



# ОТ ВИНТА

3 (7), 2009

Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

## Над номером работали

Вишняков Константин  
Матушкин Сергей  
Мороз Игорь  
Мясников Виктор  
Солоденко Константин  
Субботин Валентин

Спасибо за помощь коллегам из  
Aviamodelka Team

E-mail: [otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)  
WWW: <http://aviamodelka.ru>

Мнение авторов может не совпадать с точкой зрения редакции. При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна. Периодичность выхода журнала: не реже 1 раза в 2 месяца

## Уважаемые коллеги!

Вот и вышел в свет третий номер нашего журнала **От винта**. Редакционный коллектив приложил немало усилий к тому, чтобы выпустить номер в объявленные сроки. Не всё ещё выходит гладко и получается так, как хотелось бы. Поэтому хочется надеяться на понимание читателей - мы стараемся учитывать свои промахи.

После выхода предыдущих двух номеров на форуме появилось немало добрых отзывов от наших читателей. Мы принимаем их с благодарностью, такая реакция придаёт нам уверенности в том, что мы делаем полезное дело.

Наш журнал можно скачивать из сети, что даёт читателям возможность распечатывать его и пользоваться материалами автономно. А поскольку любая медаль имеет две стороны, мы уже получили самые разные результаты этого нововведения. Большинство читателей восприняли эту возможность с благодарностью. Но, как выяснилось, некоторые сайты мгновенно среагировали на возможность получения «дармовой» информации и начали публиковать у себя материалы из нашего журнала. И, как иногда водится, без указания источника и ссылок на авторство. Пришлось вежливо напомнить соседям некоторые правила поведения в приличных сообществах. Надеемся, что подобные случаи повторяться не будут. А если наши статьи понравятся кому-нибудь из коллег, то мы будем только рады распространению полезной для моделистов информации. С соблюдением правил цитирования, разумеется.

Впереди лето! Наш номер появился в самом начале нового лётного сезона. Мы надеемся, что в следующих номерах появится больше материалов, посвящённых лётным испытаниям наших моделей. Кроме того, желательно уделить внимание и тем ошибкам, которые мы зачастую совершаем при подготовке к вылету или непосредственно на поле. От этих ошибок не застрахован никто, но главная цель их описания чтобы они не повторялись!

Как можно заметить, в каждом номере журнала есть материалы о строительстве оригинальных авторских моделей. В них читатель видит в сжатой форме весь процесс создания машины от задумки до результата. Но вместе с такими «штучными» работами мы будем по-прежнему уделять внимание тонкостям модельной технологии. С вашей помощью, дорогие коллеги, мы надеемся создать новые рубрики, вроде подборки «полезных советов» или «маленьких хитростей», что, несомненно, будет весьма полезным для моделистов-самоделщиков. Присылайте ваши предложения!

Желаем вам успехов в нашем замечательном увлечении!  
До новых встреч на страницах нашего журнала **От винта!**

## В номере

- 4 Клубный раздел**  
*О клубе «Northair» г. Муравленко Тюменской области, Валерий Орлов*
- 12 Это актуально**  
*Аппаратура 2.4 ГГц, Взгляд изнутри. Окончание. Константин Солоденко*
- 25 Наши модели**  
*Необычная модель - автожир! Сергей Матушкин*
- 45 Модельное ПО**  
*Строим эллиптическое крыло (Rhinoseros), Константин Скачинский*
- 60 Начинающим**  
*Принципы подбора пропеллера на модель, Константин Вишняков*
- 75 Сундучок**  
*Книга Ю. Гугля, Одномоторные поршневые истребители ВВС РККА 1930-194, Игорь Мороз*
- 80 Наши технологии**  
*Кок для трехлопастного винта своими руками, Сергей Матушкин*
- 103 Наши материалы**  
*Бальса, Валентин Субботин*
- 128 Фотогалерея**

*На первой странице обложки - модель автожира АТ-2,  
изготовленная Евгением Панкратовым, Одинцово (24 стр.)*

# О клубе «NORTH AIR»

Орлов  
Валерий Борисович

Много лет существует наш авиамodelьный кружок. С тех самых пор, как я пришёл в Центр технического творчества (ЦТТ). И тогда даже не задумывался о создании авиамodelьного клуба. Есть авиамodelьное объединение (так у нас величают кружок), зачем ещё клуб создавать? Официальное создание клуба влечёт за собой немало трудностей и бумажной работы, отчётности, контроля и так



далее. Надо ли это руководителю кружка, и без того нагруженному всем этим «удовольствием»? Поэтому я решил поступить проще - создать не кружок в клубе, а свой клуб в кружке. Клуб соратников из самых активных и подготовленных учеников, освоивших программу 3-х годичного обучения, а также из способных ребят 3-го года обучения. Если сказать вернее, то клуб

существовал все эти 12 лет, лишь названия ему не было.

Название клубу придумывал долго. Нужно было что-то, связанное с авиацией, небом, севером. По заведённой моде завуалировал название под английскими словами - Northern Air (Северная Авиация). В сокращении - NORTHAIR. А по-русски, наверное, звучало бы - Северное Небо!

Клуб существует уже второй год. Эмблемы у нашего клуба пока нет, ещё придумываем. Пока эмблема в стадии прорисовок: в овале - Полярная Звезда, Ан-2 («Под крылом самолёта...») и название клуба. В состав членов клуба входит 12 воспитанников. Деятельность их ориентирована на создание различных летающих моделей-копий и полукопий. От

резиномоторных миникопий до радиоуправляемых моделей самолётов и планеров. Члены клуба делают только те модели, которые сами выбрали и желают научиться их строить и запускать, т.е. главный принцип - выбор по душе. Все модели ребята делают для себя. Основной осваиваемый класс - резиномоторные модели «Репант», чешский класс - М 1:20 и старый американский - размах до 75 см. Для их постройки применяются все доступные материалы - ель, сосна, осина, бальза,





потолочный пенопласт. Для обтяжки - бумага папиросная, микалентная, конденсаторная, лавсановая плёнка. Клеи - эмалит, ПВА, «Титан», «Момент», циакрин.

Клуб наш существует на самофинансировании, т.к. материалами не снабжается даже сам кружок. А с началом кризиса о материальной поддержке вообще можно забыть. Что можем достать или

приобрести, - из того и строим. Несколько лет был у нас спонсор, деньги от которого шли на призовой фонд для проводящихся соревнований. Сейчас ищем нового.

В нашем северном крае с суровыми климатическими условиями весьма затруднительно проводить различные авиамодельные соревнования. Нет времени на тренировки, т.к. лётный сезон начинается только в июне, когда уже все дети уезжают с родителями в отпуск. И я, естественно, тоже. Раньше я несколько раз возил команду по кордовым моделям в областной центр. За 1100 километров добирались поездом с ящиками, в которых были упакованы модели. По сути, мальчишки и тренировались уже на зачётных полётах, т.к. до конца мая - начала июня не найти чистого





асфальта. А с гоночными и скоростными моделями так и получили одни «баранки». Находясь в разных климатических условиях с соперниками, трудно победить. Но соревновательный опыт ребята всё же приобретали.

Узнав о нас, к нам однажды приехали авиамоделисты из соседнего города и пригласили на соревнования по свободнолетающим и радиоуправляемым моделям. Много лет мы каждый год участвовали в этих соревнованиях трёх городов. Время проведения соревнований - конец мая или конец сентября, когда дети ещё или уже учатся. Также проводились ежегодные соревнования по комнатным моделям в зимнее время, пока не начиналась зимняя стужа, обычно - конец ноября. Ребята боролись за победу

в нескольких классах: модели планеров, резиномоторные модели, впоследствии ввели резиномоторные модели-копии и модели вертолётов с резиновым двигателем. Перед участием в ответственных соревнованиях мы всегда проводим свои городские соревнования по комнатным моделям. В последнее время из-за плохого финансирования команда наших авиамоделистов может проводить лишь свои городские соревнования. В этом году мы провели уже 8-е. Теперь готовимся к 9-м, которые намерены провести этой осенью.

В общем, несмотря на трудности, авиамоделизм в нашем краю по-прежнему живет и завоёвывает сердца мальчишек.

*От редакции: Мастер, Орлов Валерий Борисович, в 2009 году информация о нем размещена в энциклопедии «Лучшие люди России», в рубрике «Родины славные сыны и дочери».*

*Фотографии ниже скажут об этом человеке больше, чем слова.*





МЕСТА  
9-8

ОИТЕЛЬНО-ТОРГОВАЯ  
КОМПАНИЯ  
**ВАН-МАСТЕР**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
БОТЫ, ОТДЕЛКА

ОТДЕЛОЧНЫЕ И  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕ-  
РИАЛЫ ОПТОМ И В  
РОЗНИЦУ

ТЕЛ. 5-35-10, 5-32-42

УДАЛИМ  
МОДЭЛЗ  
ПО  
НЯ  
ЖИ

ИНФОРМ

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

СЛУЖБА ПО ОБОЗНАЧЕНИЮ НЕКОМПЕТЕНТНОСТИ

СЛУЖБА ПО ОБОЗНАЧЕНИЮ НЕКОМПЕТЕНТНОСТИ

СЛУЖБА ПО ОБОЗНАЧЕНИЮ НЕКОМПЕТЕНТНОСТИ

Группа воспитанников клуба «Northair»,  
г. Муравленко, Тюменская область  
со своими наставниками

Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

# Аппаратура 2.4 ГГц Взгляд изнутри.

*Константин Солоденко*



Рис.2



Рис.1

Продолжим повествование об аппаратуре частотного диапазона 2.4 ГГц, начатое в предыдущих номерах нашего журнала. Как мы уже выяснили, каждая фирма предлагает на рынке свой стандарт передачи данных в этом диапазоне. Рекламные проспекты обещают нам «полную защиту от помех» и «невероятную надежность» своих устройств.

Предлагаю проверить, что же происходит в реальности на примере конкретных представителей различных ценовых групп.

В нашем случае это Futaba и ее флагманский модуль ТМ - 14 (Рис.1). И набирающая популярность в модельных кругах фирма ASSAN с модулем 2,4G X8F (V2) (Рис. 2). Несколько слов о причине выбора именно этих модулей.

Начнем с объективных причин. В моем конкретном случае задаче стояла, с одной стороны, в выборе аппаратуры «на вырост», то есть более чем девять каналов, ориентация на сложные многомоторные копии и вертолеты. С другой стороны, хотелось подобрать недорогую конверсию под имеющуюся в наличии аппаратуру Эклипс 7, а здесь основную роль играет в основном цена приемника. Для первой задачи выбор был невелик. Это фирмы JR и Futaba, поскольку никто больше не выпускает аппаратуру больше чем на девять каналов.

В итоге приобрел Футабу 12FG -14 каналов (12 пропорциональных + 2 дискретных), съемный ВЧ модуль (который используется и в более дорогой модели 14MZ), очень гибкое меню управления (Рис. 3).



Рис.3

Вторая задача выглядит более сложной. Остановить выбор на каком либо изделии китайских производителей весьма затруднительно.

Их превеликое множество! Здесь выбор был скорее субъективным, просто больше понравилась фирма ASSAN.

Судя по фото на различных сайтах, эту фирму отличает более аккуратное исполнение аппаратуры, приемники имеют жесткие корпуса, сайт производителя смотрится «достаточно прилично». Последней «каплей» в выборе стал очень удачный комплект: ВЧ модуль и два приемника на 6 и 7 каналов (по очень приемлемой цене!) (Рис. 4).



## Итак, что же внутри?

В этой части статьи предлагается заглянуть внутрь корпусов наших устройств для сравнительного анализа элементной базы и качества сборки.

Первым подвергся разборке модуль от **ASSAN 2,4G X8F (V2)** (Рис. 5 - 10).

Секретность на уровне! Все чипы залиты черной краской и не идентифицируются. Качество сборки очень приличное.

Не понравилось, что платы модуля соединены только посредством пайки переходных контактов с одной стороны. Разъем съемной антенны расположен на дальнем от соединительных контактов конце, и при сильном нажатии на разъем плата деформируется. Электролитические конденсаторы, расположенные между платами, не дают плате прогнуться сильно, но правильнее было бы использовать технологическую проставку.



Рис.5

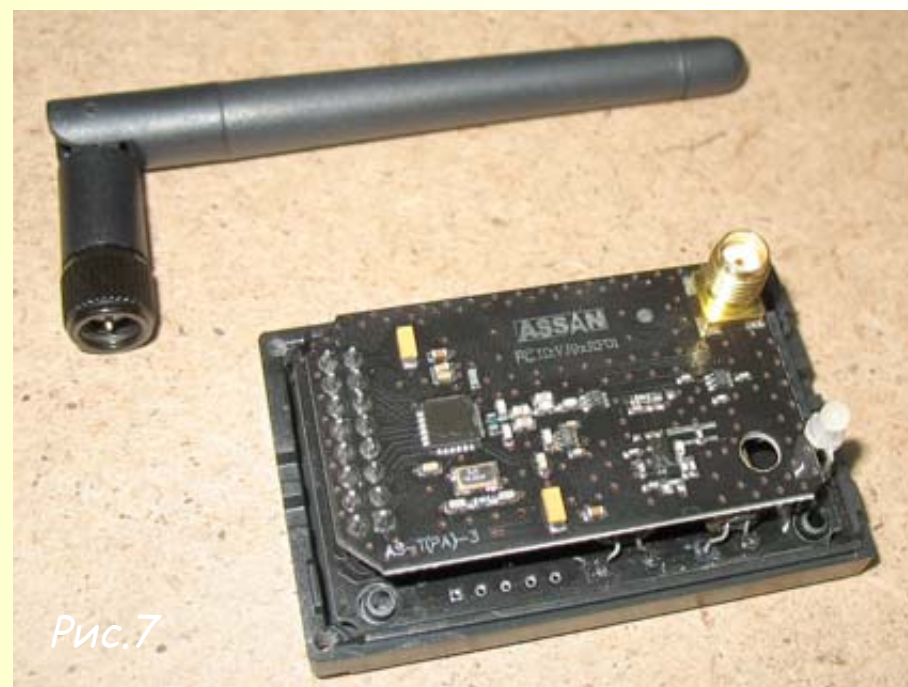


Рис.7



Рис.6

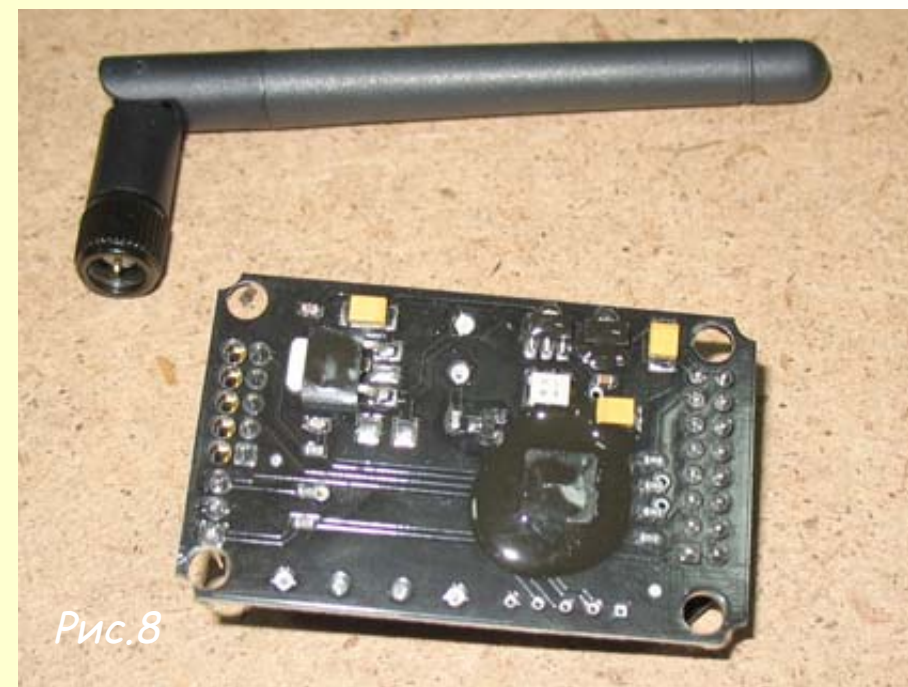


Рис.8



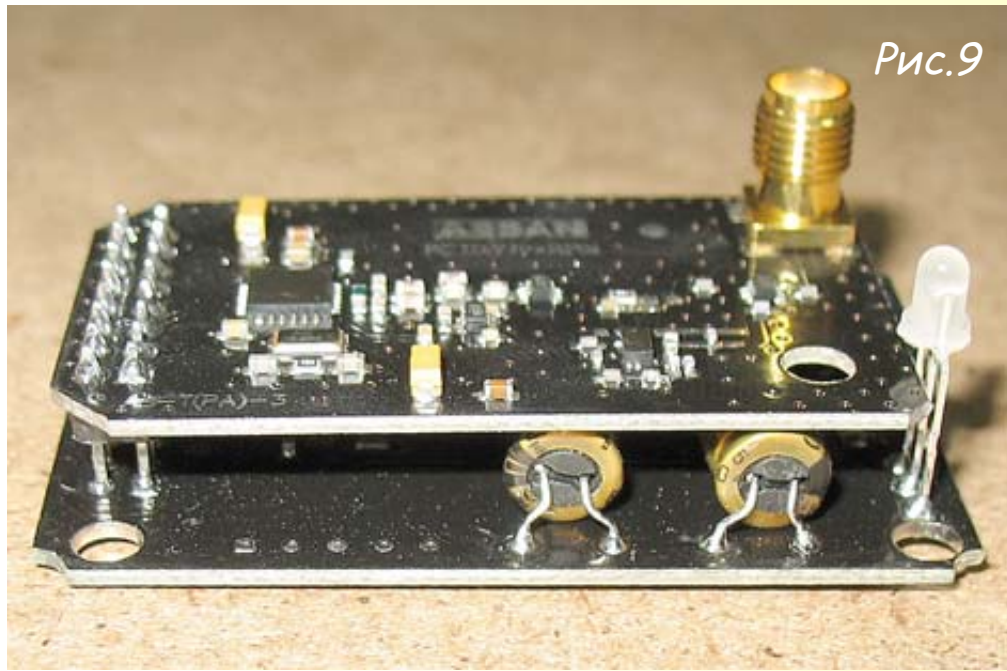


Рис.9

Следующими были разобраны приемники X8R7 & X8R6 (Рис. 11- 17).

Порадовал корпус устройств. Половинки жесткого полупрозрачного корпуса кроме фиксации на «защелках», скреплены четырьмя микрошурупам и образуют прочную конструкцию, надежно защищающую плату приемника. Впрочем, разбирается приемник без труда.

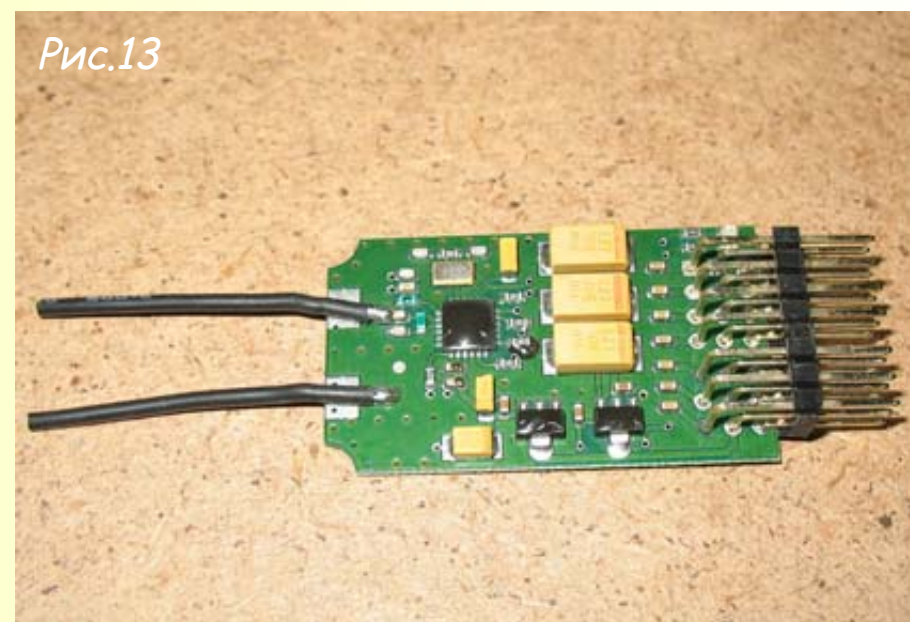
И здесь с секретностью все в порядке! Все компоненты залиты черной краской. Можно предположить, что заливка компаундом призвана не только для того, чтобы скрыть маркировку элементной базы, но и для механической защиты от вибрации.

Качество монтажа - хорошее, правда, в семиканальном приемнике один из индикаторных светодиодов был припаян только с одной стороны. Антеннами приемников служат отрезки изолированного многожильного провода, припаянные к плате.

Интересным моментом является то, что по конфигурации «железа» шести- и семиканальные приемники не отличаются.



