой нагрузки на аккумулятор:

Максимальный потребляемый ток мотора плюс 10-15 процентов не должен превышать,

максимальный ток на который рассчитан контроллер. Т.е всегда должен иметься некий запас.

В таком случае, контроллер будет работать в более щадящем режиме, и вероятность выхода его из строя по причине перегрева, будет намного ниже.

Для случая описанного в статье:

Ток потребляемый мотором 69А;

Установлен регулятор Kontronik Jive 80+ HV (номинальный ток 80А максимальный 96А).

Как видно из цифр, $69\text{А} < 80\text{А}$. Т.е ограничения не превышены.

7.6 Какие комплектующие поставить на ДВС модель 50-го класса.

Поскольку ДВС модели вертолетов традиционно считаются самыми сложными и дорогими, то к процессу комплектации своей модели следует подходить со всей серьезностью. Цена ошибки может быть достаточно высока. При ограниченных финансах, лучше исходить из принципа разумной необходимости, и растягивать траты во времени. Самый главный совет — не торопитесь. Спешка нужна только при ловле блох. :) Также, следует отметить, что разница в комплектации между 30-м и 50-м классом моделей не велика, и почти все, что устанавливается на модель 50-го класса, подойдет и для 30-го. Обычно разница в комплектации только в длине лопастей и двигателе. Также, следует загодя ответить на вопрос: Почему именно 50-й класс, а не 30-й? Во первых, разница в комплектации не существенна. Во вторых, грамотно укомплектованная и собранная модель 50-го класса будет радовать вас не один полетный сезон, а модель 30-го класса возможно придется менять уже после первого сезона. В третьих, модели 30-го класса постепенно исчезают с рынка, уступая свое место электрическим аналогам. В четвертых, разница в цене между моделями 50-го и 30-го класса не такая уж и большая.

7.6.1 Системы микширования mCCPM и eCCPM.

Многих людей, только начинающих свой вертолетный путь, пугает это загадочное сочетание букв: ССРМ. На деле, все как обычно просто. ССРМ — ни что иное как аббревиатура английского **collective/cyclic pitch mixing**. Если перевести на русский: микширование коллективного / циклического шага. Другими словами это система управления автоматом перекоса, так как именно при помощи автомата перекоса на моделях вертолетов обычно осуществляется управление коллективным и циклическим шагом. Более правильное определение: ССРМ - это система управления автоматом перекоса, при котором управляющее воздействие от машинок и циклическим (крен/тангаж) и общим шагом осуществляется через "тарелку перекоса". Циклические шаги - наклоном тарелки, общий шаг - "опусканием/подниманием" тарелки относительно главного вала.

В общем виде, системы микширования делятся на два вида: механическую (mCCPM) и электронную (eCCPM). Механическую систему микширования иногда называют SSM - Single Servo Mechanical.

В механической системе микширования используется 3 сервомашинки, условно назовем их

1-я, 2-я, и 3-я. 1-я сервомашинка служит для наклона автомата перекоса вперед-назад (управление вертолетом по тангажу), 2-я сервомашинка наклоняет автомат перекоса вправо-влево (управление вертолетом по крену), 3-я сервомашинка перемещает автомат перекоса вверх-вниз (управление тягой ротора, или управление общим шагом). Также, на отдельных вертолетах, 3-я сервомашинка может быть не связана с автоматом перекоса, а управление общим шагом осуществляется тягой проходящей через главный вал, соединенной с смесительным рычагом.

В электронной системе микширования, также используется 3 сервомашинки, однако управление ими осуществляется по другому принципу. Сервомашинки управляются не по отдельности каждая, а зависимо друг от друга, по определенной программе, которая «защита» в передатчике. Таким образом, в управлении автоматом перекоса участвуют всегда 3 сервомашинки одновременно.

Как обычно все созданное человеком не идеально, и имеет свои плюсы и минусы. Некоторые достоинства и недостатки систем управления автоматом перекоса сведены в таблицу:

	Достоинства	Недостатки
mCCPM	Не требует специальной поддержки со стороны передатчика.	Скорость изменения (перекладки) общего шага от плюса к минусу более низкая, чем у eCCPM.
	Низкое энергопотребление	В связи с большими нагрузками, высокие требования к сервомашинке управляющей общим шагом.
	Ниже требования к точности хода сервомашинки.	Сложность конструкции — как правило, требуется сложная система тяг, и большее количество подшипников.
	Применение 3-х одинаковых сервомашинки желательно, но не обязательно.	
eCCPM	Высокая скорость перекладки общего шага	Высокое энергопотребление
	Нагрузка равномерно распределена на 3 сервомашинки.	Высокие требования к одинаковости и точности хода сервомашинки.
	Более простая конструкция.	Требует передатчика с поддержкой eCCPM автомата перекоса.

Следует отметить, что в последнее время на рынке присутствует все меньше и меньше моделей с механической системой микширования. Не найти, также и передатчиков, которые не поддерживают eCCPM. Некоторые производители, выпускают так называемый апгрейд кит, который позволяет перевести вертолет с механического микширования на электронное.

Следует помнить, что каждая система обладает своими плюсами и минусами, и нет каких

либо существенных преимуществ одной системы над другой.

7.6.2 Сервомашинки и гироскоп.

На управление автоматом перекоса eССРМ подойдут сервомашинки стандартного размера (standart). Сервомашинки нужно выбирать с максимально возможным усилием, желательно от 5-7кг/см и выше, и минимальным временем перемещения, желательно от 0,12 сек /60гр и выше — чем меньше цифра, тем лучше, и желательно с металлическими шестернями редуктора. Практика показала, что выживаемость металлических редукторов при краше выше. Пластмассовые шестерни, как правило после краша требуют замены. Также, по возможности следует приобретать "цифровые" серво - они точнее, быстрее, и лучше держат положение, но цена на них выше.

Важно! При покупке всегда проверяйте, подходят ли сервомашинки по размерам - другими словами можно ли установить их в раму вашего вертолета. Размеры сервомашинки разных производителей могут достаточно сильно различаться, даже если они принадлежат к одному типоразмеру «стандарт».

Важно! Как уже говорилось ранее, для управления автоматом перекоса eССРМ требуется 3 одинаковых сервомашинки. Данное требование обусловлено тем, что от сервомашинки на автомате перекоса eССРМ требуется одинаковый ход и точность отработки. Если данное правило не соблюдается, то при полетах вертолет может сильно отклоняться от заданного пилотом курса.

Для управления автоматом перекоса mССРМ можно руководствоваться теми-же правилами что и для автомата перекоса eССРМ. Однако, сервомашинку на управление общим шагом следует выбирать немного мощнее и быстрее. Например, хорошо подойдет машинка с усилием 8-10кг/см, и скоростью перемещения 0,1 сек/60 гр. и быстрее. Остальные 2 машинки желательно покупать одинаковые, с усилием от 5-7 кг/см и выше, и скоростью от 0,12 сек / 60гр и выше. Если в дальнейшем планируется апгрейд на электронную систему микширования, то стоит задуматься о приобретении 3-х одинаковых сервомашинки.

Вот параметры «топовой» сервомашинки одного из именитых производителей:

Применение: Вертолеты/самолеты

Тип: Цифровая, Стандарт, Высокоскоростная

Усилие на 4.8V: 11,43 кг/см

Усилие на 6V: 14 кг/см

Скорость на 4.8V: 0.09 секунд/60

Скорость на 6V: 0.07 секунд/60

Размеры: 38 мм x 37 мм x 18 мм

Вес: 67 г

Тип подшипников: Шарикоподшипники двойные

Материал редуктора: Металл

Следует отдельно остановиться на таком параметре, как усилие сервомашинки. В Интернете, на профильных формах можно встретить советы: «Бери машинку чем быстрее и сильнее, тем лучше», но как правило авторы не сообщают, почему «быстрее и сильнее» значит лучше. Дело в том, что многие производители измеряют скоростные параметры сервомашинки без нагрузки. Сервомашинка, работающая в реальных условиях — работает под нагрузкой, и весьма не малой нагрузкой. Соответственно, и скоростные характеристики у нее будут уже другие. Например, сервомашинка со скоростью 0,07 сек/60гр под нагрузкой может показать совсем другие результаты, например 0,12-0,14 сек/60гр. Как правило, более быстрые и

«сильные» сервомашинки, под нагрузкой имеют более высокую скорость — отсюда и совет «Бери машинку чем быстрее и сильнее, тем лучше».

Гироскоп (более правильное название «стабилизатор курса», так как устройство нами применяемое не является в прямом смысле гироскопом.) это один из важнейших электронных компонентов вертолета. Чем он лучше и качественней, тем легче вам будет управлять вертолетом. Все внимание можно будет сосредоточить на пилотировании модели, а не на удержании хвоста вертолета в нужном положении. С хорошим гироскопом хвост будет как «прибитый». Прибитый «хвост» - образное выражение вертолетчиков, означающее, что гироскоп отлично держит хвост — он как бы прибитый гвоздем. Распространенная ошибка начинающих пилотов это экономия на гироскопе. Приобретается недорогой китайский гироскоп, а потом на форуме появляется тема «помогите настроить, не держит хвост». Как уже упоминалось выше, гироскоп необходимо приобретать с режимом удержания хвостовой балки - коммерческие названия технологии AVCS, Heading Hold и т.д. Гироскопы без этого режима к покупке рассматривать не стоит, даже на первое время.

Цену гироскопа прежде всего определяет используемый в нем датчик угловой скорости -ДУС. Чем выше качество датчика, тем ниже его внутренние шумы, и тем он дороже. Например, цена хорошего датчика может достигать до 50\$ и более. Во вторую очередь, цена определяется качеством используемых электронных компонентов, и качеством написания программного кода. Модельный гироскоп — это сложное устройство имеющее в своем составе микропроцессор. Поэтому от покупки дешевого гироскопа лучше воздержаться. Невозможно сделать хороший гироскоп из дешевых электронных компонентов. Дешевые компоненты имеют сравнительно большой разброс параметров, которые могут зависеть от многих факторов, таких как: напряжение питания, температура и др. А потом, эти компоненты начинают негативно влиять на функциональность устройства. Проявляется это по разному. Например, при температуре воздуха +10 градусов гироскоп приемлемо держит хвост, но стоит температуре подняться до +20 +25 хвост начинает дрейфовать — очень медленно вращаться в какую либо сторону. В последнее время, производители гироскопов не делают акцент на предназначении гироскопа для моделей с ДВС или электродвигателем. Но у некоторых производителей имеется возможность переключить гироскоп для работы с тем или иным типом двигателя. При монтаже гироскопа на вертолет, следует обратить особое внимание на виброизоляция. Например, многие «топовые» гироскопы идут в комплекте с креплением типа «сэндвич». Такое крепление представляет собой две полоски 3-4 миллиметрового двухстороннего скотча, разделенных достаточно массивной (толщина 1-2мм) металлической пластиной. Такое крепление датчика гироскопа, позволяет существенно снизить воздействие на него вибрации от двигателя, и тем самым существенно улучшить работу гироскопа.

В качестве хвостовой, подойдет серво стандартного размера.

Критерии выбора просты: Выбираем самую быструю и точную серво со скоростью перемещения от 0,08 сек/60гр. и быстрее, и усилием от 3кг/см и выше. Желательно, чтобы выбранная машинка позиционировалась производителем как серво для управления хвостом вертолета или специально для гироскопа: Gyro servo, Rudder servo, Tail servo. Для приобретения можно смело порекомендовать гироскоп в варианте «combo» со стандартной машинкой. Как правило, все будет работать как надо.

7.6.3 Электропитание бортовой электроники на вертолете 50-го класса.

Электропитание бортовой электроники можно осуществлять как от отдельной Никель-Кадмиевой или Никель-металл-гидридной батареи, так и от двух-трех баночной LiPo батарее совместно с импульсным преобразователем (Switched BEC). Рассмотрим каждый из способов подробней.

Питание от отдельной Никель-Кадмиевой (NiCd) или Никель-металл-гидридной батареи (NiMH).

Как правило, питание бортовой электроники от отдельной NiCd или NiMH батареи организуется достаточно просто, и не вызывает особых затруднений. На рынке присутствует достаточно большое количество батарей для питания бортовой электроники от разных производителей. При покупке такой батареи, следует обращать внимание на емкость батареи, и на ее напряжение. Также, батареи для питания бортовой электроники (далее питание борта), могут входить в комплект аппаратуры управления. Так как электронная начинка вертолета обладает высоким энергопотреблением, то емкость батареи должна быть не менее 2000мА/ч. Такой емкости хватит на 3-5 полетов. Номинальное напряжение батареи может быть как 4,8 так и 6 Вольт. Предпочтение следует отдавать питанию 6В, так как при питании от напряжения 6В, сервомашинки обеспечивают более высокие характеристики. Если хвостовая сервомашинка требует питания 4,8В не забудьте приобрести Step Down. Step Down — устройство понижающее напряжение питания на 0,7-0,9 В, на деле это обычный мощный диод (прямой ток 2-3 А), включенный в плюсовую шину питания сервомашинки. Если вы дружите с паяльником хорошо и крепко, то Step Down и батарею для питания борта можно изготовить самостоятельно.

Внимание! Не используйте для объединения элементов в батарею какие либо пластиковые кейсы. При самостоятельном изготовлении батареи можно и нужно использовать пайку или точечную сварку.

Если вы планируете летать при температурах близких к нулю, или ниже, то предпочтение следует отдавать Никель-Кадмиевой (NiCd) батарее. Такие батареи, как правило, легче переносят холод, и вероятность «внезапного» разряда борта в полете будет ниже. Всегда следует помнить, что на холоде батарея теряет свою емкость. Потеря емкости может достигать 50% и более.

Внимание!!! Во избежании «внезапной» разрядки бортовой батареи всегда используйте индикатор бортового питания специально предназначенный для NiCd или NiMH батарей.

Питание бортовой электроники от LiPo батареи с помощью импульсного преобразователя (Switched BEC)

Организация питания от отдельной LiPo батареи несколько сложнее для понимания, и требует некоторых знаний. Как правило, для питания подходят 2-3-х баночные LiPo батареи.

Для понижения напряжения батареи до нужного нам 4,8-6В служит импульсный преобразователь напряжения — Switched BEC — Switched Battery Eliminator Circuit — дословный перевод: Импульсная цепь устранения батареи, если по русски и удобоваримо — импульсный преобразователь бортового питания. Другими словами это преобразователь напряжения литий-полимерной батареи в напряжение питания бортовой электроники. Чем обусловлено применение именно импульсного преобразователя? Импульсные преобразователи напряжения по сравнению с линейными преобразователями обладают низкой массой, высокой выходной мощностью и КПД. Также, к достоинствам Switched BEC следует отнести то, что выходное напряжение BEC стабилизировано. Для питания бортовой электроники на вертолете 50-го класса необходимо и достаточно импульсного преобразователя с рабочим током 6-8 Ампер и выше, и рабочим выходным напряжением 4,8 — 6В. Предпочтение следует отдавать питанию 6В. Цена на импульсные BEC зависит: от максимально допустимого входного напряжения;

от нагрузочной способности (максимального выходного тока);

от качества комплектующих;

от фирмы производителя;
от жадности производителя. :)

Цена Switched BEC может колебаться от 15\$ и до 70\$ и выше, в зависимости от производителя, и нагрузочной способности самого устройства. При выборе Switched BEC следует ориентироваться на входное напряжение минимум 3S LiPo — 3 банки литий полимерных аккумуляторов или по другому 11,1 Вольт. Главным недостатком Switched BEC принято считать высокий уровень помех. Если вы планируете использовать аппаратуру на 2,4 ГГц, то скорее всего не столкнетесь с влиянием BEC на качество приема, но если вы выбрали аппаратуру «мегагерцового» диапазона, то следует выбирать наиболее качественный BEC с низким уровнем помех. Дальность приема сигнала в мегагерцовом диапазоне с некачественным BEC может существенно сократиться из-за помех, которые он создает. Иногда производители идут нам на встречу, и маркируют BEC с низким уровнем помех. Мне встречались следующие маркировки: Low RF noise, Low noise. При установке Switched BEC на модель, следует руководствоваться правилом: чем дальше установишь Switched BEC от приемника, тем лучше.

Switched BEC обычно имеют следующие характеристики:

Output current (выходной ток), измеряется в Амперах. Выходной ток производители могут указывать в следующих вариациях:

Output current, peak — Пиковый выходной ток — ток который устройство обеспечивает кратковременно.

Output current, continuous — долговременный выходной ток — ток который устройство может обеспечить в течение длительного времени.

Output voltage — выходное напряжение, измеряется в Вольтах. Может быть фиксированным, например, 5.1 В. Может программироваться переключателями или с компьютера, в широких пределах, например, от 4.8 и до 9 Вольт.

Input voltage — входное напряжение, может указываться в Вольтах, может указываться в количестве банок LiPo. Перевести напряжение в количестве банок LiPo в Вольты можно следующим образом: количество банок LiPo умножить на 3.7 (номинальное напряжение одной банки). Например, если указано, что Input voltage — 3S LiPo — считаем $3 \cdot 3.7 = 11,1$ В.

Size — размер, может указываться как в миллиметрах, так и в дюймах.

Weight — вес, обычно указывается в граммах.

Цена — указывается в баксах. :)

Следует помнить, что Switched BEC не предназначен для повышения напряжения. Это значит, что на выходе Switched BEC напряжение не может быть выше, чем напряжение питающей батареи.

Краткие характеристики Switched BEC подходящих для использования на 50-м вертолете приведены в таблице ниже:

Производитель	Castle Creations	HobbyWing	Western Robotics
Диапазон входного напряжения, В	5-25,2	6-12,6	9-58
Диапазон выходного напряжения	4,8-9	5В, 6В	5.3В, 6В, 8.4В, 9.0В
Максимальный выходной ток, А	7	5	10А

Пиковый выходной ток, А	10	8	15
Вес, г	11	34	40
Ориентировочная цена, \$	24	24	98
Примечания.	Указанное устройство не рекомендуется использовать с аккумулятором 2S LiPo	-	-

Внимание!!! Во избежании «внезапной» разрядки бортовой батареи всегда используйте индикатор бортового питания специально предназначенный для LiPo батарей.

Следует отметить, что применение LiPo батарей при низких и отрицательных температурах воздуха не рекомендуется.

7.6.4 Двигатель внутреннего сгорания для модели 50-го класса.

В основном, двигатели применяемые на вертолетах 50-го класса, относятся к двигателям с калильным типом зажигания. Т.е. воспламенение топливной смеси в таком двигателе осуществляется с помощью специальной, калильной свечи. Для первоначального запуска такого двигателя необходимо подать напряжение накала на свечу, для того, чтобы привести ее в рабочее состояние. После запуска двигателя, нужная температура свечи поддерживается за счет сгорания топлива. Глушение двигателя осуществляется путем закрытия воздушной заслонки карбюратора. Начинающим пилотам рекомендуется приобретать проверенные и хорошо зарекомендовавшие себя двигатели. Как правило в названиях двигателей для моделей 50-го класса присутствует цифра 50. Например: O.S.Max .50 SX-H Hyper, YS 50ST. Мощность двигателей может быть от 1,8 лошадиных силы и выше. Монтажные размеры двигателей как правило отличаются не сильно, и проблем при установке на вертолет не возникает. «Кормить» вертолетные двигатели разумеется рекомендуется вертолетным топливом на основе метанола. В инструкции к двигателю, как правило, указано, какой состав топлива рекомендован производителем. Распространенные требования просты: топливо должно содержать не ниже 18% масла, и от 10% до 30% нитрометана. Чем выше процент нитрометана в топливе, тем выше будет мощность двигателя. Желательно, чтобы масло в топливе было синтетическим. По сравнению с традиционной касторкой, синтетика обладает более стабильными характеристиками, и почти не оставляет нагара на двигателе. Параметры наиболее распространенных в России двигателей сведены в таблицу ниже:

Производитель/ модель	O.S Engines / O.S.Max .50 SX-H Hyper	Thunder Tiger / RL-53H	Yamada / YS 50ST Heli
Диапазон оборотов	2000-20000	2000-21000	2000-20000
Максимальная мощность, л.с / при оборотах	1,9 / 17000	2.1/17000	-
Вес, г	405	380	400
Примерная цена, \$	160-170	170-190	230-250
Дополнительная	Отличный, хорошо	Сравнительно	Отличный, хорошо

информация	зарекомендовавший себя двигатель. Стабилен в работе, прост в настройке.	недавно анонсированная модель. После правильной настройки работает стабильно.	зарекомендовавший себя двигатель. У начинающих могут быть сложности в настройке.
------------	---	---	--

Внимание!!! Для облегчения процесса настройки двигателя, а также для контроля его температуры, рекомендуется установка бортового термометра.

7.6.5 Двигатель для модели 50-го класса. Практический опыт.

Автор: Андрей Посашков, aka Andrew Stick.

Оригинал материала расположен по адресу: <http://forum.rcdesign.ru/blogs/38996/blog6784.html>

Все ниже написанное - результат моего личного опыта, сложенного из подсказок на форуме и личной интуиции.

Сегодня мы рассмотрим очевидные вещи про ДВС для уже летающих пилотов, и в тоже время абсолютно непонятные для тех кто только начинает.

Рассмотрим на примере двигателя OSmax 50 SX-H Ring Hyper (т.к. у меня именно он)

Итак, вы решили собирать вертолет с ДВС: вам нравится рев мотора, шлейф дыма, запах выхлопа, возня с топливом и кручение игл карбюратора.

Но вы не знаете как подступиться к этому зверю, с чего начать, как правильно сделать и т.д. Попробуем открыть некоторые секреты.

Перво-наперво, следует понимать, что это по сути такой-же мотор, как и в вашем автомобиле, газонокосилке или мотокультиваторе.

Только маленький и более простой. Поэтому опыт ковыряния в данных девайсах крайне приветствуется.

Вопреки расхожему мнению "Не мешай машине ездить", я считаю что новый модельный мотор обязательно надо разобрать, осмотреть и промыть.

Во первых так мы сразу запоним последовательность разборки, узнаем что с каким усилием снимается и как что движется, чтобы в дальнейшем, когда нам по какой-либо причине понадобится «залезть» в двигатель мы сразу увидели причину этого залезания.

Во вторых надо удалить консервационное масло со всех деталей.

В третьих надо осмотреть все детали на предмет заводского брака. (хоть и крайне редко, но он все же случается)

В четвертых исключим "потение" двигателя маслом "со всех щелей".

Разборка:

Внимание!!! Все что здесь описано, вы делаете на свой страх и риск. Автор не несет ответственности, если вы что-либо испортите. Если вы не уверены в своих силах, то лучше не проводить полную разборку двигателя. Достаточно будет снять головку и крышку картера, и визуально проверить наличие металлической стружки в двигателе. При необходимости промыть все спиртом без полной разборки двигателя.

Открываем последнюю страницу мануала и тщательно изучаем строение двигателя
Снимаем карбюратор, следим за непотерянностью прокладок (их 2, резиновая и металлическая)

Снимаем клиновидный фиксатор карбюратора с винтиком

Выкручиваем свечу с медным кольцом

Откручиваем 4 болта задней крышки и снимаем крышку. Про себя отмечаем какой стороной

крышка стояла (вмятиной к цилиндру)

Аккуратно отделяем бумажную прокладку крышки

Откручиваем 6 болтов головки блока и снимаем головку

Аккуратно отделяем желтое кольцо прокладки между головкой и гильзой. Оно тонкое и можно принять за часть головки.

Поворачиваем коленвал в НМТ (поршень ушел в глубину гильзы)

Вынимаем гильзу

Внимание! Снимайте гильзу очень осторожно, чтобы не повредить кольцо на поршне. Если гильза «не идет», то не прилагайте лишних усилий. Кольцо очень хрупкое. Не поворачивайте гильзу при вытаскивании.

Стаскиваем шатун с коленвала (руками неудобно. можно круглогубцами если обмотать губки изолентой)

Аккуратно извлекаем шатун с поршнем, запоминаем какой стороной стоял поршень (на нем есть проточка)

Руками выдавливаем коленвал из подшипников.

Далее берем миску со спиртом (именно спиртом. Никаких растворителей и бензинов!!!) и тщательно промываем каждую деталь, даже винтики. Карбюратор промывать не надо.