Рис.10



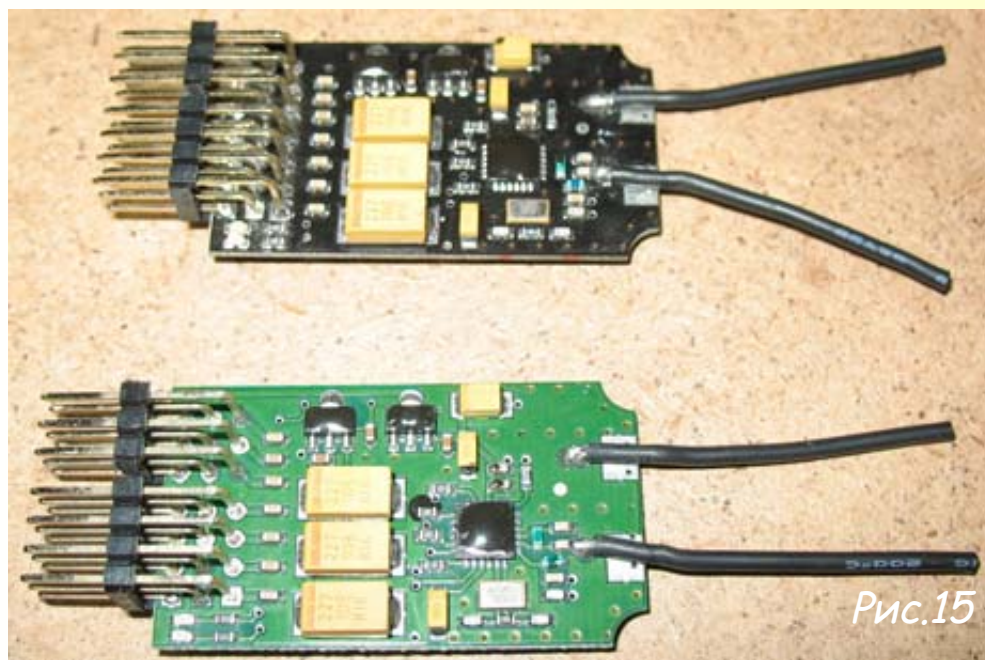


Рис.15

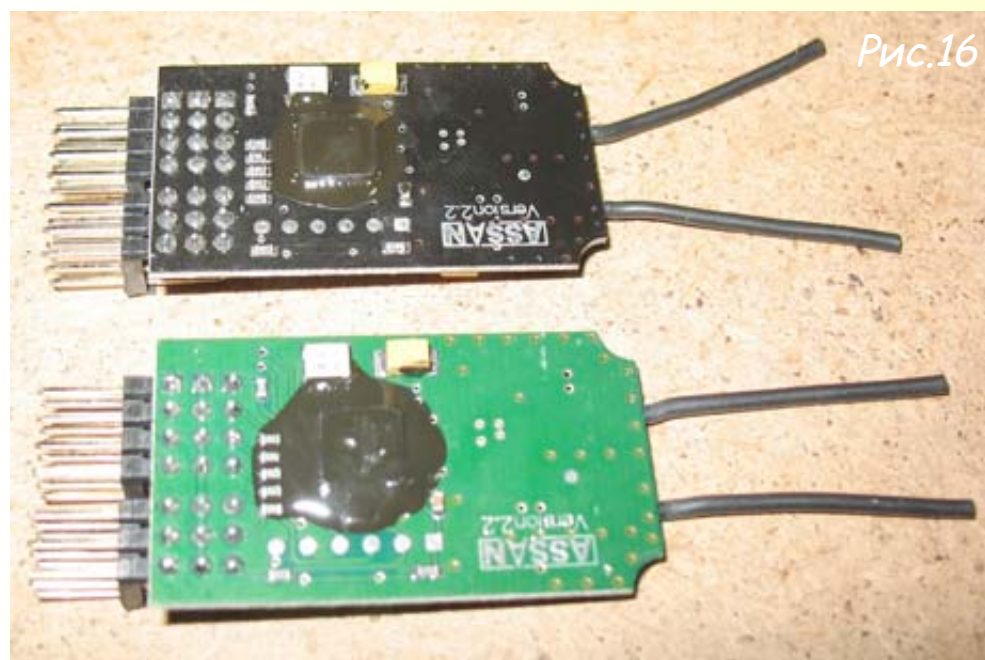


Рис.16



Рис.17

Но в шестиканальном приемнике седьмой канал не работает (проверенно на практике). Видимо, отличия заключаются в программной версии.

Такое решение было бы понятно как средство сегментации рынка. Больше каналов - выше стоимость! Но в Интернет-магазинах стоимость шести- и семиканальных приемников не отличается.

В общем, для своей цены изделие можно признать вполне достойным!

Теперь посмотрим, что же скрывает в себе легендарная Futaba.

Модуль ТМ-14, в отличие от предыдущего образца, разработан для конкретных моделей аппаратуры. Он более аккуратно вписывается в «обводы корпуса» и смотрится более эстетично (Рис. 18).

Не понравилось, что окошко для индикаторного светодиода в корпусе модуля не закрыто, и модуль не защищен от пыли и влаги - частых спутников моделиста в полевых условиях. Конструкция модуля не имеет заводских пломб и легко разбирается (Рис. 19 - 20).



Рис.18



Рис.19



Рис.20

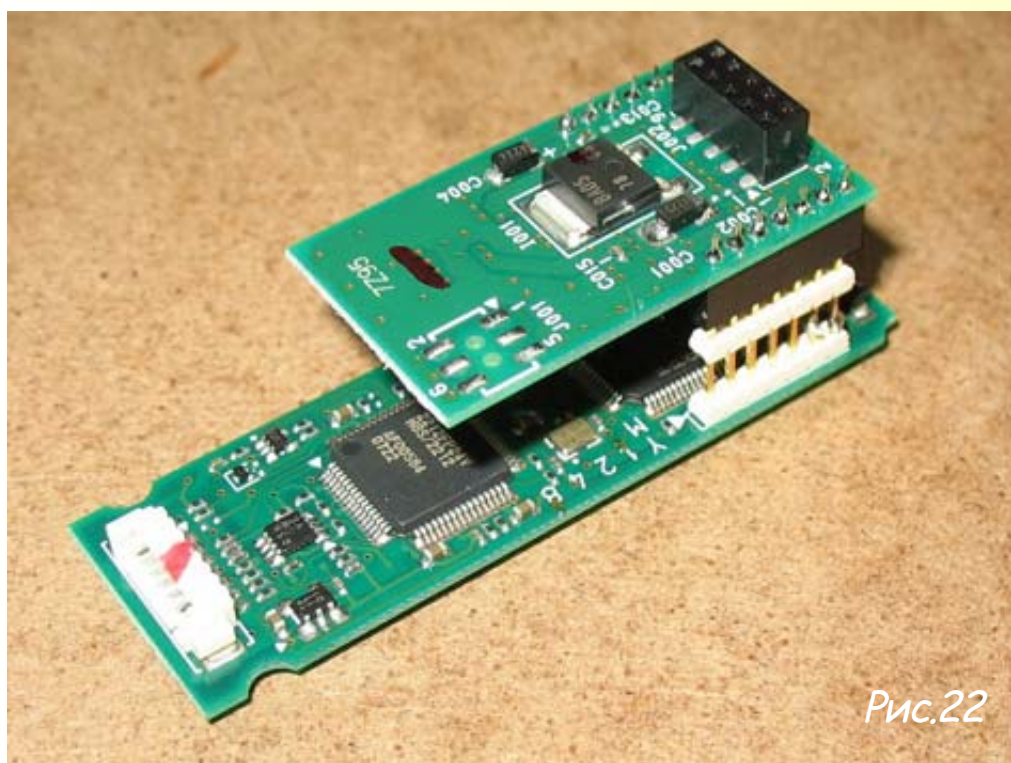


Рис.22



Рис.21



Рис.23

Внутри мы видим две платы на разъёмном соединении. Футаба явно не стремится скрыть свою элементную базу. Качество пайки на высоте, на плате и сервисных разъёмах видны многочисленные отметки тестовых измерений. Немного удивило расположение и способ монтажа дополнительного



Рис.24



Рис.25

электролита. Доработка проводилась явно «на лету»! (Рис. 21 - 23).

На очереди к разборке приемник R6014FS (Рис. 24 - 25).

Пришлось серьезно повозиться с защелками корпуса, все части подогнаны очень добротно, качество пластика на высоте! Внутри корпуса имеются специальные уступы для надежной фиксации печатных плат. Места выходов антенных «усов» снабжены резиновыми уплотнителями. Сами антенны представляют собой отрезки коаксиального кабеля с миниразъемом с одной стороны и освобожденной от оплетки центральной жилой - с другой стороны (Рис. 26 - 27).

Как и следовало ожидать, Футаба оказалась более «крутой» и «навороченной» в начинке! Хотя конденсатор, припаянный «вдогонку», не радует и заставляет задуматься. Удовлетворив детский интерес «как это устроено?», предлагаю перейти к пункту «как это работает?».



Рис.26

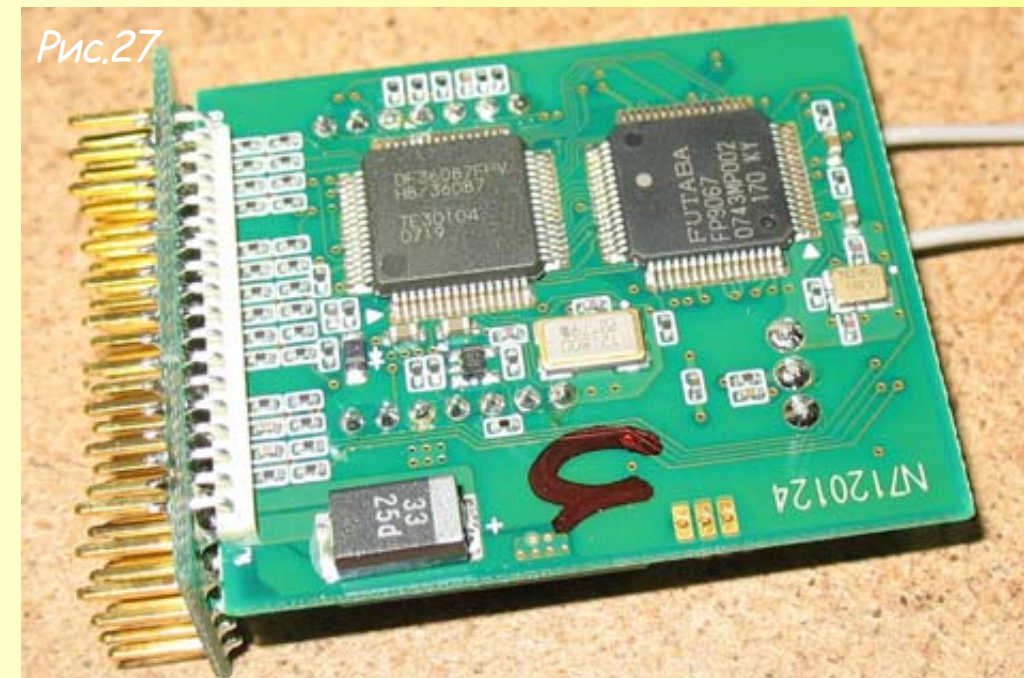


Рис.27

Для летных испытаний был выбран мой любимый самолет «Стремительный».

Причин для выбора несколько. Во-первых, самолет очень летучий и безопасный; во-вторых, двигательная установка состоит из двух коллекторных двигателей, и получить нормальное качество приема с использованием FM аппаратуры удавалось только при использовании приемников QPSM. Приемники PPM (даже двойного преобразования!) на удалении более пятидесяти метров глушились помехами от коллекторных моторов (Рис. 28).

Результаты летных испытаний откровенно порадовали! Обе системы показали отличные результаты! Я загонял самолет в точку (более 300

метров) - и никаких намеков на помехи!

Говоря откровенно, в надежности Футабы я и не сомневался, просто проверял работоспособность конкретного образца, а вот АССАН гонял «по полной программе» в соседстве с двумя Спектрум 7 и ЖР 9. Никаких проблем не обнаружил.

Выводы, как всегда, предлагаю делать самостоятельно.



Рис.28



Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

# АВТОЖИР

## Необычная модель

*Сергей Матушкин*

Автожир, с точки зрения внешнего вида и аэродинамических свойств – очень интересный летательный аппарат. Автожир можно охарактеризовать как летательный аппарат тяжелее воздуха, удерживающийся в воздухе с помощью несущего винта.

Другие употребляемые названия автожира — «гироплан», «гироскоптер» и «ротаплан».

Внешне этот аппарат напоминает вертолет, т.е. по своим свойствам является неким симбиозом вертолета и самолета.



Как и вертолёты, автожиры обладают роторным винтом для создания подъёмной силы, однако винт автожира вращается под действием аэродинамических сил в режиме авторотации. В то же время автожир обычно обладает ещё и тянущим/толкающим винтом (пропеллером). Этот маршевый винт сообщает автожиру горизонтальную скорость.

Автожиры в некотором отношении превосходят самолёты по безопасности полёта. Самолёту опасна потеря скорости, поскольку он сваливается в штопор. Автожир при потере скорости начинает снижаться. При отказе мотора автожир не падает, вместо этого он опускается (планирует), используя эффект авторотации (несущий винт вертолёта

при отказе двигателя также переводится в режим авторотации.) Пилот может в полной степени управлять направлением снижения, используя все системы управления автожиром.

При посадке автожиру не требуется посадочная полоса, что тоже важно для безопасности полёта, особенно, при вынужденной посадке в незнакомом месте.

По компоновочной схеме этот аппарат может быть как с тянущим, так и с толкающим винтом, в основном, с двух- и трехлопастными винтами несущего ротора.

В модельном сообществе все чаще встречаются модели самодельных автожиров с одним, двумя и большим количеством несущих винтов (Рис. 1-4).



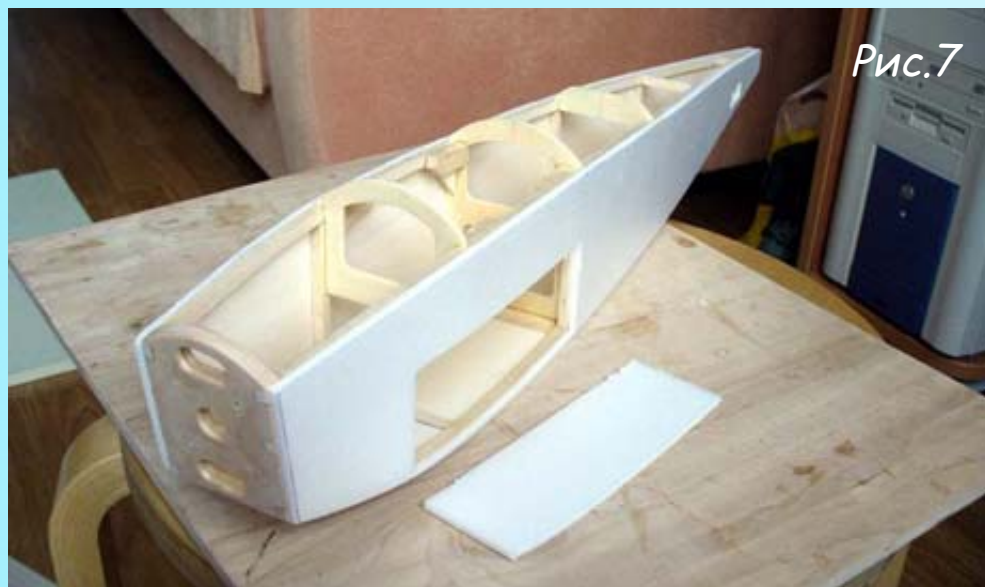
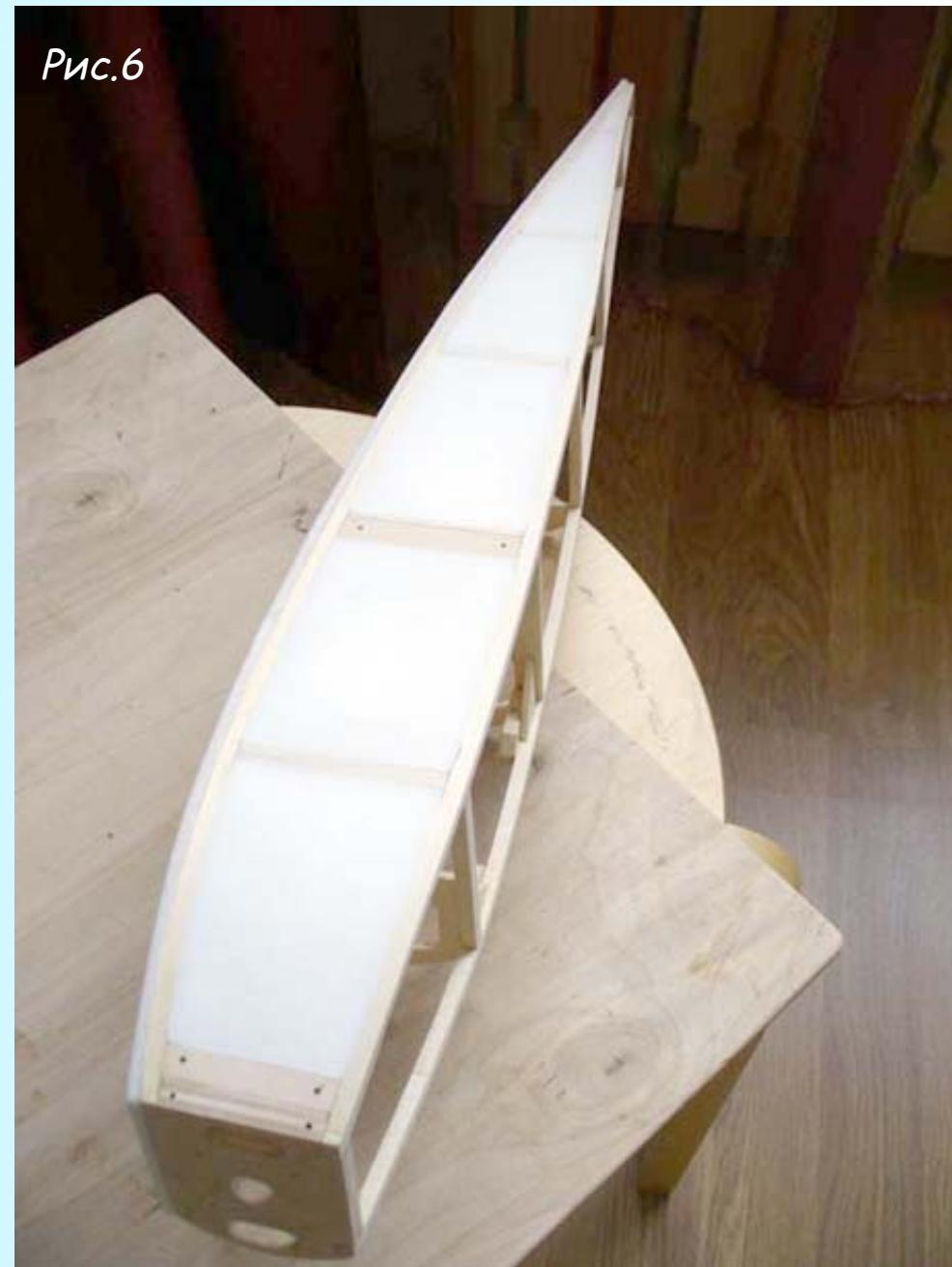
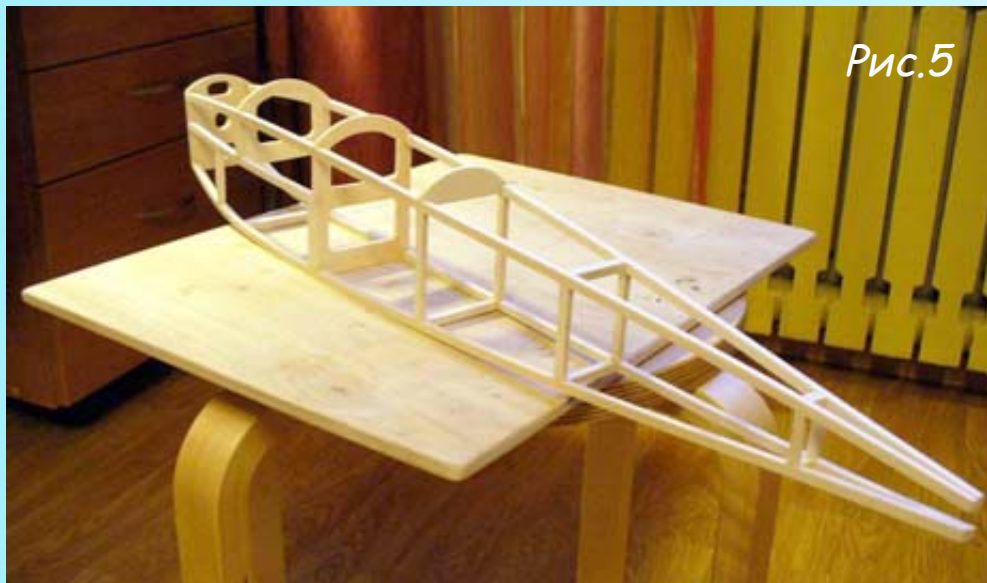
В однороторном автожире-модели гироскопический момент от несущего винта выражен в большей степени, чем в прототипе, поэтому однороторную модель нужно тщательно настраивать для уверенных и комфортных полетов. Другое дело - двухроторный автожир, в котором роторов - два, и каждый вращается в противоположную сторону по отношению к соседу. Это как у соосного винта вертолета КА-50, только каждый - на своей консоли, а не на одной оси; этим и достигается отсутствие гироскопического момента основного ротора. Ну, а момент маршевого двигателя компенсируется, как известно, его выкосом относительно продольной оси аппарата.