Сборка:

В обратной последовательности. Но с некоторыми хитростями.

1) нам понадобится спецмасло. Например After-Run Oil. Если его нет, не беда. Наливаем в пробочку немного топлива и оставляем на балконе чтобы спирт испарился. Останется только масло.

2) Смазываем тонким слоем коленвал и вставляем на место до упора.

3) берем в руки поршень с шатуном и внимательно смотрим на компрессионное кольцо. В нем есть разрыв, а в канавке поршня есть пенек-фиксатор кольца. Надо их совместить и всегда следить чтоб кольцо не съехало.

4) аккуратно вставляем поршень (помним про сторону с проточкой) и одеваем шатун на коленвал.

5) поворачиваем коленвал в ВМТ (поршень вышел к торцу блока), снова проверяем совмещение кольца и стопора.

6) Смазываем тонким слоем масла гильзу со всех сторон, аккуратно вдавливаем. Как только кольцо сожмется гильзой - пойдет гораздо легче.

Внимание! Устанавливайте гильзу очень аккуратно. Не прилагайте больших усилий. Риск повредить кольцо, или вдавить его фиксатор в тело поршня очень велик. Следите за тем, чтобы разрыв кольца (фиксатор на поршне) не попал в окна гильзы.

7) На гильзе сверху есть треугольная высечка, а на блоке есть пенек-ключ. Соотв. их надо совместить. **Совместить высечку с ключом необходимо сразу, как только наживили гильзу и кольцо сжалось. Будьте осторожны, не повредите фиксатор гильзы. Не прилагайте больших усилий. Все должно собираться легко – от руки.**

8) Крутим коленвал руками, должно крутиться с небольшим усилием и с чавканьем.

Поздравляю! Это была самая сложная часть.

9) Снова обезжириваем верх гильзы ваткой со спиртом, кладем желтое кольцо в голову, ставим голову и прикручиваем болтами

(ВНИМАНИЕ! Болты не смазывать! Закручивать на сухую) Затягиваем как колеса на машине - звездой в несколько проходов.

Далее прикручиваем вентилятор со сцеплением используя блокиратор коленвала. Он вставляется через заднюю крышку.

Внимание! Не допускается блокировка двигателя через свечное отверстие, или любыми другими способами, кроме блокировки коленвала.

10) Ставим заднюю крышку с прокладкой (тут тоже все должно быть отмыто от масла) и прикручиваем болтами.

11) заворачиваем свечу.

Ура! Мы его собрали! При чем даже правильно и без лишних деталей)))

Ставим двигатель на тушку:

Вырезаем из тонкого паронита прокладку под глушитель.

Если у вас глушитель разборный как у меня, то не помешает его разобрать, промыть и собрать с использованием керамического герметика для выпускных систем автомобиля.

Именно керамического, т.к. силиконовые, даже высокотемпературные не держат наше масло.

Далее прикручиваем глушитель через паронитовую прокладку к двигателю. (ВАЖНО! все резьбы промыты спиртом, на первых 2-3 витка резьбы можно нанести фиксатор резьбы!)

Крепление глушителя к двигателю традиционно является слабым местом. Практически у каждого пилота, который летает уже не один год, глушитель откручивался в полете. Каждый борется с этим явлением по разному. Кто-то использует высокотемпературные фиксаторы резьбы, кто-то гроверные шайбы, кто-то ставит длинные болты, просверливает крепежные отверстия и ставить две законтренные гайки. Кто-то комбинирует все методы. Я вообще ничего из вышеперечисленного не использовал – просто обезжирил болты и закрутил на сухую - пока все работает без проблем. В общем, единого способа борьбы с этим явлением нет. Но фиксатор резьбы или гроверные шайбы – я думаю точно не помешают.

Почему в качестве прокладки под глушитель использую паронит: Я много чего пробовал из логичного - герметик, просто обезжиренные поверхности, фольга... но всегда после полета снизу висела капля масла. Поставил паронит на обезжиренные поверхности и все. Вообще, после полета двигатель должен быть абсолютно сухой снаружи. Если у вас где-то есть скопления масла - что-то не так в консерватории. Теперь про фиксаторы резьбы, глушитель нагревается значительно сильнее головы двигателя, и любой фиксатор постепенно выгорает ослабляя затяжку. Так могут получиться "вдруг" открутившиеся в полете глушители.

Результат-заглохший мотор (нет наддува из глушителя в бак, топливо не подается). Поэтому, когда делаете предполетный осмотр – обращайтесь особое внимание на крепление глушителя.

Правильное место для термодатчика:

Бортовой термометр вещь очень полезная, если не сказать необходимая. Он позволяет довольно точно настроить топливную смесь и не допустить перегрева.

Но надо чтобы он показывал более менее реальные цифры а не погоду на Марсе. Его датчик надо закрепить:

а) как можно дальше от глушителя (чтобы не было паразитного нагрева)

б) не под прямым потоком воздуха от вентилятора (чтобы не было паразитного охлаждения).

в) как можно ближе к камере сгорания двигателя.

Оптимальным можно считать нижнюю часть двигателя (сторона противоположная фену системы охлаждения), там, где головка соприкасается с картером двигателя. В некоторых случаях, допускается установка датчика температуры на первое от картера ребро головки двигателя. На двигателях с менее развитым ребрением радиатора охлаждения на головке (например YS 50), возможна установка датчика между ребрами, около свечи накаливания.

Обкатка:

В принципе, производители говорят что современным двигателям обкатка не нужна. На форуме люди советуют обкатывать до посинения.

Я считаю, правда где-то посередине :) Немного прикатать все-же надо, на богатой смеси.

Внимательно читаем мануал на двигатель, там написано в каком положении должны быть

иглы при первом запуске. Выставляем как написано!

В моем случае это было: винт малого газа - посередине, игла количества - 1.5 оборота. Заправляем, заводим. Если через 10 сек глохнет, просто добавляем чуть-чуть газа после запуска. Даем так потарахтеть пару минут. Потом очень медленно добавляем газа и раскручиваем ротор, плавно взлетаем и висим. Висим пока бак не кончится. 2й бак можно полетать блинчиком, не нагружая ротор. Температура должна быть ниже 80-90гр. Мотор прикатался.

Проверяем затяжку головы и задней крышки. По необходимости подтягиваем.

Настройка:

Теперь самое веселое. Первоначальные настройки. Внимание! Все что дальше, относится ТОЛЬКО к моему двигателю! У вашего мотора настройки могут отличаться.

Выходим в поле или на балкон. Снимаем хвостовые и основные лопасти, Ставим верт так, чтобы он ничего не задел и не порубил. Заводим и даем прогреться 30сек.

Делаем несколько плавных прогазовок чтобы поднять температуру. Холостые держит стабильно, ждем 10сек, пережимаем топливную трубку и смотрим на реакцию.

Если через 2-3сек обороты начали подниматься а потом он заглох - ничего делать не надо.

Если время больше 3сек - надо забеднить винт малого газа (повернуть направо) на 1-2градуса. Снова завести, погазовать, проверить. Если снова больше 3сек еще повернуть. И так пока не выведем. Если-же начинает набирать раньше 2сек то надо заобогатить (повернуть налево). Всегда крутите по чуть-чуть. Винт очень чувствительный.

С малым газом закончили. Можно настраивать основную иглу. Я ее настраиваю по температуре. Методика такая: Взлет. Висим 20-30сек, садимся - смотрим температуру. должна быть около 70-80гр., и не должна подниматься выше 90гр. Если выше 80 гр - богатить (основную иглу налево, 1 щелчок = примерно 8градусам), Если ниже - беднить.

Температуру проверять каждый выход на поле. Т.к. температура окружающего воздуха, влажность, давление напрямую влияют на рабочую температуру двигателя.

Взлетели, повисели, приземлились, проверили. По необходимости (1 щелчок туда-сюда) отрегулировали - и можно летать. При полетах отличных от висения, температура должна быть в пределах 110-120гр.

Удачных настроек!

7.6.6 Лопасти для модели 50-го класса.

Для установки на вертолет 50-го класса подойдут лопасти длиной от 600мм до 620мм. Как правило, производители моделей указывают в спецификации, какую максимальную длину лопастей можно установить на вертолет. Типовыми можно считать лопасти длиной 600мм. Если вы не знаете, какую длину лопастей можно установить на вашем вертолете, то покупайте лопасти длиной 600мм. Для моделей 50-го класса существуют лопасти как из дерева, так и стеклопластика и карбона. Карбоновые лопасти обычно имеют самые высокие допуски по оборотам. Обороты основного ротора для 50-го класса могут быть от 1800 до 2200 об/мин. Всегда следует помнить, что при использовании лопастей на оборотах выше допустимого, велика вероятность разрушения лопасти в полете, и получения травмы. А использование оборотов ниже допустимого сделает вертолет менее стабильным в полете, а нагрузка на двигатель будет не оптимальна.

Производитель несет ответственность за последствия, только если вы не превышаете заявленных характеристик указанных на упаковке. Даже если на упаковке ничего не написано, то не следует превышать обороты рекомендуемые для вертолетов 50-го класса.

Выбор лопастей на рынке для моделей 50-го класса достаточно велик. Чтобы не запутаться во всем этом многообразии нужно знать, какими характеристиками обладают лопасти, и как они влияют на полетные свойства вертолета.

Ниже приведены характеристики лопастей, с пояснениями, как тот или иной параметр влияет на полетные свойства вертолета.

Длина лопасти — обычно указывается в миллиметрах. Наиболее распространенные длины лопастей для 50-го класса: 600, 610, 620. Чем больше длина лопасти, тем больше тяга основного ротора, и тем более стабильным будет поведение вертолета. Для начала, можно приобрести лопасти длиной 600мм.

Толщина лопасти в месте крепления (толщина комля) — обычно указывается в миллиметрах. Ходовой размер: 12 мм. При покупке лопастей, уточняйте подойдут ли вам лопасти по толщине в месте крепления.

Диаметр крепежного болта — обычно указывается в миллиметрах. Ходовой диаметр 4мм.

Хорда лопасти — грубо говоря ширина лопасти. Чем больше ширина лопасти, тем выше тяга основного ротора, но также выше и нагрузка на мотор. Обычно производители выбирают компромисс. Хорда для 50-го класса обычно составляет от 52 до 60 мм.

Вес лопасти - указывается в граммах, следует обращать внимание, как указан вес. Некоторые производители указывают вес одной лопасти, некоторые указывают вес пары. Кто-то не указывает вес вообще. Чем тяжелее лопасти, тем более стабилен будет вертолет, но нагрузка на мотор будет выше. Средний вес одной лопасти для вертолета 50-го класса может быть от 120 до 135 грамм.

Материал из которого изготовлена лопасть. Лопастей обычно изготавливают из следующих материалов: стеклопластик, карбон, дерево. Деревянные лопасти имеют низкую цену, самые низкие разрешенные обороты — около 1900, и не очень стабильные характеристики. Такие параметры как вес лопасти, и ее геометрия могут изменяться в зависимости от температуры и влажности воздуха. Связано это с тем, что дерево впитывает влагу из окружающего воздуха. Стеклопластиковые лопасти по характеристикам стоят по середине между деревом и карбоном. Они тяжелее, чем карбон и дерево. Дешевле карбона, и прочнее дерева. Карбоновые лопасти как правило самые дорогие и имеют самые лучшие характеристики.

Максимальные обороты на которые рассчитаны лопасти. Минимальные разрешенные обороты (1800-1900) имеют деревянные лопасти. Стеклопластиковые и карбоновые можно раскрутить до 2200, а иногда, на свой страх и риск, даже выше. Чем выше обороты основного ротора, тем «острее» вертолет реагирует на команды пилота.

Для каких полетов предназначены лопасти. Иногда производители указывают для каких полетов предназначены лопасти. Встречаются следующие обозначения: FAI/F3C, 3D. Лопастей предназначенные для полетов комплекса FAI/F3C, как правило оптимизированы для точных и не быстрых полетов. Лопастей предназначенные для 3D, оптимизированы для резких ускорений, остановок, и переворотов вертолета. Для начинающих можно порекомендовать использовать лопасти для FAI/F3C, они сделают вертолет немного стабильней в полете, что может быть более предпочтительней, чем лопасти оптимизированные для 3D.

Балансировка лопастей. Именитые бренды, как правило, предлагают предварительно отбалансированные лопасти. Обычно на упаковке пишется «pre balanced». Такие лопасти не требуют предварительной балансировки. Их можно сразу устанавливать на вертолет. Впрочем, многие пилоты, все-же проверяют балансировку лопастей - на всякий случай. Если вы используете деревянные лопасти, то обязательно проверяйте балансировку лопастей. Для деревянных лопастей балансировку рекомендуется проверять периодически.

Производитель. Как обычно на рынке присутствуют и именитые производители, и левши из поднебесной. Лучше отдавать предпочтение проверенным брендам. Хотя за это придется немного переплатить.

Для начинающих пилотов вполне подойдут стеклопластиковые лопасти. Данная рекомендация обусловлена тем, что стеклопластиковые лопасти можно считать компромиссным вариантом по соотношению цена / качество между деревянными и карбоновыми лопастями. Если стоит цель сильно экономить бюджет — ищите деревянные лопасти. Но помните, что не следует превышать разрешенные обороты.

Ниже таблица с краткими характеристиками производителей лопастей, и ориентировочные цены на лопасти длиной 600мм:

Фирма производитель	Общая характеристика	Примерная цена карбоновых лопастей	Примерная цена стеклопластиковых лопастей
Century Rotor Tech	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	100\$	Не производятся
МАН	Неплохие лопасти средней цены и качества	74\$	Не производятся
Gohbee	Лопастей средней цены и качества	75\$	Не производятся
MS Composit	Неплохие лопасти средней цены и качества	80\$	70\$
No name	Качество не гарантировано, используете на свой страх и риск.	55\$	40\$
Curtis Youngblood	Очень качественные карбоновые лопасти по негуманной цене	95\$	Не производятся

Поскольку хвостовые лопасти, обычно поставляются в наборе вертолета, и как показала практика, устраивают многих пилотов, то заострять внимание на особенностях хвостовых лопастей мы не будем.

7.6.7 Стартовое оборудование для ДВС моделей 50-го класса.

Как уже отмечалось выше, подготовка к старту модели с ДВС несколько сложнее, и требует дополнительного оборудования, так называемого «Стартового оборудования». В данный тип оборудования входит следующее:

Устройство накала свечи (накал, иногда называют подкал);

Топливная помпа;

Стартер с удлинительным валом;

Рассмотрим каждый из пунктов подробней.

Устройство накала свечи.

Устройство накала свечи (далее накал) служит для подачи накала на свечу двигателя перед

его запуском. В дальнейшем, накал свечи поддерживается за счет сгорания топливной смеси в двигателе. Устройства для накала бывают разных типов. Обычно, это цанговый зажим и батарея объединенные в одном корпусе. Обычно продается в комплекте с простым зарядным устройством от бытовой сети 220В. Заряда аккумулятора в зависимости от интенсивности полетов может хватить и на весь полетный день, а может потребоваться и подзарядка в поле. Также накал может быть в виде импульсного преобразователя на вход которого подается напряжение 12В, а на выходе будет напряжение около 1.2 — 2 Вольта требуемое для накала свечи. Такие устройства, как правило имеют регулировку тока подаваемого на свечу. Бывают так называемые устройства 2 in 1 (два в одном) — такие устройства устанавливается непосредственно на модель, и выполняют две функции: служат для питания бортовой электроники, и имеют в своем составе устройство для подачи накала на свечу. Принцип работы такого устройства прост. Вы включаете общий выключатель питания, подавая питание на бортовую электронику. Если вам требуется подать накал на свечу, нажимаете специальный переключатель, и накал на свечу подается в течение определенного промежутка времени — обычно от 15 до 30 сек. Также, выход для накала свечи может быть и в стартовой панели. Что такое стартовая панель расскажем немного ниже.

Топливная помпа.

Топливная помпа служит для заправки вертолета топливом, и при необходимости откачки топлива из бака. Может быть как ручная, так и электрическая, с помощью специальной арматуры может крепиться непосредственно на канистру с топливом. Обычно помпа это насос шестеренчатого типа. Таким насосам, чтобы начать перекачивать жидкость, не требуется предварительная ее заливка, так как шестеренки вращаясь создают вакуум необходимый для подсоса жидкости. При желании, помпу можно изготовить самостоятельно. Для этого отлично подходит шестеренчатый насос омывателя, старого образца, от автомобиля типа ВАЗ 2108. Следует обратить внимание, что насос требуется именно старого образца, который устанавливается не в бачок омывателя а отдельно. Насосы нового типа являются центробежными, и нам не подходят. Практика использования «колхозной» помпы, показала, что такое решение намного лучше, чем дешевая китайская помпа.

Стартер с удлинительным валом.

Стартер служит для запуска двигателя вертолета. Представляет собой электромотор работающий от постоянного постоянного тока. Стартер может быть с редуктором или без. Питание стартера как правило осуществляется от аккумулятора 12В, например от аккумулятора автомобиля. При выборе стартера, следует ориентироваться на способность стартера прокрутить двигатель 50-го класса. Практика показала, что не всякий стартер может провернуть двигатель 50-го класса.

Поскольку доступ к двигателю на вертолете весьма ограничен, то и запустить его вручную или просто стартером не получится. Нужен специальный удлинительный вал. Вал представляет из себя штырь из закаленного металла, на одном конце которого установлен адаптер для крепления в стартер, а другой конец штыря обработан под шестигранник. В связи с тем, что не все модели вертолетов имеют узел запуска двигателя с обгонной муфтой, удлинительные валы производятся 2-х типов: со встроенной обгонной муфтой и без нее. Соответственно, если на вашем вертолете узел запуска выполнен без обгонной муфты, то вам потребуется удлинительный вал с обгонной муфтой, и наоборот. Вал с обгонной муфтой также подойдет для вертолета, где узел запуска уже имеет в своем составе обгонную муфту (обгонку). Вал без обгонки не подойдет для вертолета, у которого в узле запуска нет обгонки. Если ваш вертолет имеет обгонную муфту в узле запуска, то можно для пуска двигателя использовать мощный бытовой шуруповерт. Такая практика достаточно распространена и в России и за рубежом — и двигатель запустить и шурупы повертеть. :)

Полетный ящик и стартовая панель.

В принципе, всех вышеперечисленных компонентов достаточно для полетов, но иногда в поле возникает необходимость поменять свечу накаливания, зарядить накал и прочий мелкий «колхоз», для которого требуются различные инструменты и приспособления. Носить их с собой в пакетике не всегда удобно. Для этого и придумали полетный ящик. Если вы обладаете должными навыками, то можете изготовить ящик самостоятельно, продумав удобную вам конструкцию. Можно просто приобрести типовой ящик для инструментов, коих в продаже сейчас на любой вкус. Обустройство полетного ящика это личное дело каждого пилота. Каких-либо единых рекомендаций на этот счет нет. Единственное, что можно посоветовать, это иметь в ящике минимальный набор инструментов, и всяких всякостей:

ключ для свечи накаливая;
плоскогубцы;
кусачки;
нейлоновые стяжки;
суперклей;
запасную свечу;
ножницы;
любую другую полезную вещь по вашему желанию.

На стартовый ящик, если имеется место, можно установить стартовую панель. Как правило, стартовая панель имеет в своем составе:

выход для накала свечи, с регулятором и амперметром-показометром;
выход для подключения электрической помпы с переключателем (заполнение бака/ откачка топлива);
выход для зарядки аккумулятора накала;
выход для подключения стартера.

Питание стартовой панели осуществляется от отдельного 12-ти вольтового аккумулятора. В качестве аккумулятора подойдет 12-ти вольтовый герметизированный аккумулятор емкостью 4-7 А/ч. Похожие аккумуляторы применяются в бесперебойных источниках питания для домашних компьютеров. Одной зарядки аккумулятора может хватить на 2-3 полетных дня. Стартовый ящик позволяет отказаться от отдельного устройства накала свечи, а с помощью встроенных переключателей, удобно управлять всеми другими устройствами.

7.6.8 Моя модель 50-го класса. Практический опыт.

Автор: Андрей Посашков, aka Andrew Stick.

Оригинал материала расположен по адресу:
<http://forum.rcdesign.ru/f58/thread88481-3.html#post1295682>

Собираем первый вертолет с ДВС.

Сразу скажу, вертолет это примерно как компьютер или например домашний кинотеатр. Т.е. следует сразу отказаться от покупки "все-сразу-в-одной-коробке" по причине того, что туда кладут комплектующие с весьма посредственными характеристиками. Поэтому покупаем "все по отдельности", тщательно и вдумчиво выбирая все позиции. Благодаря такому подходу мы получим не просто летающий утюг, а машину которая будет радовать нас на протяжении длительного времени своей предсказуемостью, безотказностью и четкостью управления.

Далее привожу свою реально летающую конфигурацию:

- 1) Передатчик Futaba 9CP с модулем на 2.4GHz и приемником Futaba R608FSB 2.4GHz - 600\$
- 2) Кит вертолета HIROBO Scedu EVO50 SWM - 395\$

- 3) Двигатель OSmax 50 SX-H Ring Hyper - 240\$
 - 4) Сервы автомата перекося Futaba S9255 - 100*3=300\$
 - 5) К-кт гироскоп Futaba GY-401+серва на хвост S9254 - 250\$
 - 6) Серва на газ Futaba S9254 - 120\$
 - 7) Расходный бачок RCT - 6\$
 - 8) Топливная трубка 0.6m (красная) DUBRO - 2\$
 - 9) оплетка для проводов "змеиная шкура" 1м - 3\$
 - 10) оплетка для проводов витая - 3\$
 - 11) Топливный кран 3х позиционный - 15\$
 - 12) Бортовой автоподкал свечи - 25\$
 - 13) Стяжка "репейник" - 2\$
 - 14) Фильтр топливный - 3\$
 - 15) Термометр бортовой с памятью TRAXXAS - 25\$
 - 16) Борт.аккумуляторная сборка (самопай из NiCd банок GP200SCK 2000mA/h) - 26\$
- Итого: 2015\$

Почему кит - потому что собирая всю механику с нуля мы начинаем понимать как оно устроено, что куда движется и что на что влияет. Плюс, в кит кладут стеклопластиковые лопасти и неплохой глушитель.

Но для того чтобы это все собрать и настроить, нам понадобится спец-инструмент:

- 1) Набор вертолетного инструмента в кейсе - 56\$
 - 2) Балансир лопастей Heli-Max - 30\$
 - 3) Приспособление накручивания тяг - 16\$
 - 4) Ключ свечной - 10\$
 - 5) Блокиратор коленвала (71530300) - 15\$
 - 6) Угломер большой ThunderTiger - 28\$
 - 7) Оптический тахометр HP2710 - 40\$
 - 8) Ключ универсальный (крест) - 8\$
- Итого: 203\$

Итак, мы все правильно собрали и даже настроили. Пора идти на поле и взлетать!!! Но не тут-то было. Для того что-бы взлететь, вертолет надо сначала накормить и завести. В этом нам помогут:

- 1) Зарядник NiCd аккумуляторов Prolux, с отсечкой по DeltaPeak - 140\$
 - 2) Заправочная станция на канистру с мех. помпой, DuBro - 47\$
 - 3) Стартерный вал с обгонной муфтой - 51\$
 - 4) Электростартер (например шуруповерт Hitachi) - 180\$
 - 5) Топливо вертолетное 1галлон - 47\$
- Итого: 465\$

В заключение, дорогой читатель, хочу сказать что не стоит стремиться купить все, сразу и в одном месте. Покупайте постепенно,

Сначала аппаратуру и симулятор - уже начнете тренироваться. Потом всю электронику, двигатель, инструмент, стартовое оборудование.

А вертолет в самом конце, чтобы сразу начать собирать и не ждать. Удачных вам покупок. До встречи на поле.

7.6.9 Необходимое дополнительное оборудование. Практический опыт.

Автор: Андрей Посашков, aka Andrew Stick.

Оригинал материала расположен по адресу: <http://forum.rcdesign.ru/blogs/38996/blog6794.html>

Сегодня поговорим о том, без чего нельзя и без чего можно обойтись на поле. Опять-же исходя из личного опыта.