Хочется в одной статье уместить

рассказ сразу о двух моделях: однороторном автожире Евгения Панкратова и «потолочном» двухроторном Алекса Рачека.

Первая модель Евгения сделана по классической схеме, с одним ротором и тянущим винтом. Летательный аппарат собран из материалов, встречающихся широко в быту, однако, некоторые детали все же пришлось выточить. Аппарат снабжен прекосом основного ротора, собственно, этим и достигается управление по крену и тангажу, что напоминает управление вертолетом, плюс ко всему, автожир еще и «рулится» рулем направления.

Постройку автор начал с фюзеляжа, который выполнен по стандартной схеме и обшит потолочной плиткой (Рис.5-7).



Наиболее ответственный узел – мачта несущего винта, т.е. то, на чем несущий винт, а в полёте и весь автожир держится.

Изготовлена она из переклея березовой и «фруктовой» фанеры (Рис.8). Фруктовая фанера – это материал ящиков, используемый для перевозки фруктов. В верхней части мачты фанерные накладки делаются так, чтобы между ними было определенное расстояние. В раму мачты устанавливаются рулевые машинки и система перекоса



Рис.8

подводимыми тягами от сервомеханизмов (Рис 9).



Рис.9

Если посмотреть на фото, то конструкцию перекоса легко понять. При управлении по тангажу узел навески несущего ротора двигается меж двух слоев фанеры, а по крену - посредством петель, с помощью которых обычно подвешивают самолетные элероны (Рис.10). На этом подвижном узле расположена чашка ротора (Рис.11), снабженная подшипниками и позволяющая менять винты с разным количеством лопастей.



Рис.11

Вся конструкция мачты надежно крепится четырьмя саморезами к фюзеляжу и постепенно переходит в основную, характерную деталь автожира - несущий винт. Он должен отвечать необходимым требованиям жесткости, но, с другой стороны,



- быть легким, чтобы свободно раскручиваться воздушным потоком. Узел выполнен из текстолита с фанерными накладками (Рис.12-14). Втулка ограничивает амплитуду взмаха лопастей, и автоматически меняет угол их установки (при движении лопасти вверх - уменьшает, а при движении вниз - увеличивает). Лопасть винта состоит из двух частей: липовый лонжерон и накладка из плотной бальзы (Рис.15). Лопасти выстругиваются небольшим рубанком, а окончательный профиль им придают при помощи нехитрого приспособления (Рис.16), представляющего собой брусок с вырезом, соответствующим профилю, с приклеенной к нему крупной наждачкой на тканевой основе. В этом процессе важно



Рис.12

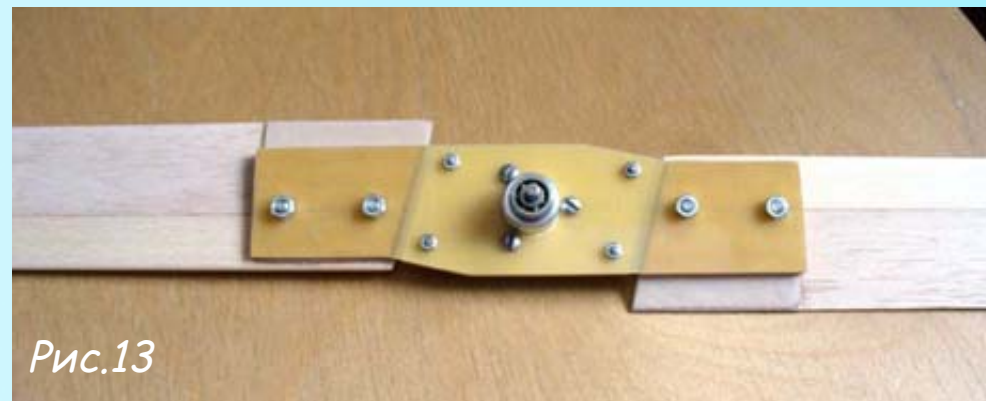


Рис.13



Рис.14



Рис.15

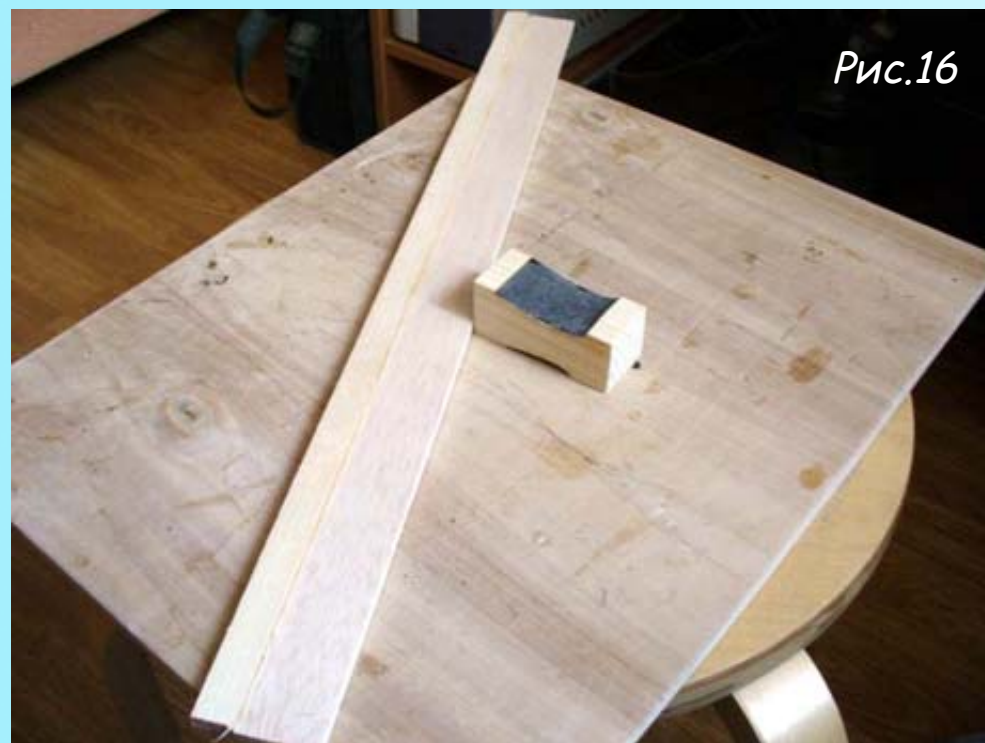


Рис.16

следить за тем, чтобы вес лопастей был одинаков, иначе не удастся избежать вибраций и других неприятных явлений, связанных с дисбалансом несущего винта.

Закончив доводку лопастей, автор приклеил к ним фанерные накладки, загрунтовал эмалитом и обтянул скотчем (Рис.17), после чего, тщательно отбалансирав лопастки, установил этот важный узел на модель.

Что еще понравилось в этой модели - очень простой муляж шестицилиндрового двигателя. Основа - из крышки баллона пены для бритья с вырезанными отверстиями под картонные цилиндры. Фанерные головки цилиндров оснащаются толкателями из зубочисток, а ребра охлаждения - в виде намотанной медной проволоки (Рис.18-22).



Еще один маленький дополняющий нюанс - имитация провисания обшивки на концевых шайбах стабилизатора (Рис.23,24). Просто проложенная под скотчем хлопчатобумажная нить - простенько и со вкусом. Отлично смотрится и рулевое колесо! Украшается модель все тем же «народным» материалом - скотчем и позирует перед фотоаппаратом во всей красе с двух- и трехлопастным винтом, дожидаясь окончательной настройки электроники (Рис.25-27).

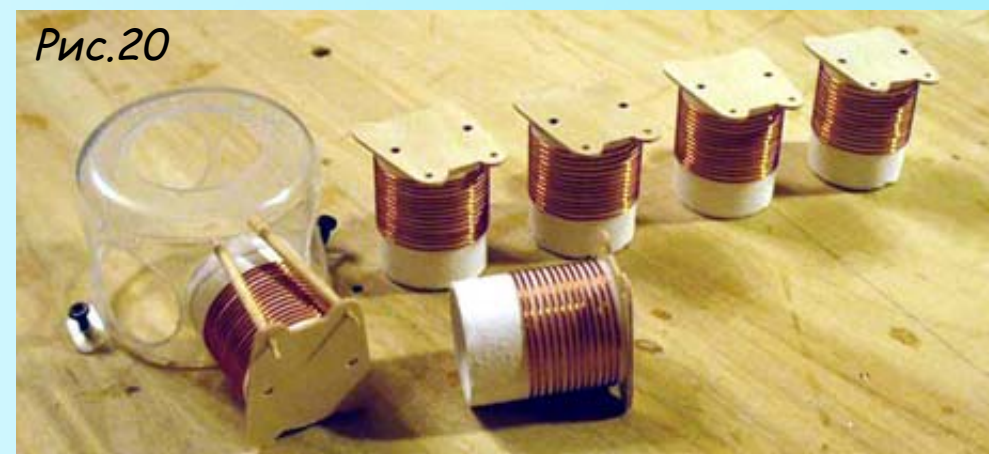




Рис.21



Рис.22

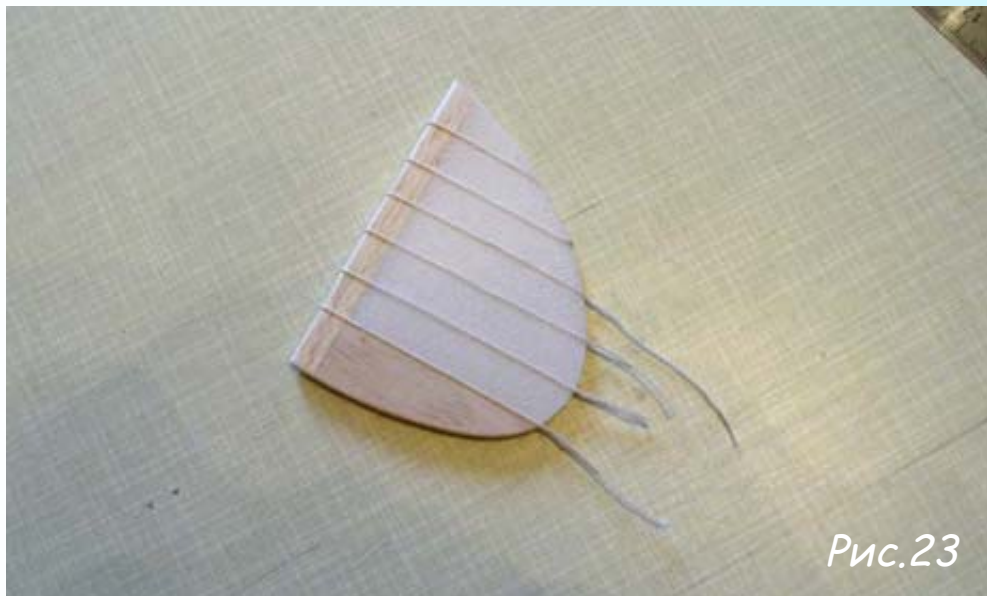


Рис.23



Рис.25

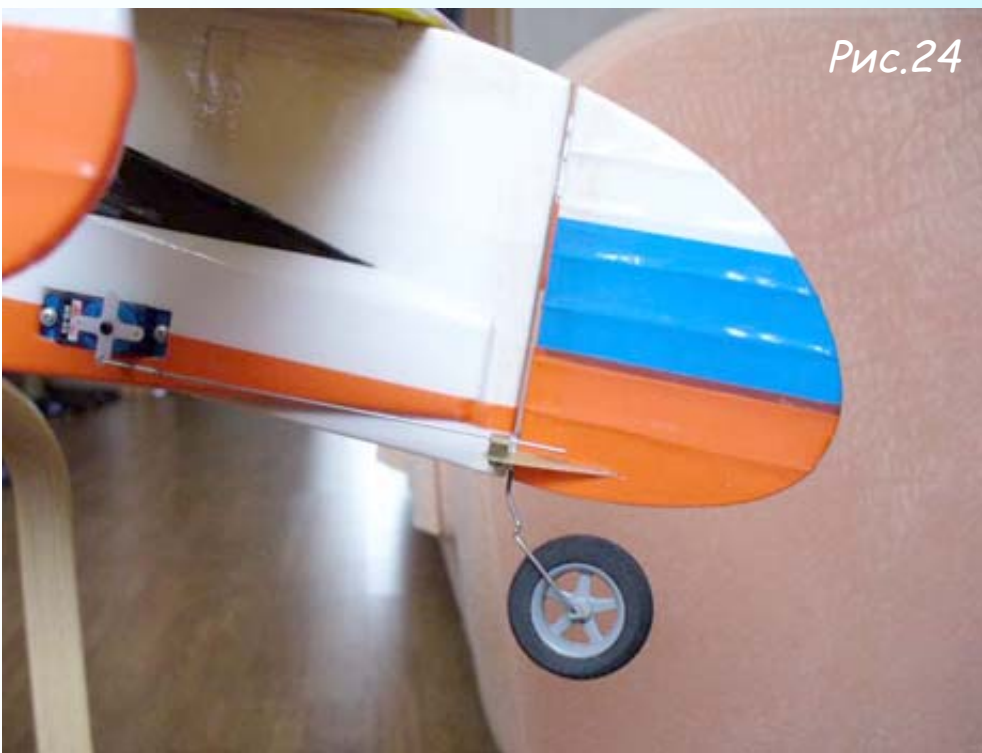


Рис.24



Рис.26



Остается заметить со слов автора модели, что сервомеханизмы лучше брать с заведомо большей мощностью и желательно - с металлическим редуктором. Кстати, при старте несущий винт должен немного раскрутиться либо при разгоне - набегаящим потоком, либо вручную. Модель подобного типа, конечно же, нуждается в правильной настройке, но это уже немного другая тема.

Если кому-то хочется приблизиться поближе к теме автожиров, то он может собрать более простую модель из любимой в некоторых модельных кругах потолочной плитки, как сделал Алекс Рачек из Белоруссии. В отличие от автожира, описанного выше, эта модель немного проще из-за отсутствия некоторых трудных узлов,

например, перекоса основного винта и бальзовых лопастей. Другими словами, управляется посредством руля высоты и направления. Конечно, немного не копия, но изготовить можно за небольшой промежуток времени.

Из потолочной плитки или «заморского» депрона был изготовлен плоский фюзеляж и плоские консоли (Рис.28,29), на которых размещаются посадочные места под несущие винты - их в схеме автора два - противоположного вращения. Это позволяет бороться с кренящими свойствами винта. Стоит не забывать о подкрыльевых подкосах, которые можно сделать из бамбуковых шампуров, и ими же можно усилить переднюю кромку крыла (Рис.30).

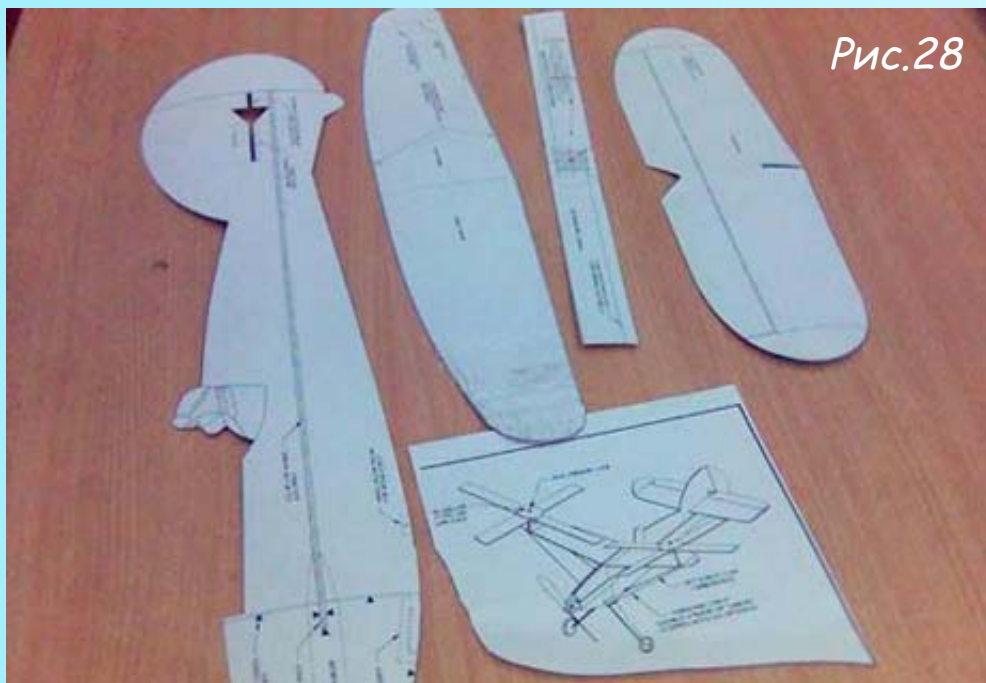


Рис.27

Ротор изготовить очень просто. Возьмем, для примера, трехлопастный винт от другого автожира Алекса. По этому же принципу можно делать и четырехлопастный, в зависимости от планируемого веса модели - модель-то держится практически на лопастях!

Достаточно взять полоски потолочки, как заготовки (Рис.31). Для лучшей прочности (опять же, в зависимости от полетного веса) можно раннее упоминаемыми бамбуковыми шампурами одновременно усилить переднюю кромку лопасти и придать ей, таким образом, импровизированный профиль. На худой конец, если модель получается очень легкой, достаточно скруглить лобик наждачной бумагой и оклеить скотчем. Далее - к ступице винта - опять же свобода фантазии, в зависимости от наличия материала. Автор сделал кружки ступицы из фанеры (Рис.32). Накладку (в данном случае треугольную) - из бальзового переклея. А установочный угол лопастям придается простым наложением одной лопасти на другую в комле,





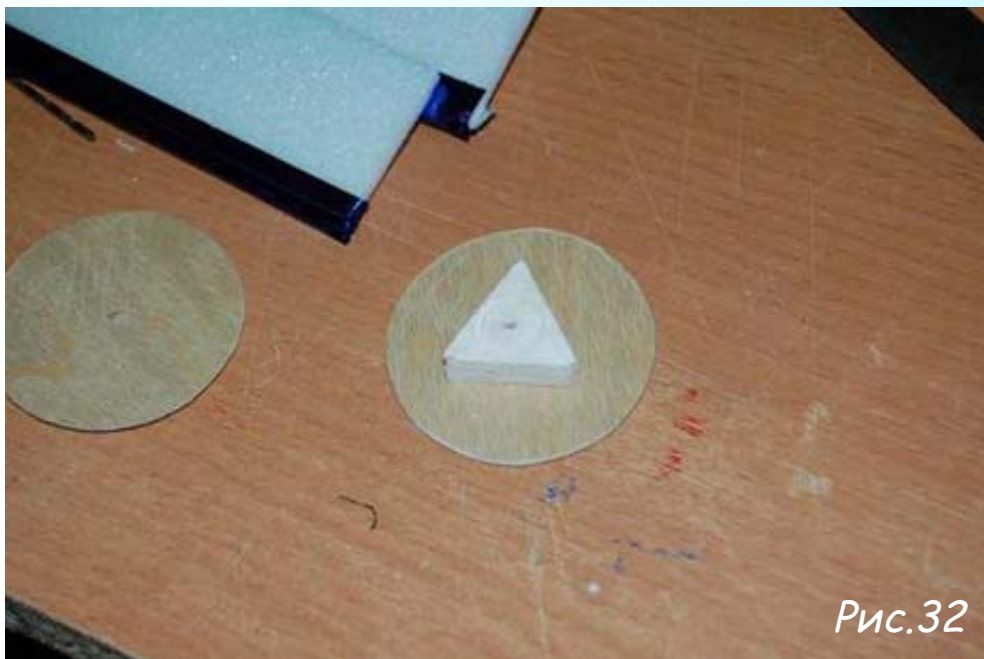


Рис.32

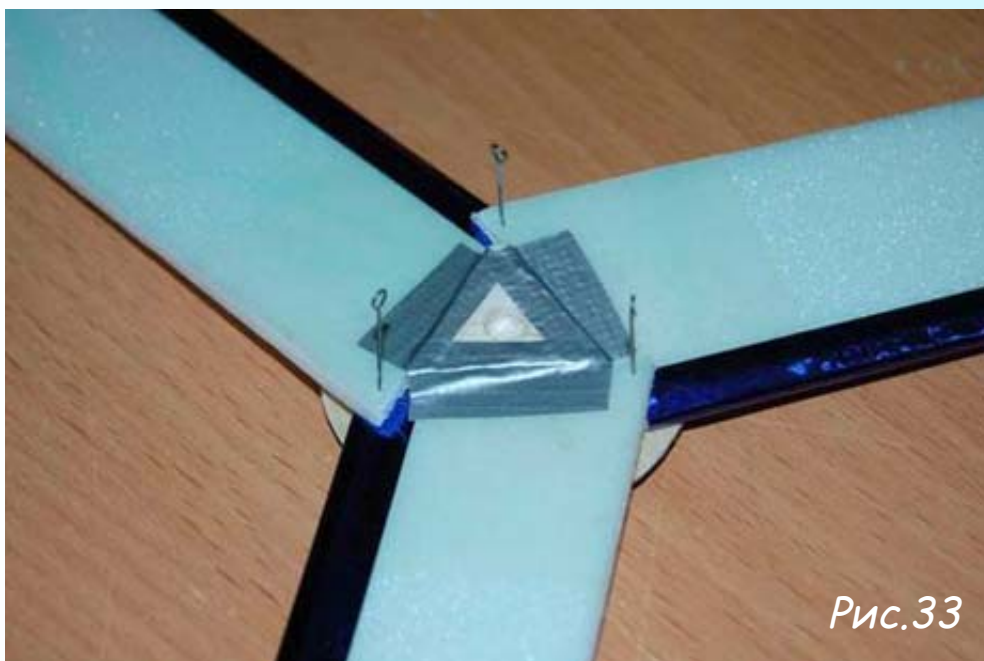


Рис.33

т.е. в корне (Рис.33). Лопастей второго ротора нужно накладывать зеркально, чтобы винт вращался в другую сторону. Зафиксировав лопасти сверху такой же фанерной шайбой, можно считать ротор практически законченным (Рис.34). Есть, правда, в роторе одна особенность - он должен свободно вращаться, иначе модель не полетит, так как ротор не наберет необходимых оборотов.