Итак, мы собрали и настроили ДВС вертолет. Пора идти на поле. Нам для этого понадобятся:

- 1) полетный чемодан
- 2) топливо
- 3) заправочная помпа
- 4) свечной подкал
- 5) электростартер
- 6) стартовый штырь

Полетный чемодан:

Вещь архи нужная, т.к. мы не осьминоги и имеем всего 2 руки. В которых надо за один раз унести все необходимое помимо самого вертолета.

Может быть разных форм и размеров, сделан из разных материалов. Главные критерии: Большая вместительность (должен вместить все, что вы берете с собой), минимальный вес (мы и так в нем тащим много тяжелого добра), удобная ручка и/или наплечный ремень, много отделений (что бы все не валялось в одной куче), минимальная защита от пыли/дождя. Я для себя выбрал большую сумку от военного ноутбука. Просто потому что она у меня лежала без дела, подходила по размерам, качественно сделана и была удобной в переноске.

Состав чемодана:

Обязательное - пульт управления, электростартер, стартерный штырь, канистра с топливом (пристегивается снаружи наплечным ремнем), топливная помпа, аккумуляторы для борта и передатчика, тряпки для протирки (ДВС все же)

Не обязательное - набор верт.инструмента, свечной ключ, коробочка с куском топливной трубки, запасной свечкой, топл. фильтром, зажимами, винтиками-гаечками, электроразъемами (для мелкого ремонта на поле), шейный ремень для передатчика, инструкции на пульт и механику вертолета.

Совсем не обязательное - зарядное устройство и провода для подключения к бортовой сети автомобиля (для хелиманьяков, которые летают больше 6 баков за один выезд)

Топливо:

Ну, тут я думаю все понятно. Просто берем канистру с топливом, которую купили в магазине.

Заправочная помпа:

Я купил целую заправочную станцию с механической помпой.

Преимущества: наворачивается прямо на канистру, не надо держать помпу в руках, не нужен еще один аккумулятор (тяжелый кстати) для электропомпы, меньше вероятность случайного разлива топлива.

Недостатки: не одевается на пилотажевскую канистру (там ручка мешается) соотв. надо переливать в канистру от незамерзайки, у наших канистр резьба другая - надо колхозить переходник из нашей крышки.

Свечной подкал:

Для первоначального запуска двигателя необходимо разогреть спираль свечи, которая воспламенит топливо в цилиндре. В дальнейшем, сгорающее топливо будет само греть спираль и необходимость в электронагреве пропадает. Собственно это и есть калильное зажигание. Так вот, можно использовать внешний подкал (баночка с аккумулятором и цанговым зажимом), а можно немного упростить себе жизнь и поставить бортовой подкал. Это небольшого размера коробочка, из которой растет несколько проводов: Силовые на свечу и "массу" двигателя, вход питания от бортового АКБ, командно-контрольные - заканчиваются светодиодом "вкл" и кнопкой пуска. Работает просто и со вкусом. После

нажатия на кнопку, на свечу подается напряжение 1.5В и током до 5А (исправная свеча потребляет 2.5А) на 20сек. Этого достаточно чтобы успеть завести двигатель. Дальше он работает сам, без электричества вообще.

Преимущества: всегда с собой (в смысле на борту) и не потеряется, всегда заряжен, удобен в эксплуатации, не надо заряжать "лишний" аккумулятор.

Недостатки: отъедает некоторую часть емкости бортового АКБ, добавляет немного веса.

Электростартер:

Можно купить специальный модельный + кислотный АКБ к нему (что повлечет расширение парка зарядников в доме), а можно поступить хитрее. Использовать то что есть в наличии.

Т.е. шуруповерт. О нем и поговорим.

Со всей ответственностью заявляю что мощности, крутящего момента и скорости бытового двухскоростного (это обязательно) шуруповерта достаточно для безпроблемного запуска 50го двигателя!

Преимущества: товар двойного назначения (и дырку просверлить и двигатель запустить), легкость и компактность, интеллектуальный зарядник со сменным АКБ в комплекте, возможность установить усилие отсечки (чтоб не провернуло залитый мотор).

Недостатки: т.к. наши моторы заводятся в сторону "откручивание", через несколько запусков самоослабляется затяжка патрона, необходимость изготовления переходника с патрона на стартовый штырь (при наличии инструментов и минимального слесарного навыка - полчаса работы)

Стартовый штырь:

Лучше всего придушить жабу, и взять модель с обгонным подшипником. Тем самым мы продлим жизнь редуктору электростартера и стартовому наконечнику двигателя. После запуска, двигатель работает на оборотах выше чем стартер, а обгонка их механически разъединяет.

Преимущества: защищает редуктор стартера от повреждения, а двигатель от торможения выключенным стартером.

Недостатки: пока не выявлено.

Bonus:

Рецепт изготовления переходника: берем не каленый 8мм штырь (например китайское победитовое сверло), отрезаем 5-6см кусок, вставляем в отверстие обгонки, отмечаем сквозь отверстие фиксирующего винтика, вынимаем, зажимаем в тиски, сверлим сквозное отверстие по отметке, нарезаем внутри резьбу, с другой стороны отрезок стачиваем болгаркой под треугольник (для губок патрона), вставляем в обгонку, заворачиваем фиксирующий винтик. Все.

Удачных вам стартов!

7.6.10 Заметки о топливе.

Автор: Олег Муринский aka aarc

Одно из преимуществ ДВС перед электро-вертолетами, которое чаще других звучит на форумах, - постоянство мощности двигателя от взлета и до последних капель топлива в баке. Казалось бы - идеальный источник энергии, но топливо, как и все в технике, состоит из нюансов и компромиссов. Каких? Сейчас попробуем разобрать.

Состав топлива:

Метиловый спирт, как основное горючее. Масло - очевидно, для смазки, и менее очевидно, для охлаждения. Нитрометан, суть тоже горючее, но требует меньше кислорода для процесса

горения, что позволяет получить от двигателя еще чуть больше мощности. Различные присадки для понижения трения, для замедления коррозии двигателя и иногда краситель для легкого определения уровня топлива в баке.

Внимание! Метиловый спирт - это опасный яд. Употребление внутрь ведет к параличу зрительного нерва и пожизненной слепоте, а иногда приводит к смерти, поэтому храните и используйте топливо правильно! На канистрах пишут: «в случае употребления внутрь не пытайтесь вызвать рвоту, срочно обратитесь к врачу». Время отравления длится от 10 до 30 часов, в течение которых все еще можно поправить.

- а) храните топливо вдалеке от продуктов питания;
- б) храните топливо в емкостях с однозначной маркировкой (не стоит переливать топливо в бутылки из под минеральной воды, особенно летом, когда хочется пить);
- в) держите ваших близких (особенно детей), друзей и знакомых вдали от мест хранения топлива, и лучше сразу объяснить, для чего нужна эта жидкость веселенького цвета;
- г) не храните топливо в машине, летом на солнце, это может привести к самовоспламенению;
- д) плотно закрывайте канистру сразу после каждой заправки, так как метиловый спирт очень гигроскопичен, а вода, как известно, не горит и провоцирует ржавчину;
- е) запечатанная канистра с топливом может спокойно храниться несколько лет, поэтому не бойтесь покупать топливо впрок, если есть где его держать;
- ж) При хранении старайтесь оберегать канистры от больших перепадов температуры.

Вернемся к топливу.

Метиловый спирт. Является в топливе основным горючим, занимая от 50% до 80% объема и более. Он обладает высокой калорийностью и легкой воспламеняемостью, метил в первую очередь обеспечивает процесс горения в калильном двигателе.

Нитрометан: Плохо воспламеняется и обладает меньшей калорийностью, чем метил, но из-за наличия в химическом составе дополнительного кислорода, для горения требует примерно на 50% меньше воздуха, что позволяет сжечь больше топлива за один такт и, как результат, получить больше мощности. Промышленное топливо может содержать 0-5-10-15-20-30 процентов нитрометана. Вертолетные двигатели могут работать совсем без нитрометана, но добавление каждых 5% заметно сказывается на доступной мощности. Для обкатки и начала обучения, когда полеты спокойные и без нагрузок, вполне можно обойтись топливом с содержанием нитрометана 10%-15%. На этапе обучения реализовать потенциал 30%-ого топлива не так то просто, а горит оно даже быстрее, поскольку требует более богатой смеси. Используя топливо с низким содержанием нитрометана, вы научитесь аккуратнее расходовать доступную мощность и сэкономите заметную сумму денег. Попробуйте топливо с содержанием нитрометана ниже 10%, возможно для вас оно будет хорошо работать, а по мере роста нагрузок можно попробовать и более калорийное топливо.

Масло:

Используется два типа масла: синтетическое и касторовое. Топливо исключительно с касторкой сейчас практически не найти. Чаще попадаете топливо с синтетическим маслом, либо со смесью синтетики и касторки. Топливо с содержанием касторового масла лучше сопротивляется перегреву, но оставляет отложения в двигателе и карбюраторе и сильнее пачкает модель. Пожалуй, сегодня разумнее и проще использовать топливо только с синтетическим маслом. Масло жизненно необходимо для работы двигателя, и масла должно быть много, от 18% до 20-22%. Двигатель вертолета работает в стесненных условиях, при которых обдув осуществляется только за счет фена, и высокий процент масла кроме смазки движущихся деталей двигателя, способствует охлаждению.

Выбирайте топливо с процентом масла не ниже 18%. Желательно, что бы оно было обозначено как вертолетное. Из опробованных смесей попадались:
10% нитро 18% масла – подходит для висения, полетов в горизонте и базовой аэробатики.
15% нитро 18% масла – Немного более мощное. Можно выполнять спокойные силовые маневры и аэробатику.
20% нитро 20% масла – топливо для повседневного использования.
20% нитро 22% масла – топливо для повседневного использования.
30% нитро 22% масла – высокопроизводительная смесь для экстремальных полетов и соревнований в стиле 3DX.

И еще один нюанс про масло:

Убирая из топлива 1% масла, получаем на 1% больше горючего, поэтому переход с топлива 20%/22% на 15%/18% практически не сказывается на доступной мощности, а цена ниже.

Про самомес: зная необходимые пропорции и имея доступ к ингредиентам топлива, можно заняться самостоятельным замесом топлива. Разумеется, для этого нужно место, время, соблюдение техники безопасности и, главное, желание. Очевидцы утверждают, что так можно еще и немного сэкономить... Дело вкуса.

7.7 Зарядные устройства в вертолетном моделизме.

Если вы внимательно прочитали предыдущие главы, то наверняка обратили внимание, что в вертолетной практике используется достаточно большое количество аккумуляторов разных типов. Для того чтобы зарядить все это многообразие требуется хорошее универсальное зарядное устройство — в обиходе зарядник. Перед выбором и покупкой зарядника, следует определиться, что и как нам необходимо заряжать, и конечно-же необходимо немного подумать о будущем. Если в вашем парке имеется вертолет с ДВС, и появление в парке электровертолета не планируется, то можно приобрести недорогое зарядное устройство поддерживающее следующие типы аккумуляторов: NiCd (никель-кадмиевые), NiMh (никель-металл-гидридные), Pb (свинцово-кислотные). Но это все, при условии, если вы не собираетесь использовать LiPo (литий-полимерные) батареи, например, для питания борта, или питания передатчика. Если такие планы есть, то добавьте в список еще как минимум поддержку 3-х баночных LiPo батарей. И вот уже на горизонте у нас вырисовывается «простое» зарядное устройство, которое должно поддерживать как минимум NiCd, NiMh аккумуляторы для питания борта, Pb аккумуляторы для стартера, и LiPo аккумуляторы, например, для питания передатчика. Такие зарядные устройства существуют в природе, и их цена может составлять от 70\$ до 170\$. Для своей работы такие зарядные устройства требуют источник питания 12В, и рабочим током не менее 7-10А. Также, существуют зарядные устройства со смешанным питанием. Такие зарядники могут работать, как от 12 вольтового источника питания, так и от бытовой сети ~220В. Если нет желания приобретать отдельный источник питания 12В, то следует обращать внимание именно на такие устройства. Характеристики зарядных устройств, подходящих для использования с вертолетом с ДВС, а также частично для использования с вертолетами 450-го класса сведены в таблицу ниже.

Производитель, модель	Bantam, E-Station BC6	Thunder Power, TP-610C	Multiplex, LN-5014	HYPERION, EOS0606I
--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------	--------------------

Максимальная выходная мощность, Вт	50	80	85	50
Входное напряжение, В	11-18В постоянное напряжение, 100-240В переменное напряжение	11-16В	11-15	11-15В постоянное напряжение, 100-240В переменное напряжение
Типы поддерживаемых батарей	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb)	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123
Максимальное кол-во банок LiPo	6	6	5	6
Максимальное кол-во банок NiMh	15	14	14	14
Максимальное кол-во банок NiCd	15	14	14	14
Максимальное кол-во банок Pb	10	6	6	6
Максимальное кол-во банок A123	6	6	-	6
Ток заряда, А	0,1-5	0,25-10	0,3-5	0,1-6
Ток разряда, А	0,1-1, ограничение в 5Вт.	0,05-1, ограничение в 7Вт	0,01-1	0,1-1
Наличие встроенного балансира для LiPo, A123	Да	Да	Нет	Да
Подключение к компьютеру	Да, USB	-	нет	нет
Дополнительная информация	Обновление программного обеспечения через USB	Обновление программного обеспечения через USB	Требуется приобрести отдельный LiPo балансир	Обновление программного обеспечения через фирменный кабель
Примерная цена, \$	140	125	85	129

Разумеется, что многообразие зарядников не заканчивается теми, что приведены в таблице. На что ориентироваться при покупке, когда производитель приводит более 10 параметров, а реклама так нахваливает товар? На мой взгляд, есть ряд ключевых параметров, на которые

стоит обращать внимание. К этим параметрам относятся: типы поддерживаемых батарей, максимальная мощность заряда, количество банок аккумуляторов нужного нам типа, наличие встроенного балансера для LiPo, цена устройства. Как видно, параметров не так уж и много. Давайте остановимся на них подробнее:

типы поддерживаемых батарей — с этим параметром как бы все ясно. Зарядник должен поддерживать те типы батарей, которые вы планируете заряжать.

максимальная мощность заряда — это один из самых главных параметров зарядного устройства. Чем выше максимальная мощность заряда, тем большей емкости и большего количества банок батареи можно заряжать. Но цена зарядника будет тоже выше.

Как известно, для заряда батареи, при заряде требуется поддерживать определенное напряжение, и определенный ток заряда. А далее помножив ток на напряжение мы можем получить требуемую мощность заряда. Поясню это на примере заряда литий-полимерной батареи 3S 2500мА/ч — такие батареи довольно часто используются для питания передатчика. Как известно, LiPo батареи нужно заряжать током 1С (где С(ЦЕ) — емкость аккумулятора), в течение одного часа. Посчитаем необходимую для заряда мощность: $3S = 11,1В * 2,5А = 27,75Вт$. Таким образом, если зарядник отдает, например, 50Вт, то заряжая нашу батарею мы нагрузим его на 50%. Допустим, нам, на нашем заряднике, потребуется зарядить батарею 6S, 3500мА/ч. Что произойдет в этом случае? Требуемое для заряда напряжение 22,2В, требуемый для заряда ток 3,5А. Отсюда получается, что необходимая для заряда мощность 77,5Вт — как видно, мы существенно превышаем ограничение в 50Вт. Как правило, во всех зарядных устройствах имеется программная защита, и установить ток и напряжение, превышающее в комбинации допустимую мощность, не получится. В нашем случае придется снижать именно ток заряда, так как понизить напряжение мы не имеем права. Для нашего случая максимальный ток заряда составит: 50Вт поделим на 22,2В и получим 2,25А. Снижение тока заряда LiPo батарей не ведет ни к каким страшным последствиям. Снижая ток заряда, мы пропорционально увеличиваем время заряда. Заряжая нашу батарею пониженным током нам потребуется на зарядку не 60 минут, а уже 90. Как говорится: «Делайте выводы господа!».

количество банок аккумуляторов нужного нам типа — параметр достаточно прост для понимания. Например, если в спецификации указано, что зарядник поддерживает не более 4-х банок LiPo аккумуляторов, а ваши задачи требуют зарядки 6-ти баночных аккумуляторов, то зарядник вам не подходит. Также, считаю нужным, привести здесь, номинальные напряжения одной банки аккумуляторов разных типов:

NiMh, NiCd — 1,2В

LiPo — 3,7В

A123 (LiFe) — 3,3В

Pb (Lead) — 2В

Напряжение батареи получается умножением номинального напряжения банки на количество их в аккумуляторе. Пример: 3S LiPo — 3 банки Литий полимерных аккумуляторов — 3,7 умножим на 3 получим 11,1В.

наличие встроенного балансера для LiPo — как видно из таблицы, зарядники бывают со встроенным балансиром и без. Наличие встроенного балансера избавляет вас от приобретения отдельного балансера :), и снижает риск неправильного подключения и выведения зарядника из строя. Также, считаю нужным напомнить, что зарядка LiPo батарей без балансера недопустима.

цена устройства — как обычно, зависит от производителя, и от функций реализованных в заряднике. Ну и разумеется, субъективная цена сильно зависит от жадности покупателя. :)

Как видно, обладая вертолетом с ДВС, зарядник из категории «супер-пупер» не нужен. Достаточно будет простого и не дорогого устройства. Но если вы решили связать свою жизнь с электровертолетами, то все будет немного сложнее, и существенно дороже. Однако критерии выбора остаются теми же самыми. В таблице ниже приведены зарядные устройства подходящие для использования с вертолетом 550-го класса и ниже, а возможности некоторых из приведенных зарядных устройств, вам, возможно, не удастся исчерпать никогда. :)

Производитель, модель	Hyperion, 1210i	Hyperion, EOS0615I DUO III	Bantam, E-Station BC8DX	Thunder Power, TP-1010C
Максимальная выходная мощность, Вт	180	2 канала по 180 Вт, суммарно 360Вт.	2 канала по 160Вт суммарно 320.	220
Входное напряжение, В	10,5-15	11-28	11-18	11-15
Типы поддерживаемых батарей	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123	NiCD, NiMH, LiPo, Lead (Pb), A123
Максимальное кол-во банок LiPo	12	6 на канал, суммарно 12	8 на канал	10
Максимальное кол-во банок NiMH	30	16 на канал	22 на канал	30
Максимальное кол-во банок NiCd	30	16 на канал	22 на канал	30
Максимальное кол-во банок Pb	6	12	14	12
Максимальное кол-во банок A123	12	6 на канал, суммарно 12	8 на канал	10
Ток заряда, А	0,1-10	0,1-15 на канал.	0,1-9	0,25-10
Ток разряда, А	0,1-5	0,1-10, ограничение в 50Вт	0,1-5, ограничение в 25Вт.	0,01-1
Наличие встроенного балансира для LiPo, A123	нет	Да, 2 Шт.	Да, 2 Шт.	нет
Подключение к компьютеру	нет	Да, USB	Да, USB	-
Дополнительная информация	Требуется покупка отдельного балансира LBA10 net, при	При определенном умении можно заряжать LiPo аккумуляторы до 12S в одной	При определенном умении можно заряжать LiPo аккумуляторы до 16S в одной	Возможно обновление прошивки через фирменный кабель.

	заряде более 6 банок лития рекомендуется покупка 2-х LBA10 net	сборке.	сборке.	Необходимо приобретать отдельный балансир. Например TP-210V.
Примерная цена, \$	135	290	360	198

Для чего нужны столь крутые и дорогие зарядники? За что мы платим? Ответ прост — мы платим за время, мощность, и удобство. Заряжать батареи 6S 5000 мА/ч — весьма энергоемкое занятие. Зарядники из первых 3-х столбцов таблицы смогут одновременно зарядить два аккумулятора 6S 5000 мА/ч за час. Или 4 аккумулятора для вертолета 450-го класса за 1 час. Вот оно счастье электролетчика. Одна проблема, в случае с зарядкой 4-х аккумуляторов для 450-го класса — нужно знать как это все соединить. Краткий экскурс в теорию электрических цепей не входит в данное пособие, ответ на этот вопрос, я предлагаю вам найти самостоятельно. Главное, будьте осторожны, и ничего не спалите. :)
 Весь смысл «крутых» зарядок в том, чтобы можно было зарядить максимальное количество аккумуляторов за минимальное время. Представьте себе, ваш вертолет 550-го класса и 6 аккумуляторов 6S 5000 мА/ч к нему. В случае простенькой зарядки вам потребуется 6 часов после полетного дня, только на зарядку аккумуляторов, впереди следующий полетный день, и нужно еще как минимум поспать. :) Хорошие зарядники, могут сократить время в 2 раза, а если их два, то и в 4 раза.

Также, следует не забывать про мощный источник питания для таких зарядных устройств. Он должен обеспечивать на выходе напряжение минимум 12В и выходной ток 20-40А. Требуемый выходной ток зависит от того, батареи какой емкости и с каким количеством банок вы будете заряжать. В качестве 12 вольтового источника питания, после переделки, прекрасно подходит блок питания от компьютера мощностью от 400Вт и выше. Если дружите с паяльником, то переделка не займет много времени. При покупке источника от компьютера следует обращать внимание на ток по шине 12В. Обычно он не превышает 20А, но шина может быть не одна, а 2-3 и более. Обычно внутри источника они включены параллельно. Если переделка компьютерного источника питания вселяет в вас ужас :), то ищите мощные источники питания либо в ближайших модельных магазинах, либо в автомагазинах. Отдельно, хотелось бы остановиться на балансирах. Для своего удобства, если приобретаете внешний балансир, старайтесь покупать балансир того-же производителя, что и зарядное устройство. Как правило, существует возможность соединения балансира и зарядника кабелем, что добавляет ряд полезных функций: контроль за напряжением на банках аккумулятора, некоторые зарядники могут управлять балансиром, а балансир зарядником. Например, если какая-то из банок аккумулятора зарядится выше допустимого напряжения 4,25В, балансир даст команду заряднику прекратить заряд. А зарядник в свою очередь обратит на себя ваше внимание тревожным бипаньем.
 Разумеется, что многообразие зарядных устройств, их функции, способы применения, не ограничиваются описанными в данной главе. Всегда внимательно изучайте инструкцию перед тем как воспользоваться зарядным устройством. Здесь-же, мы постарались привести сравнительно недорогие и относительно распространенные устройства. Топовые зарядные устройства могут иметь цену от 700\$ и выше, обладать рядом полезных и бесполезных функций, но суть у них та же самая: зарядить наши батареи. В любом случае, зная критерии выбора — выбрать труда не составит.

7.8 Начальное обучение.

В виду большого объема документа, в данной главе, кратко, в меру своих сил и

возможностей, попробуем рассказать основы: с чего стоит начинать, а как это правильно делать. Неоднократно сталкивался с заявлением начинающих пилотов: "висеть могу спокойно, и долго". После того, как происходила демонстрация "спокойного висения" - людей, как правило ждало разочарование. Болтание в объеме 10x10x10 метров нельзя назвать висением, даже с натяжкой. :) К базовым фигурам/маневрам новичка можно отнести:

Маневры: взлет, посадка;

висение хвостом к себе;

висение в других положениях: боком, капотом к себе (в данном документе рассматриваться не будет);

горизонтальный прямоугольник с постоянным курсом в обе стороны (в данном документе рассматриваться не будет);

горизонтальный прямоугольник с переменным курсом в обе стороны (в данном документе рассматриваться не будет);

горизонтальный круг с постоянным курсом в обе стороны(в данном документе рассматриваться не будет);

круг в обе стороны (в данном документе рассматриваться не будет);

восьмерка в горизонтальной плоскости (в данном документе рассматриваться не будет).

Наиболее сложными, как и в большой авиации, для новичка, являются маневры взлет и посадка.

Желательно, чтобы перед реальными полетами, у вас был виртуальный налет в симуляторе.

Необходимый налет должен составлять не менее 30-40 часов. В противном случае, вы рискуете разбить дорогую модель, и покалечить себя и окружающих. Для большей уверенности в себе, в реальных полетах, можно воспользоваться тренировочными шасси.