Желательно, конечно, сделать это с помощью шарикоподшипников или, на худой конец, на так называемых подшипниках скольжения. Автор в варианте двухроторного автожира использовал спицы от зонтика в качестве вала ротора и втулку из стержня (металлического) от авторучки, которая крепится клеем и скотчем на пилоне (Рис.35).

Стоит заметить, что в этой модели важен вынос двигателя и необходима жесткость пилонов роторов. Как заметил автор - полет схож с полетом стандартного тренера, правда, отличительным свойством настроенного автожира является посадка. Стоит у земли отпустить ручки управления - и автожир самостоятельно садится. И напоследок: фото особенно понравившегося автожира, внешне напоминающего своими формами пилотажный самолет Як-54 - пример современного автожиростроения (Рис.38) и других (Рис.39-40).



Рис.34



Рис.35



Рис.36



Рис.37



Рис.39



Рис.38



Рис.40

Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

# Строим эллиптическое крыло (Rhino4)

*Константин Скачинский*

Рассматривая старинные чертежи свободнолетающих моделей самолётов, каждый раз поражаюсь таланту автора-моделиста, создавшего ту или иную модель. Virtuозное использование сплайновых поверхностей, эллиптических консолей, различных зализов и, порою, вычурных наплывов форм радуют воображение.

Похоже, что выражения «Ну нет! Это слишком сложно для меня!» просто не существовало. А ведь в сравнении с нынешними временами в арсенале разработчика было не так уж много инструментов и приспособлений. Скажем, создать трапециевидное крыло в чертежах, пользуясь геометрическими расчётами, можно, допустив незначительные погрешности, которые позже удаляются в процессе сборки консоли. Можно изготовить набор, пользуясь двумя шаблонами и зажатым между ними пакетом заготовок. Кажется маловероятным, но таким способом производили на свет и эллиптические крылья. Однажды мне рассказывали о работе одного из знатных моделистов, который резал предварительный прототип консоли

из липы и рассекал его в определённых местах с целью получить сечения в чертёж!!! Подобный подход используется и ныне для создания матриц под вакуумное формование. Этим пользовались моделисты во все времена. Некоторые из первопроходцев оставляли после себя обводы полученных в ходе доработок сечений, шпангоутов, нервюр, укомплектовывали чертежи и документацию до общеупотребимого состояния. Эти чертежи публиковались и передавались от моделиста к моделисту с великим почтением и трепетом.

Несколько старинных чертежей, отсиненных кем-то в 60-е, хранятся и у меня в мастерской в просторных папках на шнуровке, как музейные экспонаты. На одном из них стоит подпись автора

- американского моделиста, датированная 40-овым годом прошлого столетия и позже уже дописанная чьей-то другой рукой: «...пилот погиб в 1944 г...». Таким образом, созданся маленький мемориал, сохраняемый и передаваемый из рук в руки новыми поколениями моделистов.

Современные компьютерные технологии позволяют научиться производить чертежи очень высокого качества и гораздо быстрее.

Сравните. На чертёж, создаваемый карандашом на бумаге, может уйти месяц, а то и больше, и каждое новое вмешательство в его содержание влечёт за собой определённые усилия, порой связанные со значительным ухудшением внешнего вида чертежа. В то время как 3D-разработка займёт несколько дней, и любые переделки

идут только на пользу его содержимому.

Ну, наверное, уговорил!

Крыло эллиптической формы с признаками аэродинамической крутки - отличный пример применения пакета трехмерной графики и хороший стимул для изучения приёмов моделирования в программах 3D-моделирования. Несколько модификаций английского «Спитфайра» имеют условно эллиптическую форму крыла и два типа крутки - геометрическую от середины консоли к законцовке и аэродинамическую с плавным изменением профиля вдоль всей консоли. В данном случае построение чертежей без 3D-технологий в домашних условиях крайне затруднительно.

Я намерен продемонстрировать вам, насколько легка эта задача и посильна любому из желающих. Но хочу сразу предупредить, что в серии данных статей речь об изучении работ с инструментами программы не пойдёт. В ходе работы будут лишь упоминаться необходимые инструменты, но не параметры и настройки их функций. Внимание будет уделяться методикам и приёмам исполнения задач.

## Подготовка

Прежде всего, нужно подготовить подкладочный чертёж модели таким образом, чтобы с ним было удобно работать, и он нёс лишь дополнительные функции в рабочем пространстве, не мешая и не отвлекая вашего внимания.



За десятилетие общения с 3D-пакетами у меня выработались определённые предпочтения. Предлагаю вам ими воспользоваться.

Например, фоновой цвет рабочего пространства Rhino имеет R-159, G -159, B -159 установки. И хотя разработчики не предлагают в отношении этого совершать какие-либо действия, всё же советую выбрать этот цвет в качестве фона для подкладочных чертежей. Как это сделать? Создайте файл в Photoshop и залейте его серым цветом (R-159, G -159, B -159). Размер документа не должен быть слишком большим, ибо это, не дав заметной помощи, будет лишь отнимать мощность вашего компьютера. Перенесите в документ элемент чертежа - вид крыла в плане и нервюры. При необходимости скомпонуйте изображение так, чтобы

все элементы были близко друг от друга. Это сэкономит ваши силы в будущей работе и ресурсы вашего компьютера (Рис.1). В способах визуализации лееров (слоёв) укажите darken. Ваш подкладочный чертёж начнёт выглядеть как чёрный контур на сером фоне (Рис.2). Этого недостаточно, чтобы начинать работу. Слишком чёткий рисунок будет вам мешать в построениях, конкурируя с линиями вектора. Проблема решается при помощи увеличения степени прозрачности в слое. Я устанавливаю 25% и этого достаточно, чтобы видеть линию чертежа в рабочем поле (Рис.3). Сохраните документ в формате \*.jpg. Произведите все те же действия для создания документа с рисунком чертежа крыла с видом спереди. Можно начинать.

Рис.1

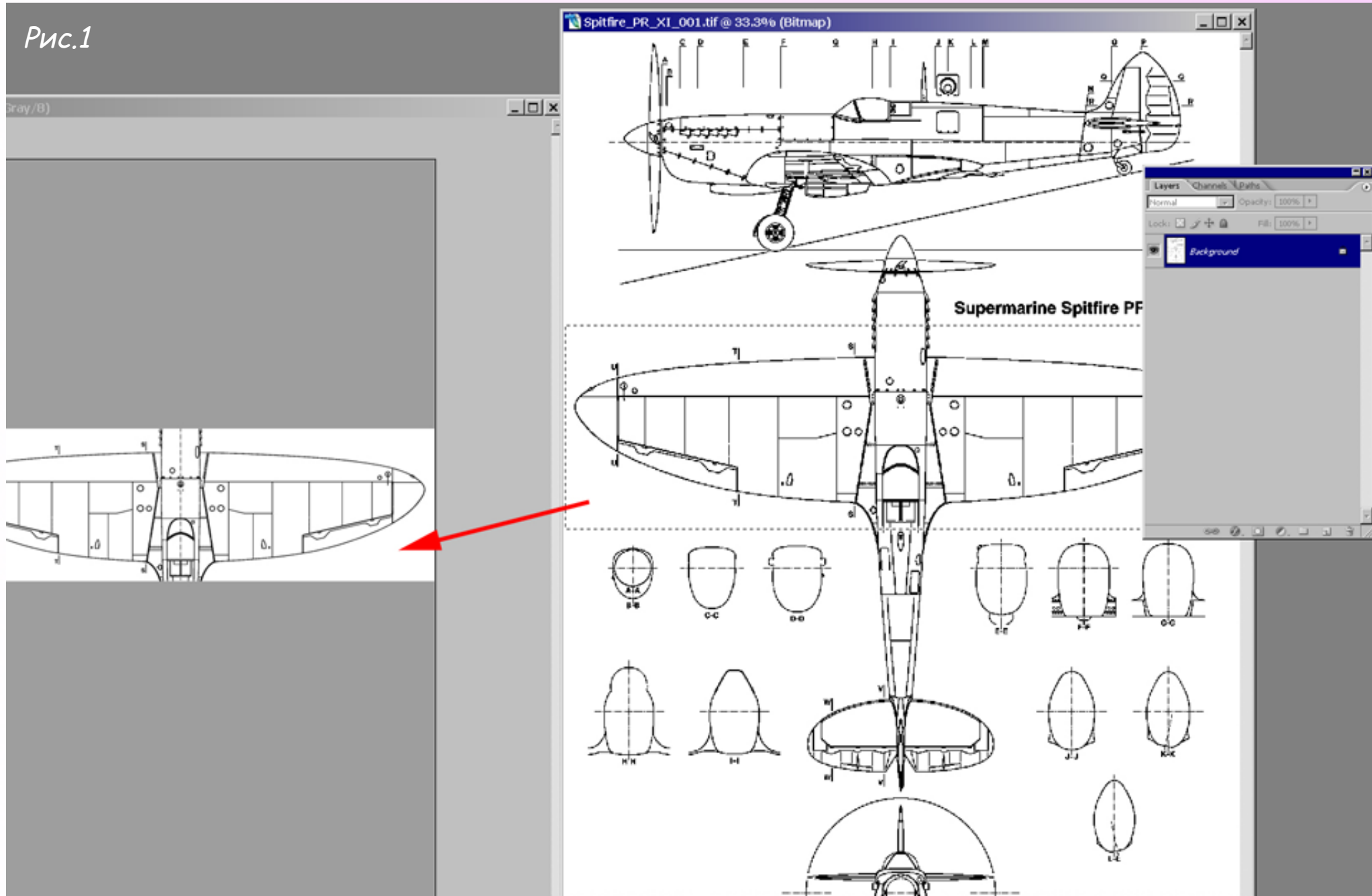


Рис.2

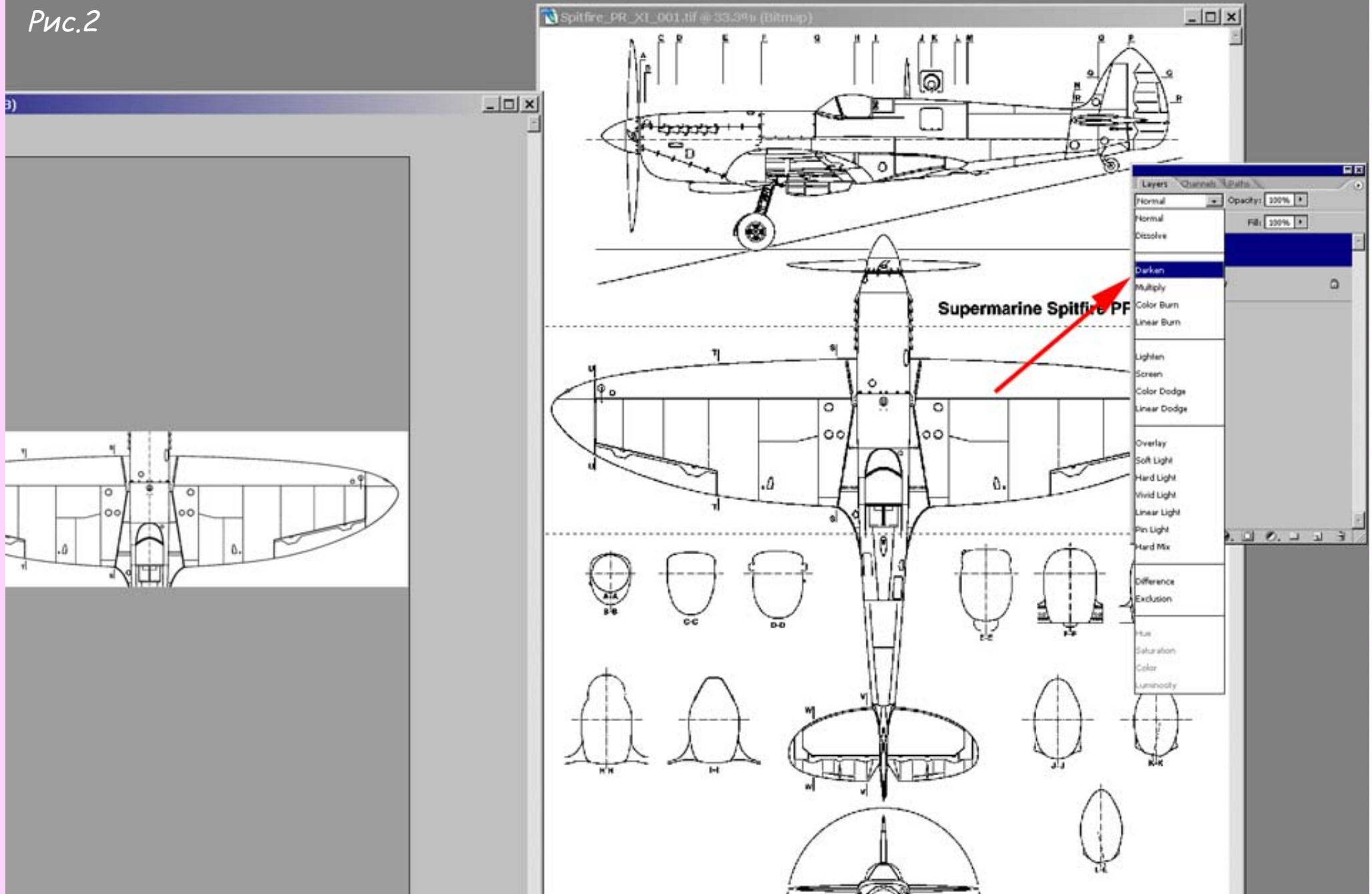
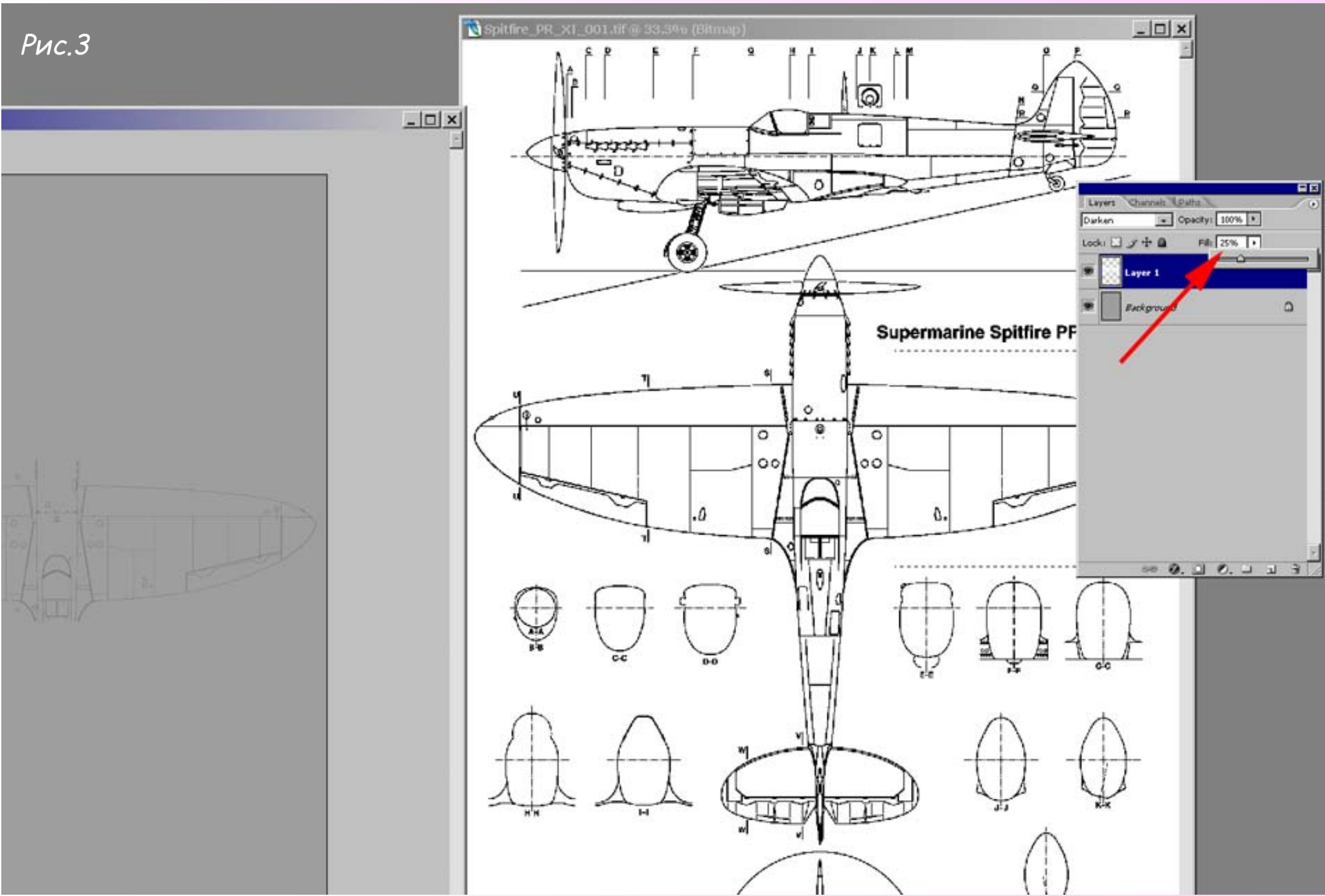
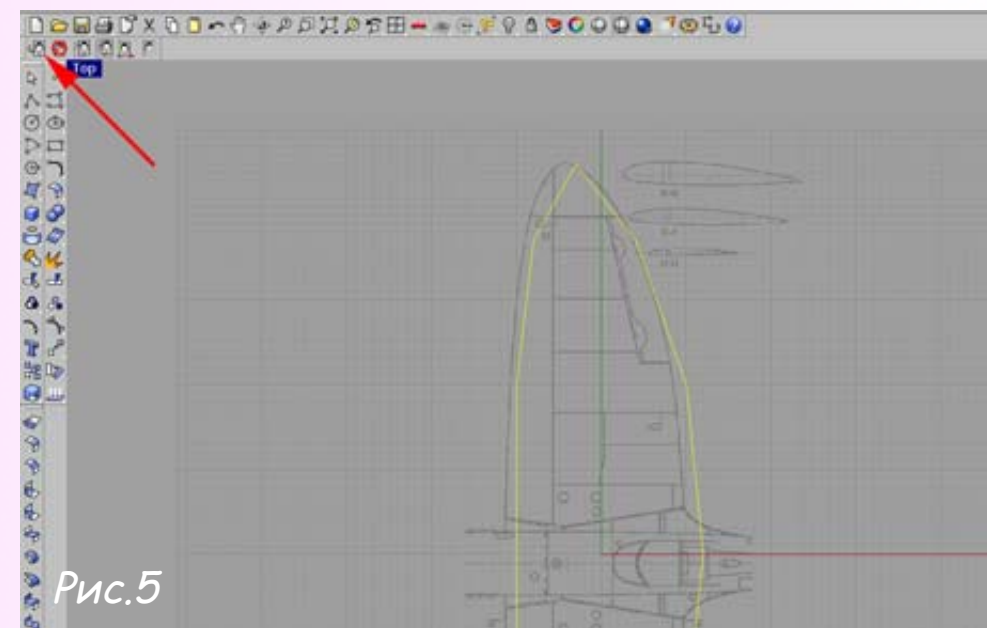
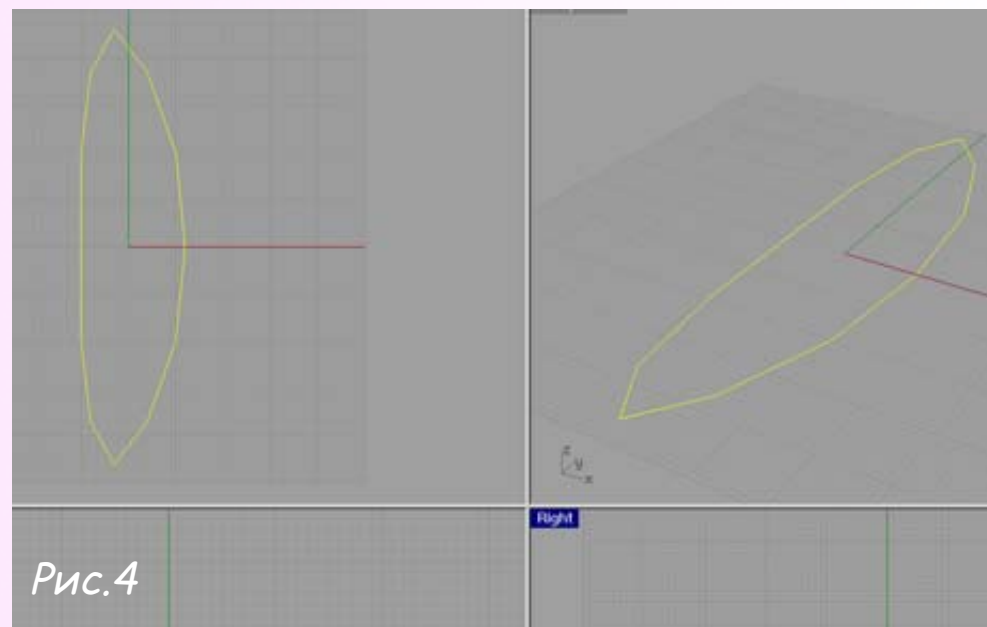