Помогать, они сильно не помогают, но побороть страх первых взлетов-посадок помогут.

Далее по тексту подразумевается, что вы тренируетесь в симуляторе.

Внимание! Категорически не рекомендуется пытаться запускать вертолет если вы не освоили "взлет, посадку, висение" в симуляторе. Не подготовленный человек разбивает модель в 99% случаев.

И так, взлет, посадка, висение!

Маневры: взлет, посадка, висение, являются наиболее массовыми и применимыми. Чтобы повисеть - надо взлететь. Когда кончается топливо, или заряд батарей — надо совершить посадку. Висение, я отношу к базовым навыкам начинающего, а также зрелого вертолетчика. Висеть нужно уметь в любом положении, в любое время. Фигура должна выполняться на рефлексах - мозг здесь задействовать не нужно и вредно. Также, впоследствии, если зарулился то всегда полезно быстро позиционировать вертолет в привычный и отработанный режим висения, например, хвостом к себе — это иногда помогает спасти модель. Также обращаю внимание на то, какой пульт использовать: шедший в комплекте с симулятором или "боевой"? Мое мнение на этот счет такое: По возможности нужно использовать тот пульт, с которым вы будете летать на реальной модели.

Нормальные пульта, как правило имеют гораздо больше настроек, чем симуляторы.

Также вы будете сразу привыкать к расположению ручек и менюшек пульта. И в критический момент не будет возникать проблем с поиском переключателя "Холд". Впрочем, на этот счет бытует и другое мнение, что резисторы на стиках, при использовании пульта в симуляторе, изнашиваются гораздо быстрее. Проблема действительно имеет место быть. Но проявляет себя в очень редких случаях. Перед приобретением передатчика, стоит поинтересоваться в Интернете, не было ли случаев массового отказа резисторов в данном передатчике.

Проскакивали сообщение о падеже резисторов в дорогих пультах довольно известного производителя.

Так что будьте осторожны.

Взлет и висение.

Так уж получилось, что вертолет, как и все созданное человеком подчиняется некоторым физическим законам. В вертолете классической схемы не все силы сбалансированы. В частности хвостовой ротор компенсируя момент основного ротора, создает свой собственный момент, который, увы и ах, ничем не компенсируется. Вот именно из-за данного факта, классику тянет при взлете либо вправо, либо влево - зависит от конструкции. Сей факт рекомендую принять как неизбежно зло, и постараться с ним бороться. Не полная сбалансированность сил - главное физическое отличие классической модели вертолета от соосной конструкции. Взлет лучше всего осуществлять резко - бац и уже на небесах. Но данное умение приходит с опытом, а пока мы как и все новички будем пытаться елозить по земле. И так, плавно подаете ручку газа от себя, при этом не забывайте компенсировать другой ручкой увод вертолета влево(примем так для простоты), но не нужно усердствовать, достаточно небольшого отклонения ручки. Взлетели? Теперь попробуйте плавными движениями обеих ручек удерживать вертолет на месте хвостом к себе. Ручки на передатчике надо дергать плавно и без лишней суеты. Не вцепляйтесь мертвой хваткой в пульта и стики, но и не в коем случае не оставляйте стик без контроля. Руки должны быть средне расслаблены, чтобы пульт не выскакивал из рук. Это примерно так, как вы держите руль автомобиля. Не расстраивайтесь, если с первого раза ничего не получается. Редко кто сумеет внятно повисеть без подготовки. Требуемых рефлексов просто нет. Окончательно данное умение придет со временем. У меня на освоение уверенного висения хвостом к себе ушло примерно 2 недели в среднем по 30-40 минут в день. Всегда следует помнить, что классика это не соосник, и наклонив машину влево, она так и полетит влево, пока вы не компенсируете это движение. Помним, что не все силы сбалансированы! Вот и получаем - постоянные тычки ручками газа, крена, и тангажа. Смещение вертолета при висении в горизонтальной плоскости не должно быть больше четверти диаметра ротора, смещение по высоте тоже не должно выходить за пределы четверти диаметра ротора. Т.е если диаметр ротора 1 метр, то смещение не должно быть более 25 сантиметров. В идеале вертолет должен висеть без смещения в одной точке. Но чтобы достичь таких результатов требуются долгие и упорные тренировки. Но взлететь и повисеть - это только пол беды.

Посадка.

Посадку, как и взлет следует производить максимально быстро и уверенно. Так как вертолет классической схемы около земли ведет себя более чем не стабильно. Так что, лучше всего не прицеливаться, а заходить на посадку плавно, уверенно и сразу. Так как у многих вертолетов хвостовые лопасти расположены не так далеко от земли, следует пытаться приземлять вертолет сначала передней частью шасси, а затем опускать на заднюю. Как вариант можно рассмотреть посадку на всю плоскость шасси. В любом случае, следует всегда помнить о хвостовом роторе. Порядок может быть примерно такой:

Простой способ:

Подлетаем к месту посадки;

Зависаем на высоте примерно 1-1,5 метра;

Плавно садим машину на всю плоскость шасси.

Данный способ может быть также применим, когда мы будем готовить себя к первой авторотации.

Способ посложнее:

Подлетаем к месту посадки, позиционируем вертолет хвостом к себе (или как Вам больше нравится);

Придаем небольшое поступательное движение хвостом к себе;

Плавно приземляем на переднюю часть шасси;

Плавно приземляем на заднюю часть шасси.

Так как большинство действий происходит на уровне подсознания, то не всегда можно точно объяснить как и куда дергать ручки на передатчике. В таких случаях я руководствуюсь

следующей методикой и мыслями:

Во первых, вертолет может исполнить тот или иной маневр только при определенном положении ручек (или скажем так: только при правильном рулении). Это примерно как и у автомобилистов: правильно пройти поворот с максимальной скоростью, можно только при правильном рулении во время прохождения поворота, и правильном входе и выходе из него.

Перед освоением какой либо новой фигуры, всегда следует "разложить ее в уме", и понять как примерно ее следует выполнять, т.е понять принцип ее выполнения. Так как, я именно таким образом постигаю фигуры, то соответственно на поле не всегда могу точно и внятно описать движения стиков. После того, как фигура разложена, можно пытаться выполнить ее в симуляторе. Ни в коем случае, не пытайтесь делать в реале то, что не отработали в симуляторе, как бы уверенно Вы себя не чувствовали.

7.9 Термины, определения, жаргон.

Авторы: Александр Сергиенко aka AlexSr, Виктор Козаченко aka vitkor.

В связи с тем, что вертолетная ветка авиамоделизма, как и все другие, имеет собственные термины, и свой жаргон, в этой главе мы постараемся расшифровать часть из общеупотребимых жаргонизмов и терминов.

7.9.1 Общие определения

Модель (радио управляемая) - в отличии от игрушки, модель, предназначена для длительной эксплуатации. С этой целью ко всем **моделям** выпускаются/продаются запасные части и принадлежности. Модель может продаваться в нескольких комплектациях/видах:

1 - **РТФ** (RTF - реди ту флай, ready to fly) - готовая к полёту. Полностью укомплектованная (иногда, за исключением батареек для пульта управления или топлива или подобного...) и практически на 100% готовая (собрана и настроена) к полёту.

2 - **Комбо** - набор из "кита" модели и необходимой (но не полностью, или полностью) электроники стороннего производителя.

3 - **КИТ** (KIT) - набор деталей (возможно, частично собранных в узлы или полностью собранная модель) для самостоятельной сборки модели. Некоторые "киты" (довольно частая практика) вертолётов содержат двигатель (электро или двс) и часть необходимых дополнительных деталей/электроники.

4- **ARF** – Almost Ready to Fly – почти готовый к полету набор. Как правило для запуска необходимо купить какой либо компонент, например, радиопередатчик и приемник, или лопасти и мотор.

Радиоуправляемый вертолёт (модель) - механический аппарат, для полётов и висения, тяжелее воздуха. Управляется оператором находящемся вне модели (на земле) посредством специальной аппаратуры радио-управления и под визуальным контролем оператора. Принципы построения, и принципы полёта модельного вертолёта не имеют отличий от его "прототипов" в "большой авиации". Конструктивно и по параметрам полёта модель может значительно отличаться от прототипа. Модель может не иметь прямого прототипа (как правило - спортивные вертолёты). Полётные характеристики модели определяются как конструктивным исполнением, так и целевым назначением (спортивные, копии, стендовые, ..).

«**Тушка**» (body) - так называют только механическую часть конструкции вертолёта, без электроники и двигателя.

«**Прибитый хвост**», «**хвост как прибитый**» - образное выражение вертолетчиков, означающее, что гироскоп отлично держит хвост — он как бы прибит гвоздем.

«**Летать блинчиком**», "Полеты в горизонте". Т.е Выполнять простейшие начальные фигуры

в горизонтальной плоскости - висение, круг, восьмерка. Смело можно считать, что если делаете петлю (фигура в вертикальной плоскости, начальное 3D), блинчиком вы уже не летаете.

«**Pitch**», «**Коллективный шаг**», «**Общий шаг**» - Для того, чтобы вертолет мог набирать или снижать высоту полета, необходимо изменить тягу основного ротора. Т.е. нужно придать всем лопастям одинаковый угол. Другими словами наклонить их. Коллективный шаг это когда все лопасти основного ротора имеют одинаковый угол наклона во всей плоскости вращения ротора. Изменение силы тяги основного ротора есть ни что иное, как изменение коллективного шага лопастей.

«**Cyclic pitch**», «**Cyclic**», «**Циклический шаг**» - Для того, чтобы вертолет мог управляться по крену и тангажу, необходимо изменять тягу основного ротора в определенном секторе плоскости вращения основного ротора. Другими словами, угол меняющийся в зависимости от азимутального положения лопасти называется циклическим шагом лопасти.

«**ССРМ**», «**Cyclic/collective pitch mixing**», «**Система микширования**» - система микширования коллективного и циклического шага лопастей вертолета, другими словами система управления **автоматом перекоса**. В настоящее время распространены два вида ССРМ. mССРМ и eССРМ. mССРМ — механическая система микширования с 3-мя сервомашинками, где изменение общего шага осуществляется отдельной сервомашинкой, другие две служат для управления циклическим шагом. Также встречается сокращение SSM (Single Servo Mechanical). eССРМ - электронная система управления автоматом перекоса при помощи 3-х сервомашин, изменение общего шага осуществляется путем одновременного изменения положения всех трех сервомашин, изменение циклического шага также осуществляется путем изменения положения всех трех сервомашин по заданной программе. Обычно если говорят ССРМ, то подразумевается именно eССРМ. Для управления различными типами автомата перекоса требуется поддержка их управляющей аппаратурой (передатчиком).

«Стик», «Стики», Stick – ручки управления на передатчике.

7.9.2 Механика

Главный Ротор, ГР, основной ротор, ОР, Несущий винт, (Main Rotor) - конструктивный узел вертолѐта предназначенный для размещения, вращения посредством силовой установки и управления углами основных лопастей.

«**Сервоось**», «**Флайбар**», «**Flybar**», «**Сервостабилизатор**» - представляет собой штырь с закрепленными на его концах аэродинамические плоскостями (лопатками). Служит для стабилизации / замедления реакции модели вертолета, а также работает как усилитель момента от сервомашин.

«**Серволопатки**» - аэродинамические плоскости устанавливающиеся на штырь флайбара. С помощью веса лопаток можно управлять реакцией вертолета на команды с передатчика. Увеличиваем вес лопаток – реакция замедляется, и наоборот. Увеличение площади лопаток – ускоряет реакцию.

Главный вал, основной вал (main shaft) - вал на котором расположены и которым вращаются от мотоустановки элементы конструкции главного ротора.

«**Хаб основного ротора**», «**Хаб**», «**Молоток**», «**Main rotor housing**», «**Main hub**», «**Main Rotor hub**» - элемент конструкции основного ротора модели вертолета. Обычно похож на букву «Т». Конструктивная деталь основного ротора, прочно соединяемая с основным валом (main shaft). Служит для крепления цапф лопастей, и передачи на них вращения от основного вала.