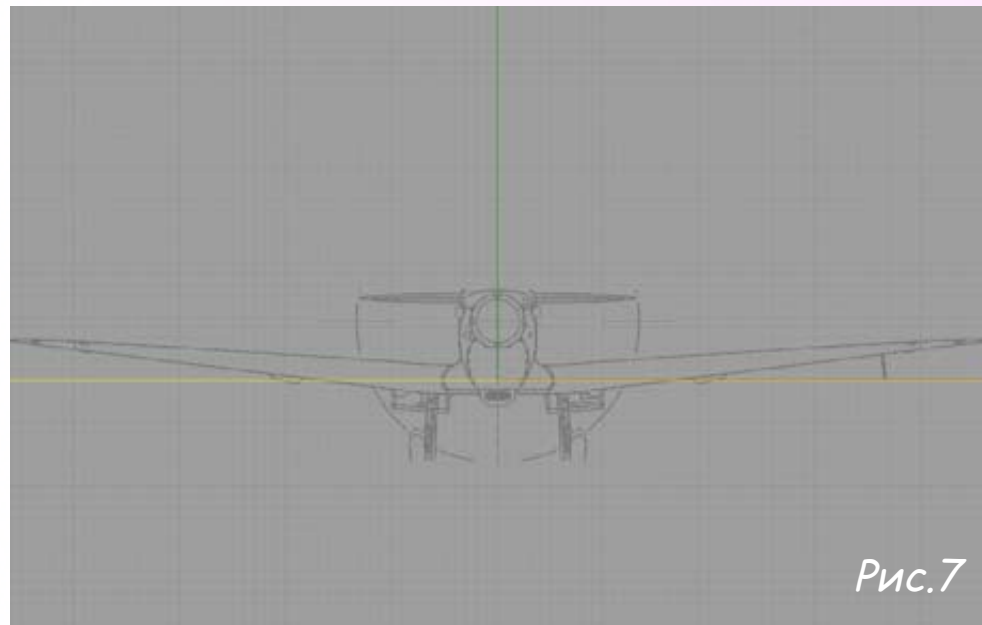
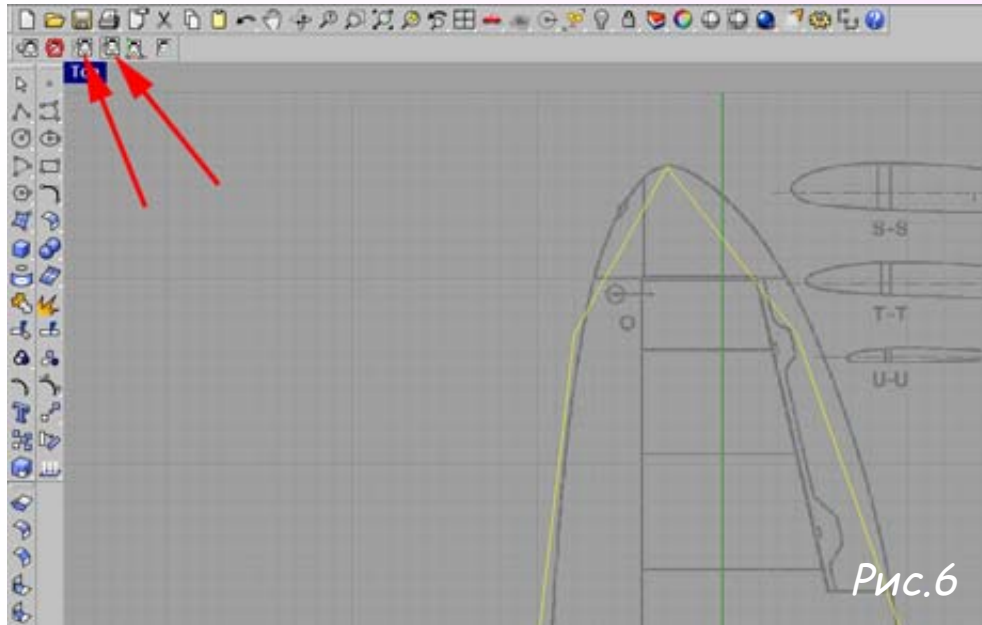
Рис.3



## Начало

Для использования данного подкладочного изображения его нужно разместить в рабочем поле программы 3D-построения Rhino4. Но предварительно я создаю очень простую модель детали, состоящую из элементарной ломаной кривой. Средствами масштабирования я придаю этой модели желаемые размеры (Рис.4). Данный метод помогает привязать подкладочный рисунок не только по габаритам во всех окнах, но и совместить оси симметрии рисунка и закладываемой модели (Рис.5-7). По завершении подгонки эту кривую можно уничтожить, так как свою функцию она полностью выполнила, и на смену ей придут более качественные линии.





## Почему это нужно?

Уже давно я решил для себя, что чертежам и схемам из печатных источников нужно доверять лишь отчасти. Информация, касающаяся сечений и линий обводов практически всегда в них ошибочна. Выражается это в том, что силуэт в плане не совпадает с видом сбоку и видом спереди по изгибам общих линий, что моментально проявляется в построении 3D-модели. Это говорит о том, что построение в материале по этим рисункам вестись не может, и рано или поздно упрётся в непреодолимую цепь несовпадений. Но роль этих чертежей неоспоримо важна для корректировки создаваемых кривых, с помощью которых будут образованы формы вашего самолёта, профили плоскостей и углы их установок.

Так или иначе, ваша работа будет вестись в режиме тщательного изучения и сравнения того, что вы имеете в подкладке с тем, что у вас получается в 3D.

### Рабочие кривые

Памятуя о том, что любая 3D программа справляется с локальными задачами лучше, чем с глобальными, надёжнее разбить деталь на несколько фрагментов. Какие именно? Поверхность консоли получится лучше, если её разделить на верхнюю и нижнюю корки и отделить от законцовки крыла, которая, в свою очередь, тоже будет состоять из двух половин - верхней и нижней. Таким образом, консоль будет состоять из четырёх отдельных корок.

Изготавливаем две основные кривые, образующие переднюю и заднюю кромки консоли (Рис.8-9). Следующий шаг: проводим три кривые, соответствующие месту положения трёх известных по чертежу нервюр. Они определяют вспомогательные координаты нервюр в виде сверху. Для того, чтобы они стали точными, а не вспомогательными, нужно определить угол атаки нервюры в данном месте.

В этом нам поможет подкладочный чертёж!!!

Очень важно строить профиль из двух кривых - верхней и нижней!!!

Эту операцию можно провести и позже методом рассечения кривой на два сегмента, но настоятельно рекомендую проводить её на начальной стадии.

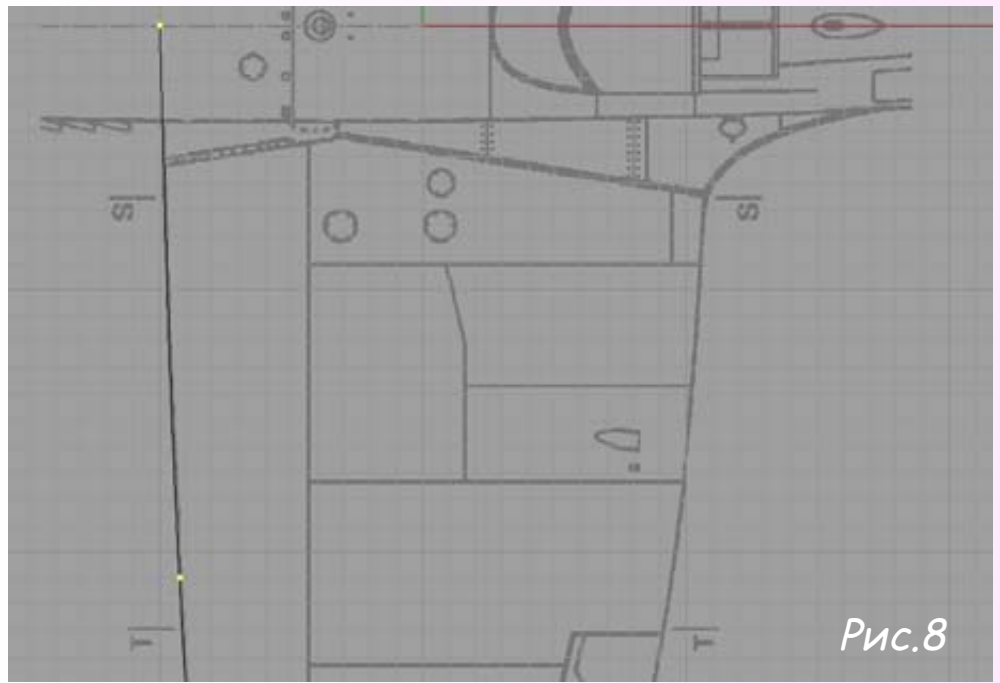


Рис.8

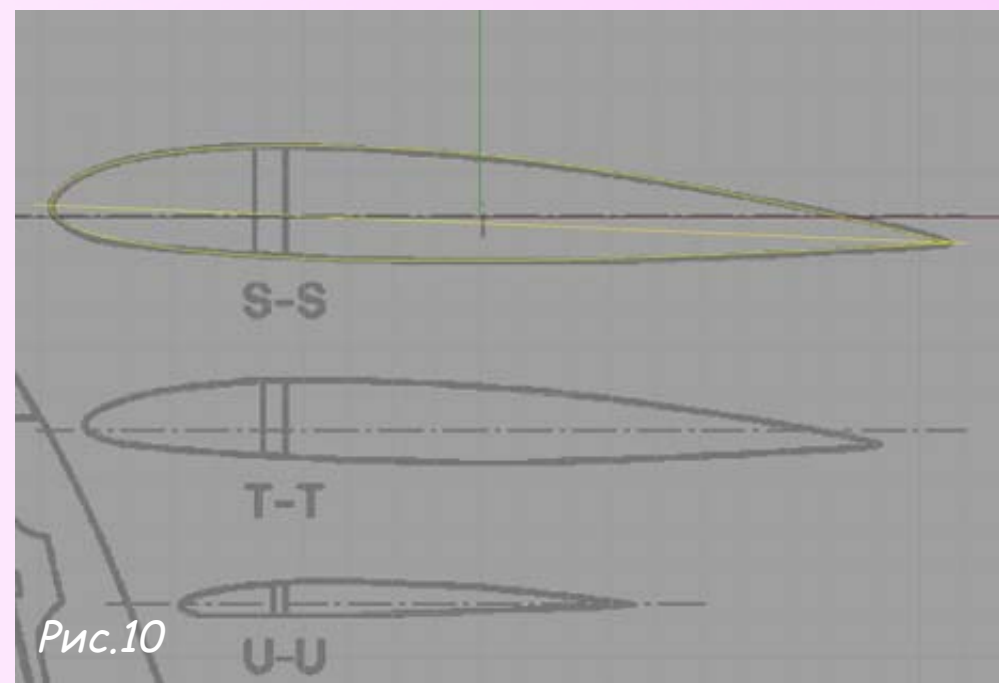


Рис.10



Рис.9

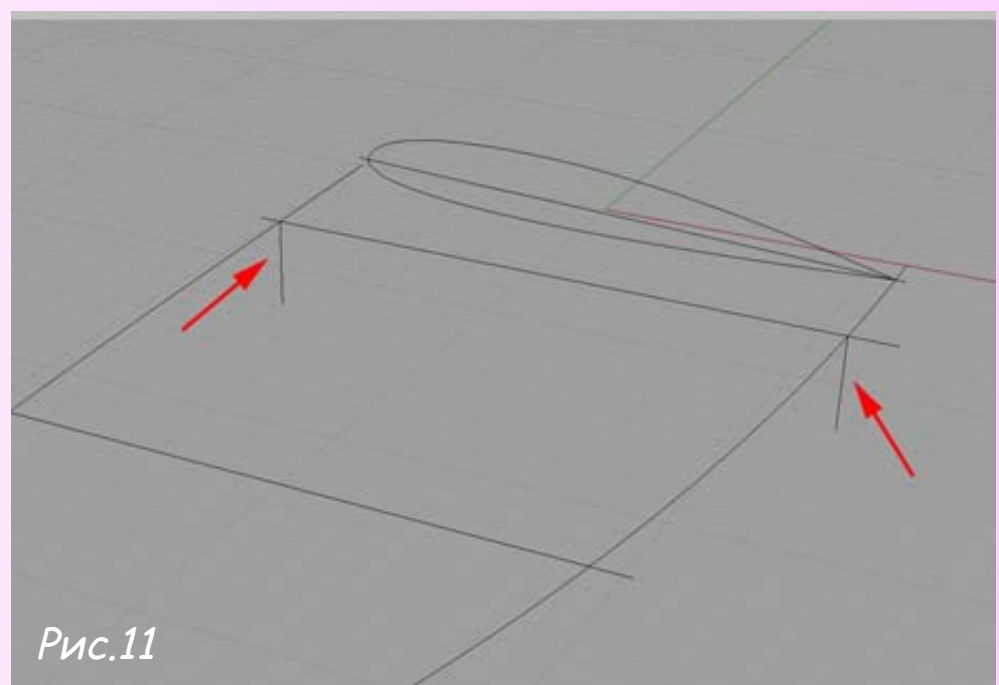


Рис.11



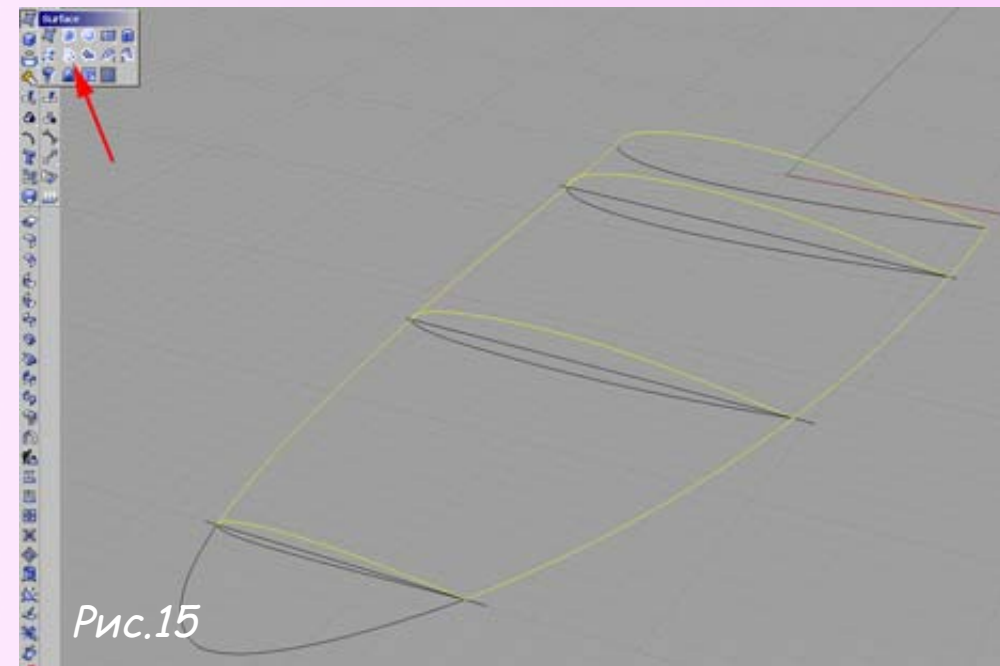
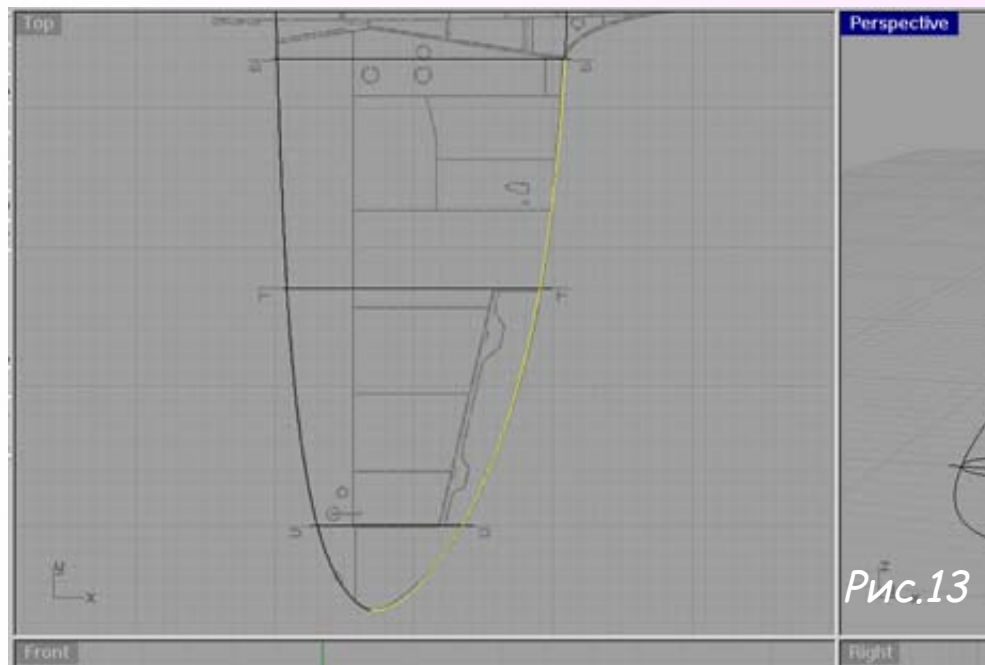
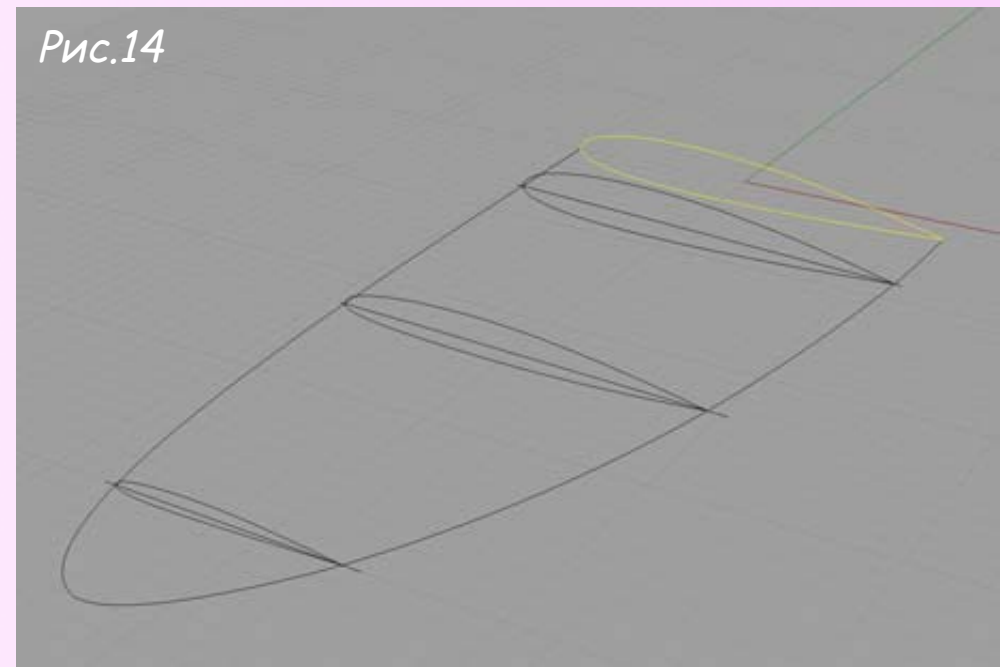
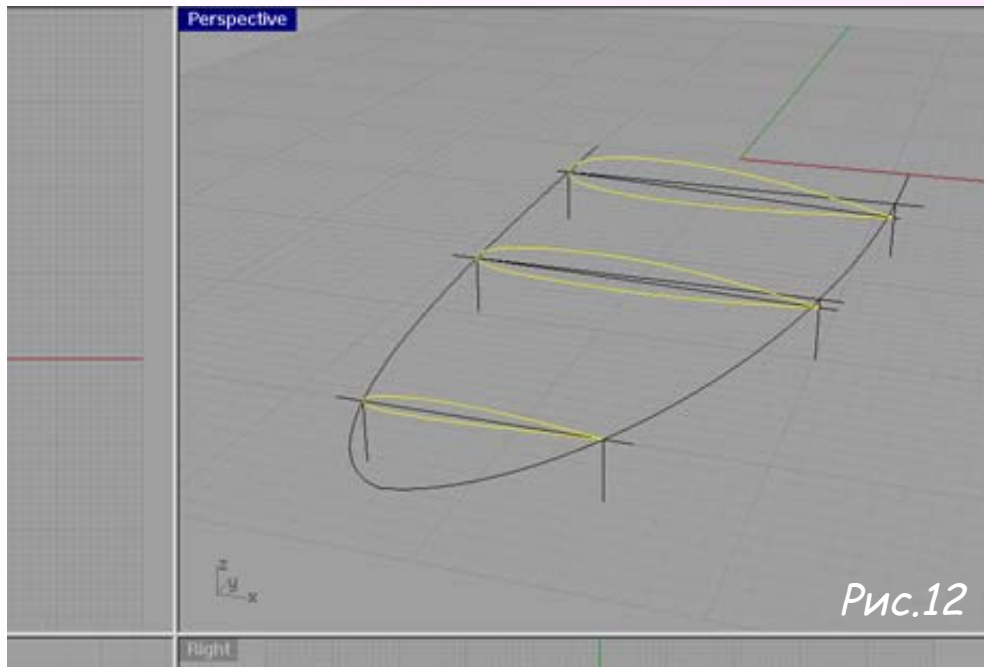
Построив очертание профиля (Рис.10), необходимо соблюсти точный его размер. Как это сделать? Последовательность действий может выглядеть следующим образом. На кривых, образующих вид консоли сверху, в опорных точках выставляются вертикальные отрезки, которые будут являться «рельсами». Вдоль них, используя привязку («снэп») к кривым, перемещаются точки лобика и хвостовика профиля (Рис.11). Получив такую возможность, можно смело масштабировать профиль и изменять его угол атаки. Подобную последовательность действий нужно применить ко всем отдельным профилям консоли (Рис.12). Из последнего рисунка видно, что крайние точки лобиков профилей лежат на передней кривой, а хвостовые отстают

от задней в соответствии с настроенным углом атаки. Одной из последних операций будет совмещение точек задней кривой с точками хвостовиков профилей (Рис.13). И в завершение копируем корневой профиль и сдвигаем его в осевую плоскость консоли, логически увеличив его по уже оговоренной методике (Рис.14).

Ну вот, мы пережили самое сложное в нашем построении!

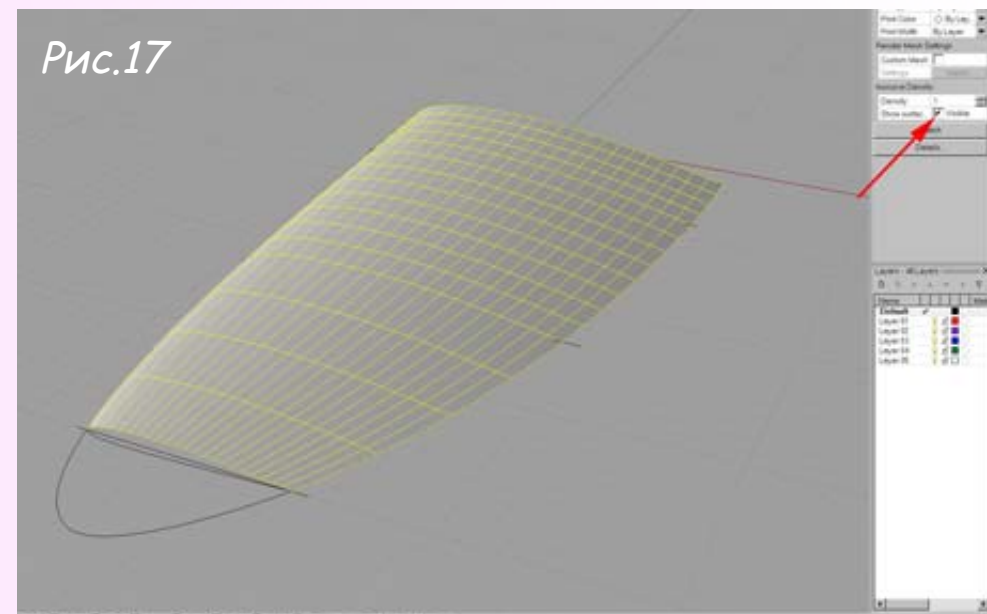
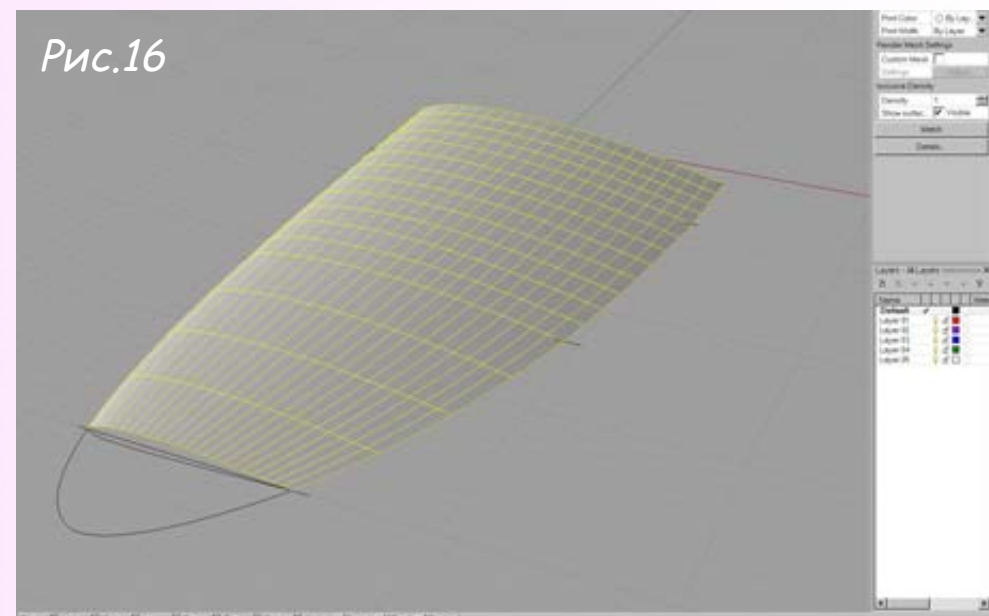
## Корки

Эта часть процесса наиболее приятна за счёт того, что состоит из простейшей операции, и результат наконец-то начинает быть видимым. Давайте рассмотрим кривые, которые будут участвовать в построении верхней корки (Рис.15).



Вы видите, что часть законцовки отсечена, а передняя и задняя кривые ограничиваются кривыми крайних полунервюр. Выбрав селекцией промежуточные полунервюры, применим команду построения корки (Рис.16). Корка построена! По умолчанию программа показывает первую итерацию сглаживания поверхности. Чтобы данная функция не мешала видеть результат, эту визуализацию можно отключить (Рис.17). Повторим последовательность данного параграфа для нижней половинки консоли и получим практически готовый сегмент крыла.

Следующая часть статьи будет посвящена построению законцовки консоли и вычерчиванию строительных элементов крыла - нервюр, лонжеронов, отклоняемых плоскостей.



Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

# Принципы подбора пропеллера на модель

*Константин Вишняков*

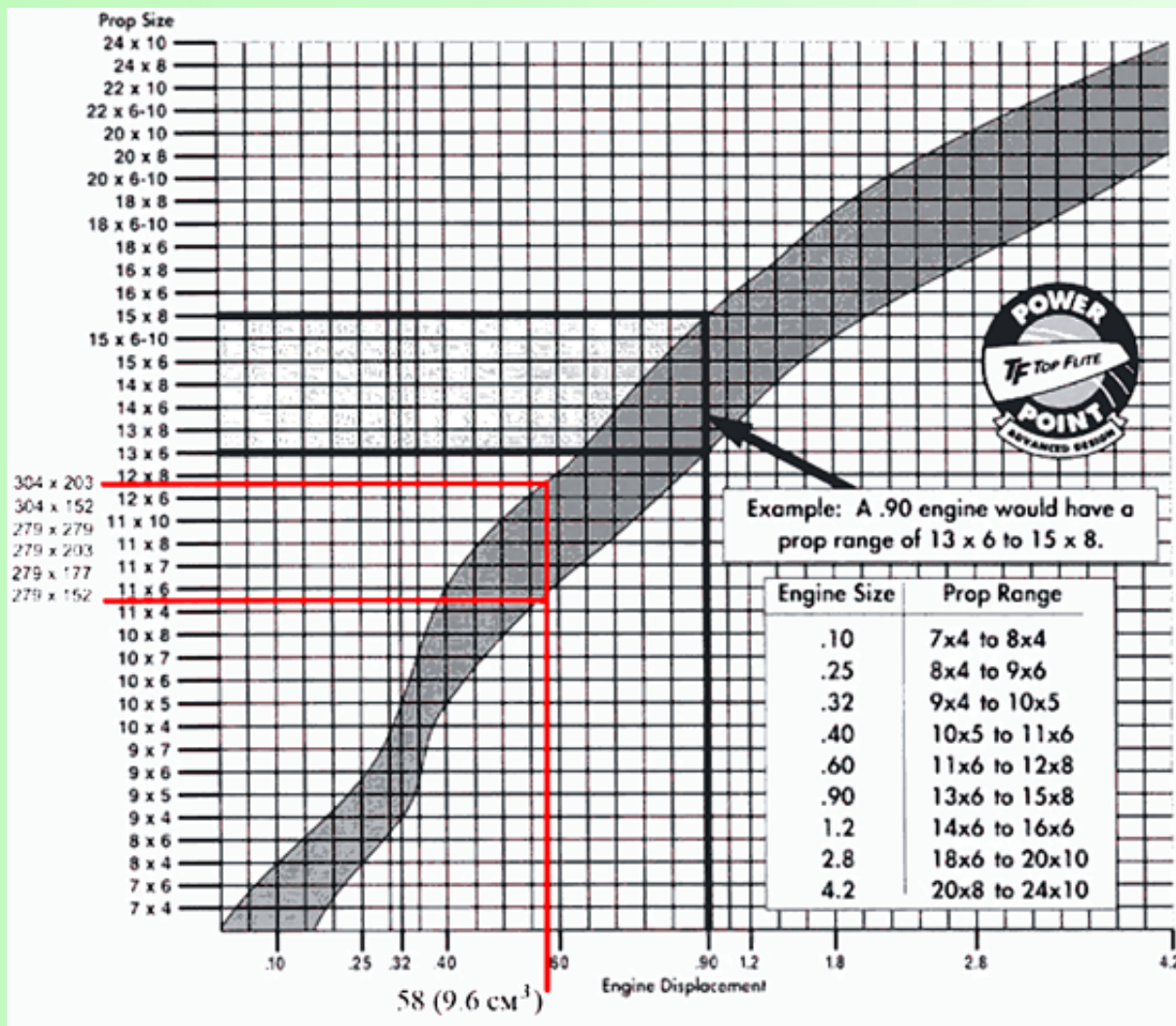
Проектируя очередной самолет, каждый моделист решает проблему подбора оптимального винта под выбранную мотоустановку. А разнообразие всевозможных двигателей может ввести в ступор при попытке решить вышеуказанную проблему.

Каков же выход, как решить проблему подбора оптимального винта, например, для конкретного электродвигателя?

Выход первый - спросить у более опытного товарища-моделиста или прислушаться к рекомендациям фирмы-изготовителя электродвигателя. Для ДВС можно воспользоваться следующим графиком на следующей странице.

Выход второй - воспользоваться специальной программой для выбора винта типа MotoCalc от Carable Computing, Inc (<http://www.motocalc.com>) или PropSelector от Gyles AeroDesign (<http://www.gylesaero.com>).

Выход третий - выбрать самому, предварительно теоретически обосновав свой выбор. Мы остановимся на третьем варианте, как самом интересном, и не только в познавательном плане.



Допустим, Вы приобрели двигатель внутреннего сгорания 58 размера (9,6 см.3). Распечатываем табличку на принтере, проводим вертикальную черту до пересечения с краями затемненной зоны. Горизонтальные линии станут определять границы размеров воздушного винта под этот двигатель. По этой таблице мы видим, что для двигателя 58 размера подойдут воздушные винты от 11x6 до 12x8, если

перевести в миллиметры, получаем от 279x152 до 304x203. Соответственно, если у нас скоростной пилотажный самолет, - выбираем с меньшим диаметром, но с большим шагом, если у нас фан-флай, - выбираем воздушный винт с большим диаметром и меньшим шагом.



Итак, что же это такое - правильно подобранный винт?

Все достаточно просто: правильно подобранный винт обеспечивает модели самолета оптимальную тягу в широком диапазоне скоростей полета, начиная со старта. Есть два крайних режима, в которых винт должен удовлетворительно работать: стартовый, - т.е. когда скорость воздуха относительно самолета равна нулю и крейсерский, - когда самолет летит с крейсерской скоростью. И, грубо говоря, в первом режиме двигатель должен не сгореть из-за избыточного момента на штатных оборотах, а во втором - тяга винта должна быть достаточной для полета и различных эволюций, зависящих от назначения конкретного самолета.

Не будем вдаваться в теоретические дебри, тем более как показывает опыт - теория и практика - это очень разные вещи. Как мы знаем, каждый самолет имеет некоторые конкретные ТХ - вес модели, площадь крыла, нагрузка на крыло, опираясь на которые, вполне возможно приблизительно подобрать винт, а уж затем последовательно приближать характеристики винтомоторной группы в нужную конструктору сторону.

А если еще проще, то:

Определяемся с аккумулятором для модели самолета - что есть у нас или что мы планируем купить. Выбирать надо специальные силовые аккумуляторы, способные отдавать большие токи. И это никак не GP из ларьков - у них отдаваемый ток порядка 2-3С, а у модельных аккумуляторов он

может быть до 30-40С - ощутимая разница, не правда ли?. При этом исходим из примерной нагрузки на крыло, а если проще - то где-то четверть веса модели должна уходить на аккумулятор. Это для самолета, для планера - можно не более 15-20 процентов. Для 3Д акробата - наоборот, до 30%.

Прикидываем, какую мощность аккумулятор способен отдать, помня о том, что электродвигатель должен соответствовать выбранной аккумуляторной батарее.

Оцениваем, хватит ли этой мощности для требуемых задач. При этом можно ориентироваться на следующие данные: планер - 100-120 ватт/кг, тренер - 120-150 ватт/кг, пилотажная модель - 150-250 ватт/кг, фан-флай - 250 и более.



Не забываем, что это мощность без учета КПД мотоустановки, т.е. для получения реальных цифр прибавляем еще ~25%....

Определяем оптимальные параметры двигателя. Обороты подбирают, исходя из назначения модели и возможностей токоотдачи аккумулятора. Мощность подбирают, исходя из веса модели. На данном этапе стоит рассмотреть возможность применения редуктора в мотоустановке. Редуктор ставят, в основном, на оборотистые моторы с малым крутящим моментом. При этом обороты примерно сохраняются, а мотор работает в нормальных условиях. Вместе с этим он может вращать больший и, соответственно, более эффективный пропеллер. Правда, при этом падает максимальная скорость,

которую может развить такой самолет, - она прямо зависит от максимальных оборотов двигателя, а те, с ростом коэффициента редукции, падают.

Собственно, подбираем винт.

Есть два параметра для подбора.

Первый - скорость полета. У нас есть площадь крыла, есть формула расчета скоростного напора, есть нагрузка на крыло. Нагрузка на крыло должна соответствовать определенному скоростному напору, а значит, - определенной скорости. Для электромоделей эта скорость лежит в пределах от 5 до 25 м/с - первая цифра примерно соответствует нагрузке на крыло 10г /дм<sup>2</sup> (метательный планер), вторая - 50-70 г/дм<sup>2</sup> (Су-33 на импеллерных движителях или бойцовая модель). Зависимость квадратичная, а так как

нагрузка на крыло - параметр конструкционный, то скорость аппарата должна зависеть от этой нагрузки и будет пропорциональна корню квадратному из неё.

Двигатель - любой, что БК, что обычный коллекторный - характеризуется максимальными оборотами, которые он от данного аккумулятора может развить. Например, для двигателя типа Speed400 эти обороты на уровне 15000 об/мин, т.е. порядка 200 об/сек.

Второй - нам надо, чтобы скорость винта в воздухе (т.е. обороты, умноженные на шаг винта) была больше, чем крейсерская скорость самолета не менее, чем на 30-40%, иначе винт просто не будет тянуть.

Взяв, допустим, упомянутый мною винт 12 на 6 (т.е. 300 на 150 мм, примерно) при редукторе 4:1 мы получим скорость вращения вала 50 об/сек и скорость отбрасываемого винтом потока в  $0.15 \times 50 = 7.5$  метра в секунду. Вывод: на таком двигателе с таким винтом при штатном питании нельзя разогнаться выше 7.5 м/с, т.е. более 30 км/ч. Если мы поднимем напряжение, то получим уже примерно 10 м/с. Т.е. с редуктором 4:1 400-й электродвигатель годится для скоростей порядка 5-7.5 м/с; с редуктором 1:2.5 и форсированием по напряжению - до 20 м/с; без редуктора вообще (скажем, в составе импеллера) - до 40 м/с.

Итак, с шагом разобрались. Теперь разберемся с диаметром.

$$D_B = 100 \sqrt[4]{\frac{N_{дв}}{V_{\max} \cdot n_B^3}}; \quad H_B = 30 \frac{V_P}{n_B},$$

где  $D_B$  — диаметр винта (м),  $H_B$  — шаг винта (м),  $N_{дв}$  — мощность двигателя (л. с.),  $n_B$  — частота вращения винта ( $\text{мин}^{-1}$ ),  $V_{\max}$  — максимальная скорость (км/ч).

Мощность двигателя переводим в Ватты исходя из того, что 1 л.с. = 735 Вт

### Пример:

Мощность двигателя 200 Вт = 0,272 л.с. Скорость - 30 км/ч. Максимальные обороты движка - 13000 об/сек. Из формулы диаметр винта получается 27 см, что в дюймовом эквиваленте соответствует 11, шаг по формуле получается 7 см = примерно 3 дюйма.

Зная параметры винта по формуле, можно определить необходимые обороты двигателя. Определяется необходимая частота вращения винта. Сравнивая ее с характеристикой двигателя, легко определить необходимую степень редукции оборотов.

$$n_B = \frac{10^4}{D_B^2} \sqrt{\frac{N_{дв}}{V_{\max}}}$$

В стартовом режиме мощность вырастет примерно в три раза - поэтому не следует злоупотреблять стоянием на старте на максимальной тяге - кратковременно такой режим допустим, но длительно его не стоит использовать. Запуск мотопланера с руки при максимальных оборотах занимает примерно 20 секунд:

5 на проверку двигателя, и 10-15 - на сам запуск и набор скорости. Это - примерная правильная затрата времени на максимальный режим работы двигателя. Также следует учесть, что помимо нагрева двигателя, такой режим усиленно «съедает» аккумуляторы.

Электродвигатели, особенно, бесколлекторные моторы, имеют высокий КПД при более широком спектре выходной мощности, что позволяет использовать с ними пропеллеры разного диаметра и шага. И чтобы не блуждать при подборе необходимого винта к модели, следует иметь в виду следующие нюансы:

- меньше диаметр, больше шаг -> выше скорость, меньше тяга;
- больше диаметр, меньше шаг -> меньше скорость, больше тяга.

- Подбирая пропеллер, придерживайтесь простого правила - сумма диаметра и шага должна быть примерно постоянной, это даст более или менее одинаковую нагрузку на мотор и более реальные результаты (см. выше). Правда, этим правилом можно пользоваться в узком диапазоне величин. Необходимо помнить, что мощность, потребная для вращения винта с постоянной скоростью, пропорциональна 4-й степени шага, но 5-й степени диаметра.