«**Цапфа лопасти**», «**Main Rotor Grip**», «**Rotor grip**», «**Main Blade Grips**», «**Main rotor holder**», «**Main blade Holder**» - элемент конструкции основного ротора, служит для крепления лопастей к основному ротору. Цапфа крепится на **межлопаственном валу** проходящем через втулку "хаба" ротора насквозь (возможны иные конструктивные решения промежуточного вала).

Как правило, в цапфах установлены радиальные (и возможно упорный) подшипники позволяющие цапфе поворачиваться относительно промежуточного вала (и соответственно, относительно "хаба") и изменять таким образом угол атаки лопастей в плоскости вращения.

Межлопастной вал, «**Blade Spindle Shaft**», «**Feathering Shaft**», «**Spindle Shaft**», «**промежуточный вал**» - вал соединяющий цапфы основных лопастей вертолета в единую конструкцию. Межлопастной вал устанавливается в отверстие основного хаба – в верхней его части, перпендикулярно основному валу – навстречу букве «Т». :)

«**Dampeners**», **Демпферы межлопастного вала** - упругие втулки расположенные внутри отверстия хаба, и разделяющие хаб и межлопастной вал от непосредственного контакта. Предназначены для устранения вибраций, ударных нагрузок, демпфируют колебания, позволяют **межлопастному** валу совершать небольшие "наклоны" в хабе. Жёсткость демпферов - сильно влияет на полётные характеристики вертолётa. Чем демпферы жестче - тем более резким, "отзывчивым" и точным становится реакция вертолётa на изменение циклического шага.

Лопать основная, лопать основного ротора, лопать главного ротора (Blade, Main blade) - предназначена для создания подъемной силы, за счёт которой вертолёт удерживается и управляется в воздухе. Имеет аэродинамический профиль. Профиль может быть симметричный (спортивные вертолётy) и не симметричный (копии, маленькие соосные вертолётy и пр.).

Хвостовая лопать (Tail blade) - в "классической схеме" вертолётa расположена(ы) на приводимом силовой установкой во вращение валу, находящегося на дальнем от фюзеляжа краю "хвоста" (хвостовой балки).

«**Хвост**» (Tail) - обобщённое название конструкции вертолётa, далеко выступающей за контур фюзеляжа и предназначенной для размещения стабилизирующих, в плоскости параллельной плоскости вращения лопастей главного ротора, конструкций вертолётa.

Хвостовая балка, балка (Tail boom, boom) - силовая конструкция несущая основную нагрузку от деталей "хвоста".

Подкос(ы), "откос(ы)" ... (Tail boom brase) - силовая конструкция предназначенная для создания "треугольника жёсткости" вместе с балкой хвоста. Служит для усиления конструкции хвоста.

Хвостовой ротор ... (Tail rotor) - конструктивный узел вертолётa размещённый на окончании хвостовой балки и предназначен для:

вращения посредством силовой установки через промежуточную связь и управления углами хвостовых лопастей;

компенсации реактивного момента от основного ротора. Другими словами, хвостовой ротор удерживает вертолёт классической компоновки от вращения вокруг оси;

управления курсом вертолётa.

«**Бабочка**», иногда встречается "ножницы". (blade tracking) - расхождение по вертикали плоскостей вращения каждой/одной из лопастей. Вызвана как правило:

1- неточностью установки углов лопастей. (регулировка)

2 - выгнутостью (прогибом) одной/нескольких лопастей.(замена или ничего не делаем при незначительном расхождении)

3- "круткой" (скручиванием плоскости лопасти. конец лопасти повернут относительно комля). Приводит к неравномерному углу атаки по длине лопасти и как следствие к прогибу. Обычно (п.1) устраняется на поле, подкручиванием тяг, непосредственно подсоединенных к цапфам лопасти (большой угол на 1 оборот тяги) или тяг от тарелки перекоса к смесительному рычагу (меньший угол на 1 оборот тяги). Поищите методику в инструкции к вашему вертолету. Эффект получил название «Бабочка», из-за того, что похож на почти сложенные крылья бабочки.

«Бабочка» - упрощенное определение: **"Бабочка"** - это когда смотришь на вращающийся ротор сбоку, видно, что одна лопасть выше другой, чтобы понять какая именно, на лопасти наклеивают цветные кусочки скотча, или другого светоотражающего материала. От "бабочки" обязательно нужно избавиться, регулируя тяги наклона лопастей, и добиться того, чтобы обе лопасти вращались в одной плоскости, иначе возможна сильная вибрация, и другие непредвиденные последствия, вплоть до разрушения вертолета.

"Голова", "Башка" - подразумевается основной ротор вертолета с механизмом управления.

"Шайба" - приспособление для выравнивания автомата перекоса, универсальное. Получило название из-за того, что похоже на шайбу.

Тарелка перекоса, шайба перекоса (Swashplate), правильное название **«Автомат перекоса»** - узел на главном роторе у которого внешняя часть неподвижна и связана тягами с сервомашинками, а внутренняя часть вращается вместе с валом и посредством других тяг передает движения от сервомашинки на ротор за счёт смещения по вертикали относительно главного вала или наклона в двух плоскостях перпендикулярных главному валу. Автомат перекоса был изобретен в 1911 году русским ученым-авиатором Борисом Николаевичем Юрьевым.

"Линки", «Тяги» - тяги с шаровыми наконечниками.

"Двиг", "Двигло", "Пихло" - двигатель вертолета.

"Пиньон", "Пиньен", Pinion, Motor Pinion, Pinion Gear - ведущая шестерня, устанавливается на двигатель.

"Main Gear", "Майн гир" - ведомая шестерня, основная шестерня. Обычно имеет большие габаритные размеры чем **Pinion**. Следует помнить, что основная шестерня, не есть ведущая.

«One-way Bearing», «Обгонка», «Обгонная муфта», «Обгонный подшипник» - устанавливается между двигателем и главным ротором вертолета. Обгонная муфта позволяет ротору вертолета вращаться, даже если двигатель выключен или заглох. Предотвращает передачу вращающего момента от главного вала (от ротора вертолета) на элементы редуктора и двигатель.

«Head Stopper», «Пятак», «Тормозной башмак» - Элемент конструкции основного ротора, расположенный на самом вершине хаба основного ротора. Служит для ускорения остановки вращения основного ротора после того, как остановлен двигатель. Торможение основного ротора осуществляется прижимом **«Пятака»** пальцем, либо ладонью. Элемент получил название из-за того, что очень похож на пятирублевую монету. **Внимание! Будьте осторожны! Следите за тем, чтобы лопасти и детали "головы" не ударили Вас!**

«Муфлер», «Muffler» - глушитель.

«Пайп», «Pipe», «Труба», «Дудка» - резонансный глушитель. Резонансная труба. За счет резонанса, может поднимать мощность мотора в определенном, узком диапазоне оборотов.

«Тюнинг», «Тюних», «Апгрейды» - красивые металлические и другие цапки навешанные на вертолет. Как правило практической ценности кроме увеличения веса модели не несут. К апгрейду своего вертолета следует подходить с особой тщательностью, так как не все

цапки одинаковы, и некоторые из них действительно несут практическую пользу.

7.9.3 Электроника

«**Гироскоп**», «**Gyro**», «**Rate Gyro**», «**Yaw-axis stabilizer**» - Электронное устройство на основе датчика угловой скорости (ДУС), служит для стабилизации по курсу модели вертолета. Пока еще существуют двух видов: С режимом удержания хвостовой балки (AVCS) и без. В режиме AVCS гироскоп самостоятельно удерживает хвостовую балку с заданном положении, компенсируя внешние воздействия, до тех пор, пока не поступит команда на изменение положения балки. Применение гироскопа без режима удержания балки, на вертолете настоятельно не рекомендуется.

«**Flaybarless**», «**Флайбарлес**» - электронная система, имеющая в своей основе 2 (2-х осевая), а иногда и 3 (3-х осевая) датчика угловой скорости. Полностью заменяет собой флайбар. В настоящее время самыми передовыми и прогрессивными считаются системы с 3-мя датчиками угловой скорости. Если вы решили установить 3-х осевую систему на своем вертолете, то приобретение отдельного гироскопа не требуется.

«**Акк**» - аккумулятор.

«**Банка**» - один элемент аккумулятора.

«**LiPo**», «**ЛиПо**» - литий-полимерный аккумулятор.

«**Говернер**» - общее название стабилизатора оборотов мотора. Может быть отдельным электронным устройством - обычно для ДВС вертолетов. Может представлять собой контроллер управления двигателем с вертолетной программой и функцией говернер — обычно для электровертолетов.

«**Logger**», «**E-logger**», «**Е-логгер**», «**Логгер**» - электронный прибор, который устанавливается на модель вертолета, и позволяет записать в полете ряд параметров, например:

Обороты основного ротора;

Ток потребления мотора;

Напряжение аккумулятора.

«**Servo**», «**Сервомашинка**», «**Машинка**», «**Рулевая машинка**» - исполнительные механизмы, имеющие в своем составе электромотор, редуктор, и управляющую электронику с датчиком положения, которые по команде с передатчика (по команде пилота) перемещают автомат перекоса, изменяют шаг хвостового ротора и т.д. Датчиком положения обычно служат прецизионные переменные резисторы с высоким сроком службы.

«**Servo Tester**», «**Сервотестер**» - прибор для проверки работоспособности сервомашинки без подключения их к приемнику. Сервотестеры отдельных производителей могут обладать и рядом других полезных функций.

«**BEC**» - Battery Eliminator Circuit — дословный перевод «Цепь устранения батареи», на деле обычный линейный стабилизатор напряжения. Служит для питания бортовой электроники. Обычно применяется на вертолетах 450-го класса.

«**Switched BEC**» - дословный перевод «Импульсная цепь устранения батареи», на деле импульсный преобразователь напряжения. Отличается от линейного высоким КПД, низкой рассеиваемой мощностью, более высоким диапазоном входных напряжений, небольшой массой и габаритными размерами, высоким выходным током. В зависимости от заявленного производителем выходного тока, может применяться на вертолетах всех классов.

«**ESC**», «**Speed controller**» «**Контроллер**» - electronic speed controller — дословный перевод: электронный регулятор скорости. Служит для управления двигателем вертолета.

Контроллеры отдельных производителей могут иметь встроенный **Switched BEC**, и функцию **Говернер**.

«**Step Down**» - устройство для понижения напряжения питания. Представляет собой мощный диод включенный в плюсовую шину питания устройства. В среднем понижает напряжение на 0,7-0,9 В. Обычно применяется для понижения питания хвостовой сервомашинки.

7.9.4 Приспособления и инструменты

«**Ball Link Plier**», «**Плаерсы**» - инструмент для снятия шаровых наконечников. Необходим вертолетчику.

«**Pitch Gauge**», «**Угломер**», «**Угломер для лопастей**» - приспособление для установки углов атаки лопастей. Необходим вертолетчику.

«**Flybar Paddle Gauge**» - приспособление для выравнивания лопаток флайбара в одной плоскости. Желательно иметь вертолетчику.

«**Blade Balancer**» - приспособление для балансировки лопастей. Приспособление необходимо вертолетчику.

«**Ball Link Sizing Tool**», «**Ball Link Sizer**», «**Сайзер**», «**Ресайзер**», «**Репармер**» - приспособления для увеличения размера шарового наконечника. Желательно иметь вертолетчику.

«**Swashplate Leveler**», «**Уровень автомата перекоса**» - приспособления для выравнивания тарелки автомата перекоса относительно главного вала. Бывают универсальные типа «шайба», бывают для определенной модели вертолета. Желательно иметь вертолетчику.

«**Ball End Tool**» - приспособления для накручивания наконечников тяг. Желательно иметь вертолетчику.

7.10 Условия распространения и авторы.

Внимание!!! Данный документ является свободно распространяемым, и предназначен для некоммерческого использования при условии того, что оригинальный текст сохранен. Все вопросы коммерческого использования данного документа должны обсуждаться непосредственно с авторами. Внесение изменений в документ без согласия авторов не допускается.

Авторы:

Там, где не указано иное, Виктор Козаченко, aka vitkor, e-mail: vik@vik.nsk.su;

Александр Сергиенко, aka AlexSr;

Андрей Посашков, aka Andrew Stick;

Олег Муринский, aka aarc.

Авторы выражают огромную благодарность всем критикам, а также всем тем, кто так или иначе помогал составлять этот материал.