- Как известно, тяга винта с ростом скорости падает, тем сильнее, чем больше диаметр винта и ниже частота его вращения. Вместе с тем статическая тяга винта с большим диаметром обычно гораздо выше, чем у маленького. Вывод напрашивается сам: для скоростных самолётов нужен

высокооборотистый винт малого диаметра, тихоходному - большой малооборотистый винт.

- Толкающий винт по сравнению с расчётным должен иметь на 5-10 % меньший шаг.

- Почему не стоит обрезать концы винта? Казалось бы, правильно сконструированный винт имеет постоянный шаг по всей длине лопасти. Однако на практике шаг авиамодельного винта непостоянен: у основания больше, а к концу меньше.

Производителем указывается какой-то усредненный "рабочий" шаг, учитывая, что максимальная эффективность считается ближе к концу лопасти. Обрезая винт у конца, мы изменяем этот показатель - делаем шаг большим ...

### Пример:

*Если взять винт 9x6 и обрезать на дюйм, думая, что получим 8x6, то мы ошибемся, получим 8x7. Кроме того, при обрезании изменяется относительная ширина лопасти, что тоже меняет КПД винта.*

Поэтому такой способ «подбора» винта допустим лишь в крайнем случае.

Как вы знаете, винты бывают не только двухлопастные, но и трех-четырёхлопастные - копийные. Коротко о них можно сказать следующее: многолопастной винт имеет более низкий КПД, однако, более высокую тягу на единицу диаметра.

Обратите внимание на такой факт - лопасти бывают разной ширины. Не

вдаваясь в подробности, можно сказать, что, уменьшая ширину лопасти винта, можно немного повысить его КПД. Это действительно так, но для скоростных режимов с относительно небольшой нагрузкой на винт. При большой же нагрузке КПД винта с более широкой лопастью получается выше.

Нельзя не упомянуть и то, что пропеллеры еще бывают не только тянущие, но и толкающие. Тянущий и толкающий винты различаются направлением закрутки и профилировкой лопастей. Если тянущий винт крутить в другую сторону, т.е. против часовой стрелки, если смотреть по направлению полета, то он станет толкающим, но с очень плохим КПД. Потому что профиль лопасти пойдет к потоку воздуха повернутым на 180 градусов. Поэтому винт надо

перевернуть, двигатель тоже перевернуть и крутить В ОБРАТНУЮ СТОРОНУ.

А так крутить можно только электромоторы, включая бесколлекторники, но никак не ДВС - там понадобятся кардинальные переделки двигателя.

Еще есть складные винты - для мотопланеров.

Особенность такого винта в том, что он сборный, состоит из хаба (центра) и нескольких - двух-четырех - лопастей, которые могут складываться вдоль продольной оси самолета.

Применяются на планерах - после затяжки на 100-200м двигатель выключается, лопасти прижимает набегающим потоком, и лишнее сопротивление движению исчезает - можно парить.



## Балансировка винтов

Ну, и выбрав винт, не забываем проверить его балансировку. В общем-то, у качественных винтов аэродинамическая и весовая симметрия довольно неплохая, - сделаны-то они из одного материала в одной и той же неизнашивающейся форме. Но проверить не мешает, не забываем что обороты у винта модели с электродвигателем достаточно высокие и разлетевшийся несбалансированный винт - это уже ЧП.



Не вдаваясь в теорию, отмечу, что лопасти будут статически и динамически сбалансированы, если они имеют одинаковый вес и их

центры тяжести находятся на одинаковом расстоянии от точки крепления к втулке и от передней кромки. Иными словами, только при выполнении одновременно этих двух условий лопасти не будут вызывать дополнительной вибрации.

Балансировку винта проверить достаточно просто - для этого есть специальные приспособления. Ну, а если такового нет в вашем арсенале, то подойдет, например, круглая авторучка. Надеваем винт на нее, фиксируем в разных положениях, с разным наклоном продольной оси винта и смотрим. Если ни одна лопасть не перевешивает, т.е. винт остается в том положении, в котором вы его установили, то винт сбалансирован. Если нет, то пропеллер балансируем. Балансируют винты зашкуриванием,

но ни в коем случае не наклеиванием скотча на лопасти - это можно только на вертолетах, с их низкой угловой скоростью вращения винта. Шкурить желательно по всей длине, т.к. кроме статической балансировки, нужно постараться обеспечить и динамическую балансировку, а при изменении длины лопасти, например, при подрезании, последняя заведомо нарушается - изменяется положение центра масс лопасти.

### **Маркировка винтов**

Запомните, что согласно практике производителей модельных товаров, винты маркируются в дюймах, например, EP1047 или EP1060, где первые две цифры - диаметр, последние две цифры - шаг.



Ну а дюйм, мы помним, равен 25,4 мм. НО, следует иметь в виду, что винты с одинаковым обозначением бывают разные, например 1060 GWS - это оранжевый винтик весом 10 граммов с тонким профилем для слоуфлаеров до 400г веса, а 1060 APC - это серый винт весом под 50 граммов веса для моделей с ДВС, килограммового и более класса.



Винт 1060 (опять же от APC) - есть еще и складной. Поэтому помимо диаметра и шага, следует обращать внимание, на какие обороты рассчитан приобретаемый винт.

И последнее, что пока экзотика у нас, - это винты изменяемого шага - ВИШ.

На обычных моделях их применение нецелесообразно. ВИШ, конечно же, даст на малых скоростях прирост тяги за счет более высокого КПД, теоретически - т.е. мы сможем УМЕНЬШИТЬ шаг и увеличить скорость вращения двигателя, сняв с него больше КПД, или наоборот - УВЕЛИЧИТЬ шаг и получить за счет временной перегрузки большую тягу. Практически же, ВИШ позволяет в процессе полета моментально изменять тягу мотоустановки модели на противоположную. Что в плане выполнения фигур пилотажа дает фантастические возможности!



Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

“Одномоторные поршневые истребители ВВС РККА 1930-1945”, Ю. Гугля, изд.: Major, 2004 г. - 114 с.: ил.

*Информацию подготовил Игорь Мороз*

Отечественные истребители всегда занимали достойное место в мировом самолетостроении, впрочем, как и другие типы летательных аппаратов. Следует учесть, для этого нашим конструкторам приходилось, как правило, прилагать значительно больше усилий, чем их зарубежным коллегам, иногда проявлять чудеса изобретательности... Данное обстоятельство объясняется почти хроническим отставанием в области двигателестроения, радиоэлектронного и другого специального оборудования, более низким уровнем технологии и культуры производства, очень часто — отсутствием или дефицитом нужных материалов.

ЮРИЙ ГУГЛЯ

**ОДНОМОТОРНЫЕ  
ПОРШНЕВЫЕ  
ИСТРЕБИТЕЛИ ВВС РККА  
1930 - 1945**



JURY GUGLYA

**SOVIET AIR FORCES  
SINGLE-ENGINED CLASSIC WARBIIDS  
1930 - 1945**

Однако, высокий уровень конструкторской мысли и научного обеспечения позволял строить вполне современные истребители, иногда не только не уступающие, но даже превосходящие по летно-техническим характеристикам (ЛТХ) лучшие зарубежные:

И-15 и И-16 — в середине 30-х годов;

МиГ-15, МиГ-17 — конце 40-х -начало 50-х;

МиГ-19 — в середине 50-х;

МиГ-21, Су-9 — в конце 50-х — начале 60-х;

МиГ-25 — в 60-х — 80-х годах;

МиГ-29, МиГ-31, Су-27 и их модификации — с конца 70-х годов и до настоящего времени.

И только во время Второй Мировой войны подавляющее большинство в советских ВВС составляли посредственные истребители, небольшую часть — хорошие (Як-3, Як-9У, Ла-5ФН, Ла-7), а выдающихся на вооружении не было вообще. Об этих истребителях речь в данной книге.



№ 22 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Полетный экипаж истребителя в 1942 г. сзади на первом плане — командир экипажа лейтенант Александр Александрович Шенников (№ 22), в центре — наблюдатель Александр Александрович Шенников (№ 22), впереди — наблюдатель Александр Александрович Шенников (№ 22). Сзади в центре — наблюдатель Александр Александрович Шенников (№ 22). Сзади в центре — наблюдатель Александр Александрович Шенников (№ 22). Сзади в центре — наблюдатель Александр Александрович Шенников (№ 22).

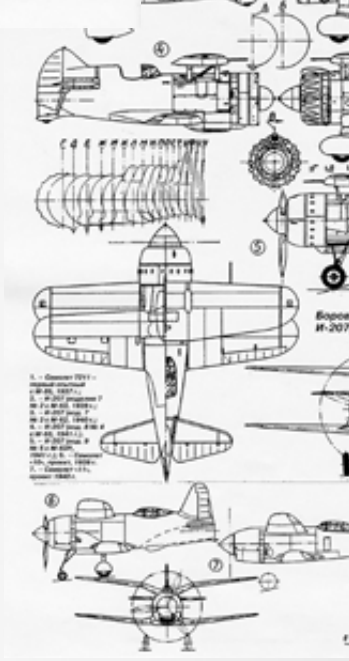


№ 22 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Этот истребитель был построен в 1942 г. на заводе № 22 в городе Казань. Он был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

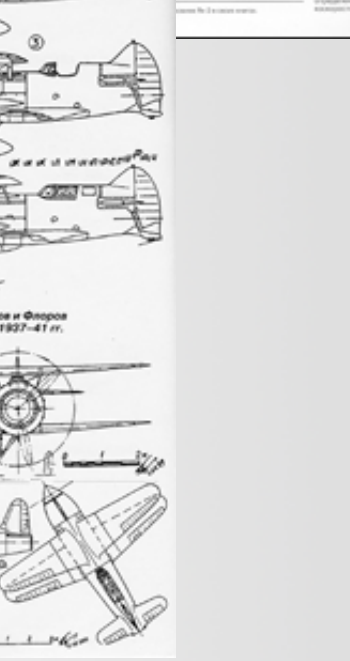


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин



№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

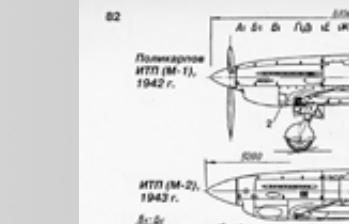


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

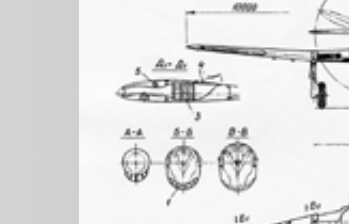


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

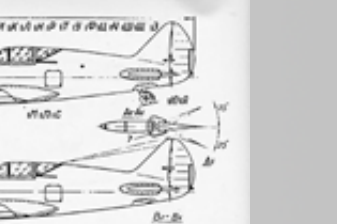


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

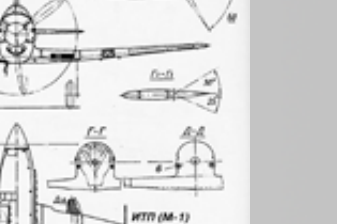


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

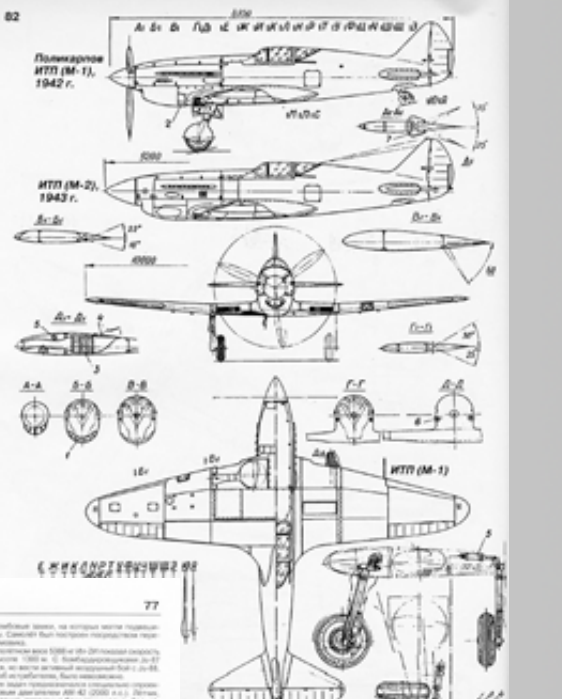


№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин



№ 21 на взлете в аэропорту в начале 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.

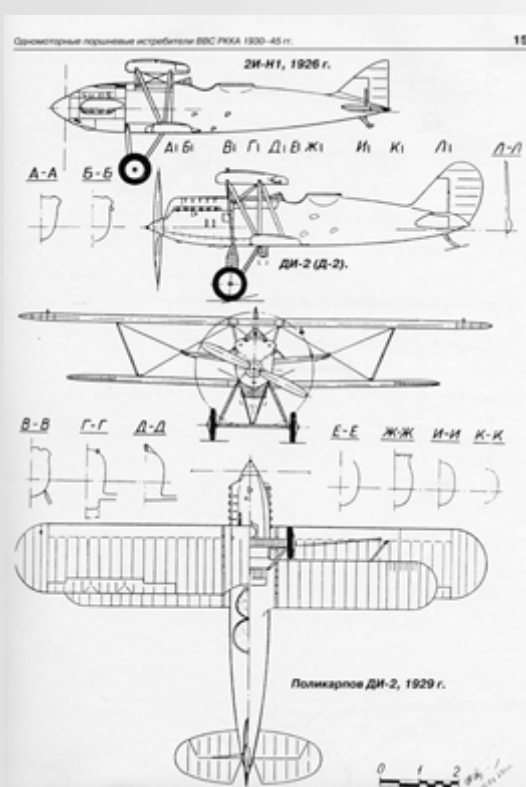
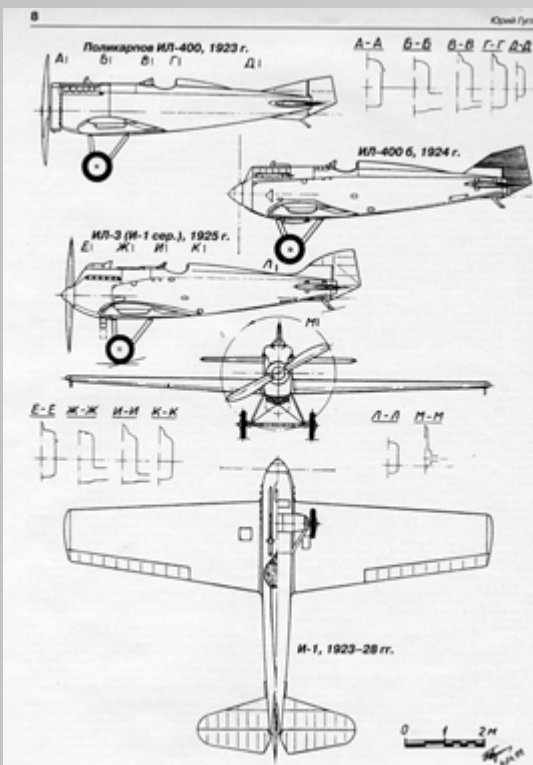


Истребитель ИТТ (М-1), 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин



Истребитель ИТТ (М-1), 1942 г. Фото: Ю. С. Гурин

Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА. Истребитель был построен в соответствии с требованиями, предъявленными командованием ВВС РККА.



## Содержание

Первые советские истребители .....	3
Истребители начала 30-х годов .....	5
Двухместные одномоторные истребители .....	6
Бипланы и монопланы 30-х годов .....	18
Некоторые тенденции и закономерности .....	33
Первые истребители нового поколения	
И-180 и И-28 .....	34
Противники и союзники .....	36
Итак, конкурс .....	38
Количество или качество? .....	58
Самые удачные модификации .....	66
О некоторых мифах .....	71
Тяжелые пушечные истребители .....	73
Некоторые особенности и выводы .....	88
Заключение .....	89
Боковые проекции и таблицы .....	90

Информация к сведению: Все файлы электронных материалов в этой категории и всех ее субкатегориях представлены исключительно в ознакомительных целях. Публикация данных материалов не несет никакой коммерческой выгоды, а способствует побуждению читателя к приобретению бумажного варианта издания. Все авторские права на электронные материалы сохраняются за их правообладателями. Запрещено коммерческое и иное использование кроме их предварительного ознакомления. После ознакомления с содержанием любого файла Вам необходимо незамедлительно удалить его. Копируя и сохраняя его, Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему законодательству об Авторском праве.

Примечание: Книга доступна для скачивания в течение 24 часов с момента опубликования журнала в Интернет. Ссылка для скачивания находится в текстовом приложении к журналу файле Link.txt.

Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)



# Кок для трехлопастного винта СВОИМИ РУКАМИ

*Сергей Матушкин*



Рис.1



Рис.2

Обтекатель воздушного винта (далее - кок) - неотъемлемая часть самолета, придающая не только улучшенные аэродинамические характеристики, но и внешний вид летательному аппарату. В авиамodelьном творчестве применяются различные формы и разнообразные виды обтекателей, вплоть до копийных, внешне повторяющих оригинал. Последние мы затронем немного подробнее. Как мы знаем, аэродинамические характеристики зависят от масштаба модели и на небольших самолётах используются, как правило, двухлопастные винты, кок к которым можно легко подобрать практически в любом модельном магазине. (Рис.1,2)

К винтам с тремя и более лопастями, да и к копийным моделям кок подобрать очень трудно. И в магазинах редко встретишь подобные обтекатели, допустим, для так называемых «метровых» электромоделей. В основном, можно купить большие трехлопастные обтекатели для ДВС самолетов. Также не каждый кок для двухлопастного пропеллера подойдет по форме на модель-копию, здесь, как ни крути, - придется делать самому. Не так трудно, как кажется, изготовить кок самому, имея минимальный набор необходимого инструмента и материала и, естественно, желаниа. Об этом сегодня и поговорим, затронув только электромодели, так как для ДВС самолетов кок еще несет большую нагрузку во время пуска стартером двигателя, и, соответственно, должен

отвечать требованиям прочности. Однако принцип можно почерпнуть и из этой статьи. В рамках одного рассказа, конечно, не охватить все многообразие способов изготовления обтекателя, остановимся на нескольких вариантах.

Первый - с креплением болтами (или саморезами), - подойдет на модели спортивных самолетов, таких как Сухой «СУ-31», «Катана» и т.д., где полная копийность не столь важна (я имею в виду немного торчащие крепежные болты).

Второй способ, набирающий популярность - с магнитным креплением, которое, на мой взгляд, является очень удобным для монтажа пропеллера, т.к. не надо ничего откручивать - просто потянул и снял. Еще один плюс - можно добиться

полной копияности - нет торчащих крепежных приспособлений. Главное - соблюсти центровку и как можно точнее подогнать переднюю часть кока к основе, далее «базе». Но обо всем по порядку.

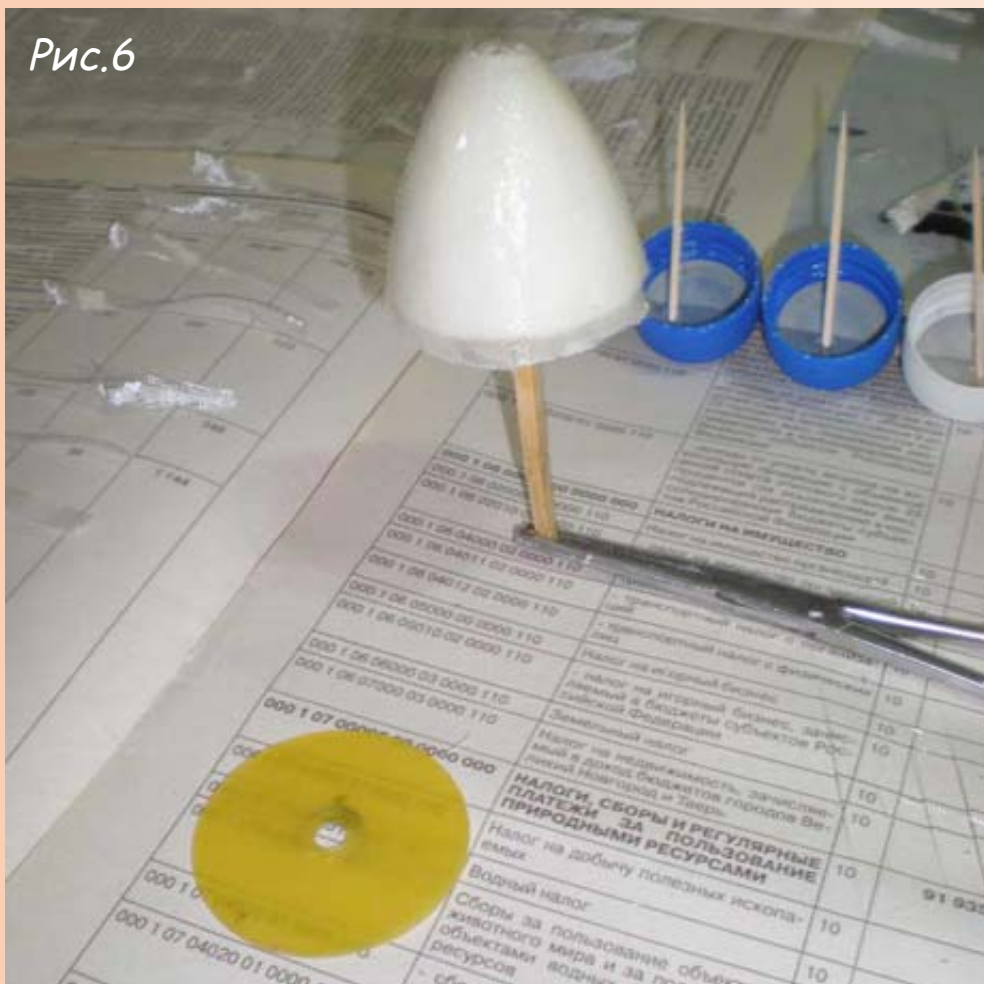
Первый, как было сказано выше, вариант - с креплением обтекателя на болтах или саморезах. Для начала определяемся с размерами обтекателя и изготавливаем пенопластовую заготовку кока методом вытачивания на дрели. Этот процесс, думаю, понятен всем, и его я пропущу. После выпиливания болвана переходим к формированию кока из композитных материалов, которые в наше время не дефицит, и достать их не составит особого труда. В нашем случае мы сделали обтекатель из стеклоткани по-простому, без применения матриц и

т.д., но можно пойти и путем посложнее, как сделал Юрий Кузнецов для «Як-1Б» - пенопластовый пуансон, оклеенный стеклотканью на эпоксидной смоле, но еще не полимеризовавшейся, погружается в гипсовую форму, промазанную специальным разделителем или мылом (рис.3,4,5)

Этот способ дает более точную форму и центровку кока, а это особенно важно, если планируется крутить пропеллер на больших оборотах. Но вернемся к нашему «простому» методу. Режем аккуратно полоски стеклоткани и покрываем смолой наш пуансон, предварительно промазанный мылом и высушенный, для легкого удаления болванки (рис.6). Далее постепенно прикладываем наши полоски с небольшим нахлестом, и несколько раз



Рис.6



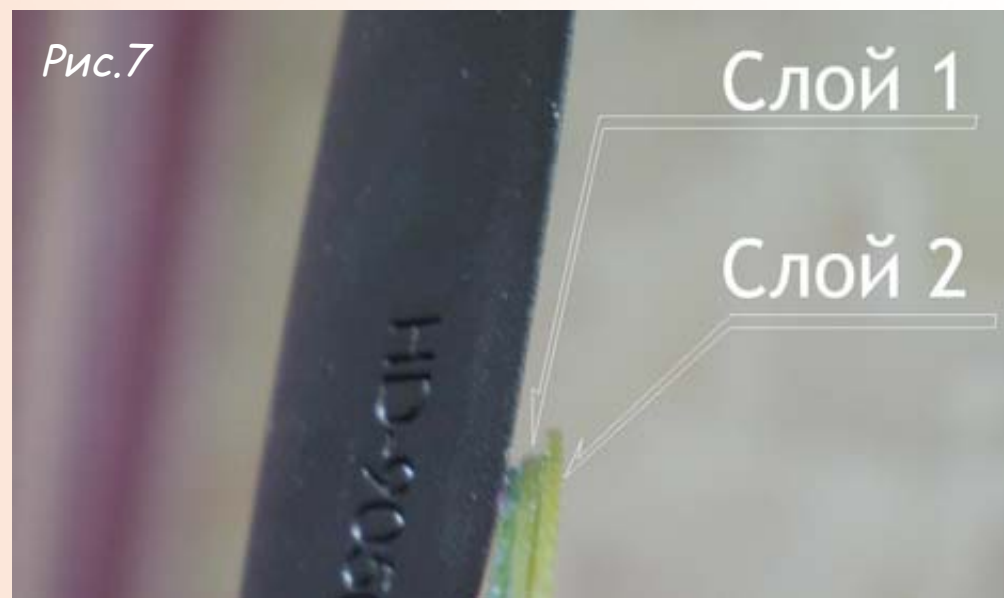
проходим «по кругу» - получается укладка в несколько слоев. Автор делал несколько подходов, но на быстрой смоле.

Вот наша конструкция окончательно полимеризовалась, самое время её

обрезать и приступить к следующей фазе - изготовлению «юбки» или базы, к которой будет крепиться наш обтекатель.

Состоит база кока из нескольких слоев материала, в данном случае, из двух слоёв текстолита толщиной 0.5 мм, но можно использовать и миллиметровую фанеру. Слои делаются с разными диаметрами (рис.7).

Рис.7



Первый (Слой 1) слой должен входить внатяг внутрь обтекателя (рис.8), второй (Слой 2) - чуть больше прежнего - равный внешнему диаметру основы обтекателя. Получается, что первый слой центрует кок на базе, а второй, собственно, - удерживает его от проваливания. Аккуратно склеиваем слои на оси из соображения точности подгонки, потом ставим обтекатель на базу, зажимаем с обеих сторон (рис.9) и шлифуем (рис.10).



Шлифовкой придаём окончательную форму, избавляясь от лишнего материала, влияющего на центровку. Без использования матричного формования получилось так, что материала с одной стороны оказалось немного больше, чем с другого. На глаз различить трудно, но это может проявиться с увеличением оборотов - центробежные силы при больших оборотах нешуточные. Развалиться, может, и не развалится, но на подшипниках мотора скажется неблагоприятно, и придаст вдобавок вредных вибраций. Замечу, что пенопластовый болван надо делать тщательней, но теперь можно от него избавиться - растворить ацетоном и промыть горячей водой, чтобы удалить мыло или другой низкотемпературный разделитель.

Следующий этап нашего творчества - монтаж крепежа для обтекателя, он у нас будет крепиться на болтиках с резьбой 1.6 мм. Так как лопасти три, то и крепежных болтов - тоже три, для симметрии и, опять же, для центровки. Размечаем при помощи будущего пропеллера свободное место под брусочки (рис.11), в которые будут ввинчиваться саморезы или будут вклеены гаечки под болтики. Шлифуем поверхность текстолита (рис.12) для лучшей адгезии и клеим деревянные брусочки из прочного дерева, помня о прочностных особенностях волокон древесины (рис.13). Можно, как альтернативу, взять и пластик. Необходимо довести базу, т.е. брусочки в дрели, до формы внутренней поверхности кока. Это делается постепенно, чтобы не сточить лишнее.



Рис.11



Рис.12

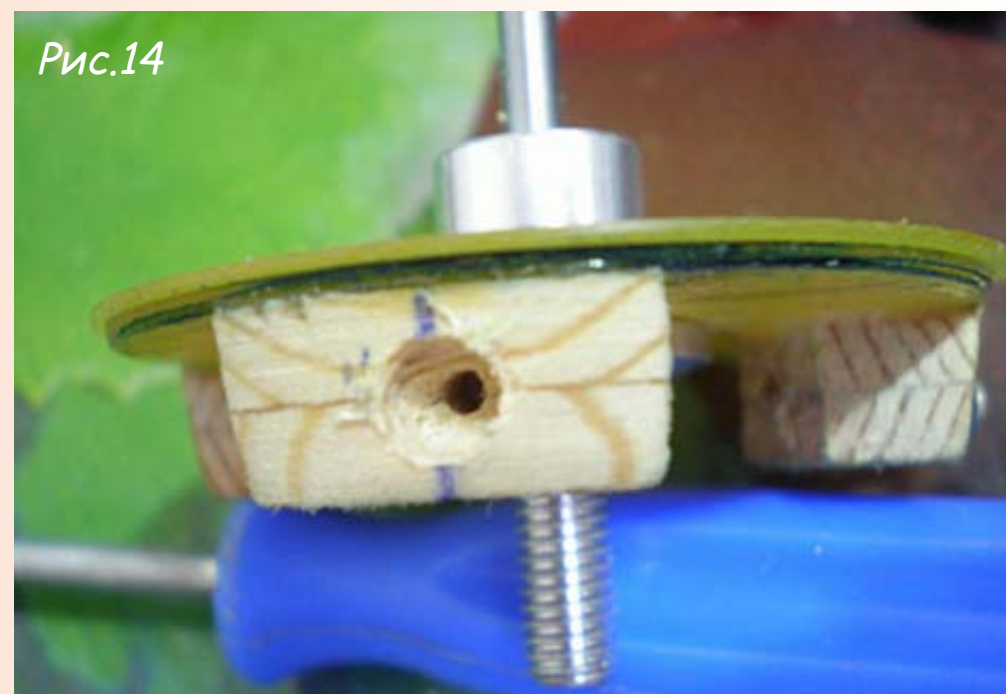


Рис.13



С этим мы справились, и теперь можно клеить гаечки. Для этого размечаем (можно при помощи пропеллера) точки крепежных отверстий и сверлим отверстия диаметром, равным диаметру нашего болтика, можно насквозь. Потом сверлим сверлом, равным диаметру нашей гаечки, на глубину гайки или, как в нашем случае, двум (рис.14). Далее заворачиваем гаечки на половину болтика и вставляем в отверстие, аккуратно с боков заливая клеем, допустим, ЦА (рис.15). Когда клей затвердеет, можно болтики выкрутить. В принципе, в твердом дереве винт может держаться и без гаек, но для пущей уверенности лучше покорпеть. В коке просверливаем отверстия под болты, и его можно прикручивать. При «толстостенном» обтекателе можно

использовать болтики с потайными головками, и раззенковать под них отверстия в обтекателе, тогда крепеж будет совсем не видно после покраски (рис.16). Вот кок и готов, осталось вырезать лопастные выходы, смонтировать на модель и - в полет (рис.17,18). При удачной центровке обтекателя дисбаланс ощущаться не будет.



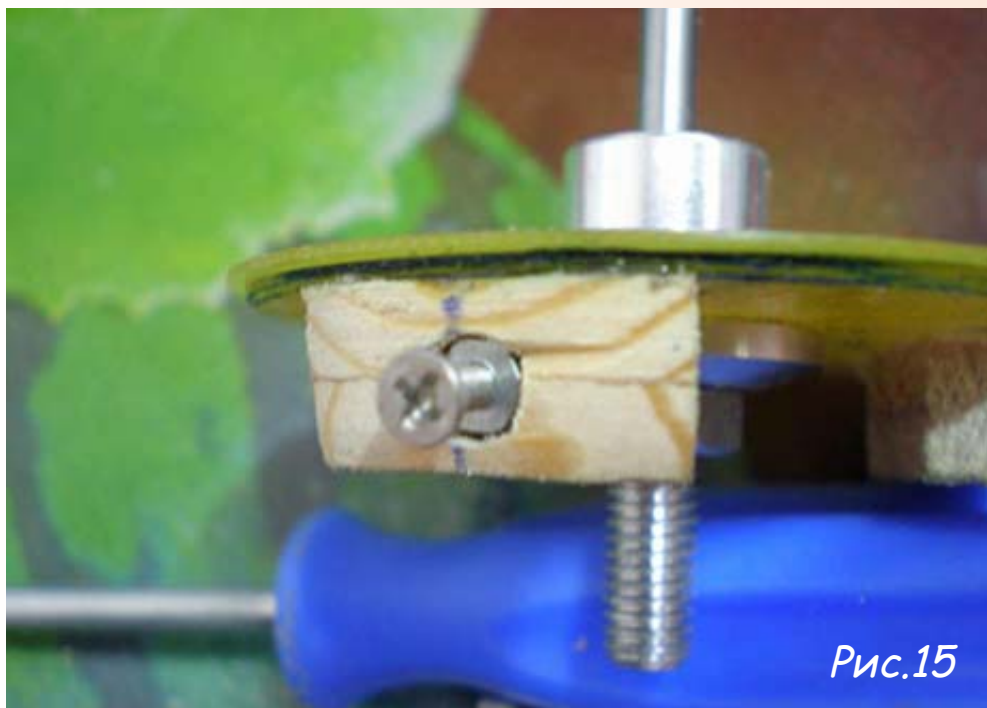


Рис.15



Рис.17



Рис.16



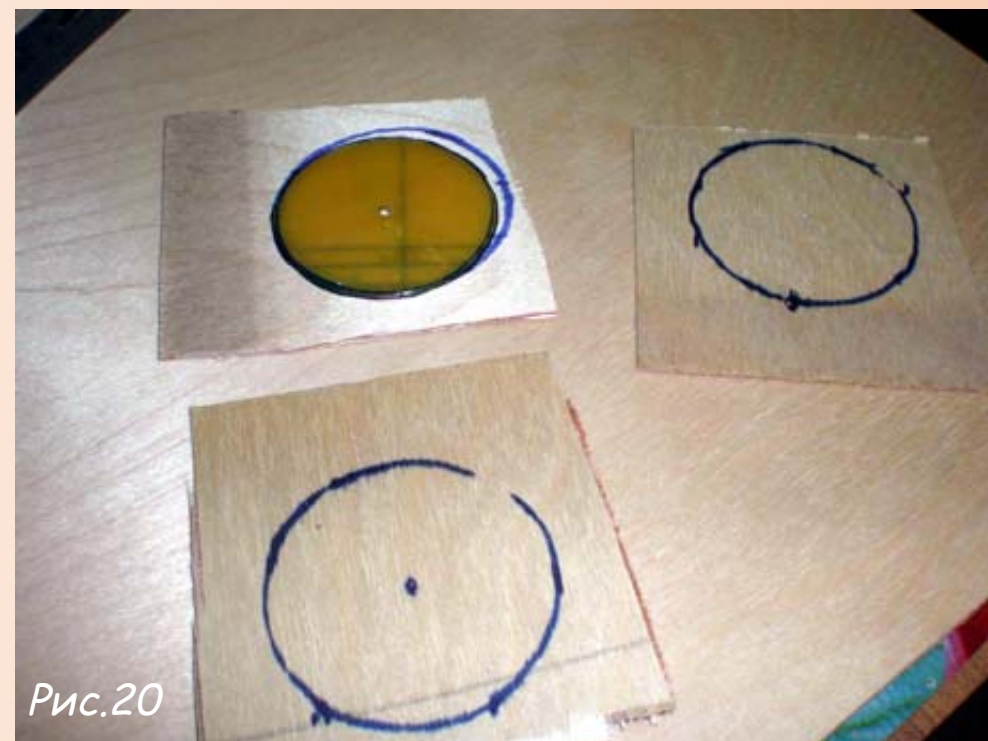
Рис.18

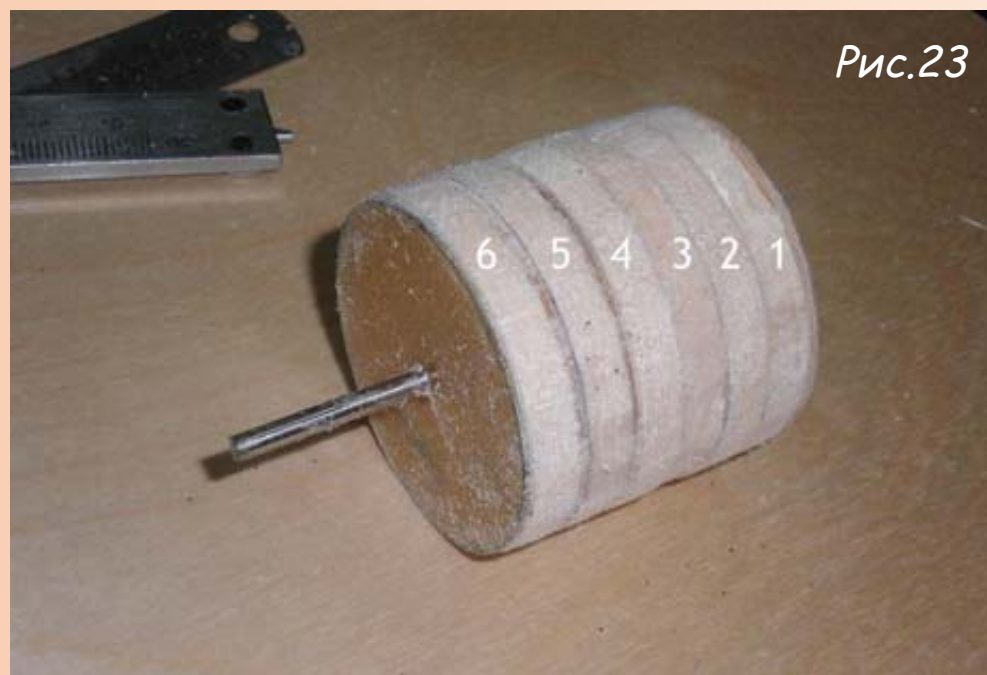
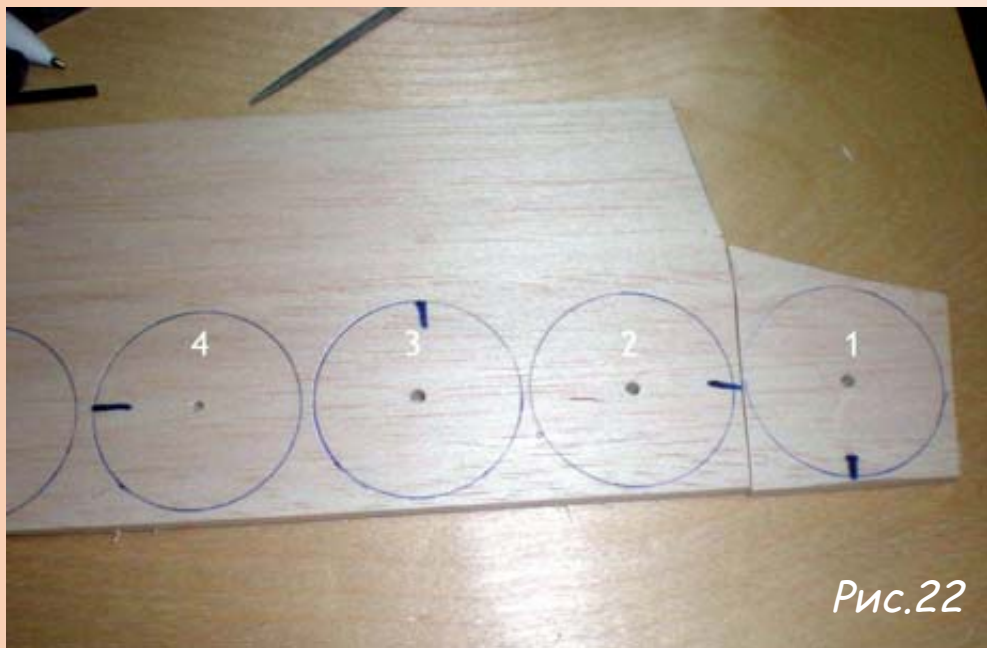
Ну вот, теперь можно перейти к изготовлению второго варианта обтекателя - с магнитным креплением. Здесь немного проще - болтики с мелкой резьбой, которые, может, и не очень легко найти, заменяются магнитами. К тому же, легче обслуживать обтекатель, т.е., меняя пропеллер, достаточно лишь с небольшим усилием потянуть и снять кок.

Изготовление начинается с определения размеров и вытачивания базы, которая состоит, как и в первом варианте, из двух слоев (рис.19). В данном случае слои симметричные, т.е. с одинаковыми диаметрами. Это, в принципе, не обязательно, можно просто взять текстолит или фанеру потолще, мотивация автора в данном случае в том, что 0.5 мм текстолит

можно легко резать ножницами. Далее нам понадобятся два фанерных или текстолитовых кружка такого же диаметра (рис.20). В этом случае целесообразней использовать дерево, так как оно легче поддается обработке на дрели. После подгонки диаметров наших «кружочков» (рис.21) откладываем их в сторону, - они пригодятся нам позже, - и переходим к вырезанию из бальзы (6мм или другой) круглых заготовок кока. Бальзу можно заменить плотным пенопластом. Во время резки бальзы желательно сразу сделать метки слоев (рис.22), ведь бальза бывает переменной плотности вдоль планки. Так как слоев у нас четыре, то 360 градусов делим на число заготовок и получаем 90 градусов, этим мы добьемся правильной центровки.

Склеить все можно на эпоксидном клее в такой (рис.23) последовательности: текстолит, слой 6-8мм бальзы (на рис.23 под номером 6), фанера, - это трехслойная база. Далее можно положить полиэтиленовую прослойку, чтобы база и кок не склеились, и продолжаем нанизывать: слой 6-8 мм бальзы (на рис.23 под номером 5), фанерное кольцо, и наши четыре слоя бальзы, склеенных волокнами под углом 90 град. в последовательности, как на рис.22. Теперь после склеивания и полимеризации клея обтачиваем обтекатель до нужной формы (рис.24,25).





Вооружившись пропеллером (рис.26), который планируется установить на модель, делаем разметку (рис.27) на «юбке» и удаляем лишнее дерево, слой фанеры и бальзы, но не трогаем текстолит (рис.28). Таким образом, формируем посадочное место под винт. Если пропеллер немного «толстый» - можно убрать лишнее с самого обтекателя и сделать углубление в центре (рис.29) для монтажной гайки цанги.



Рис.26



Рис.27

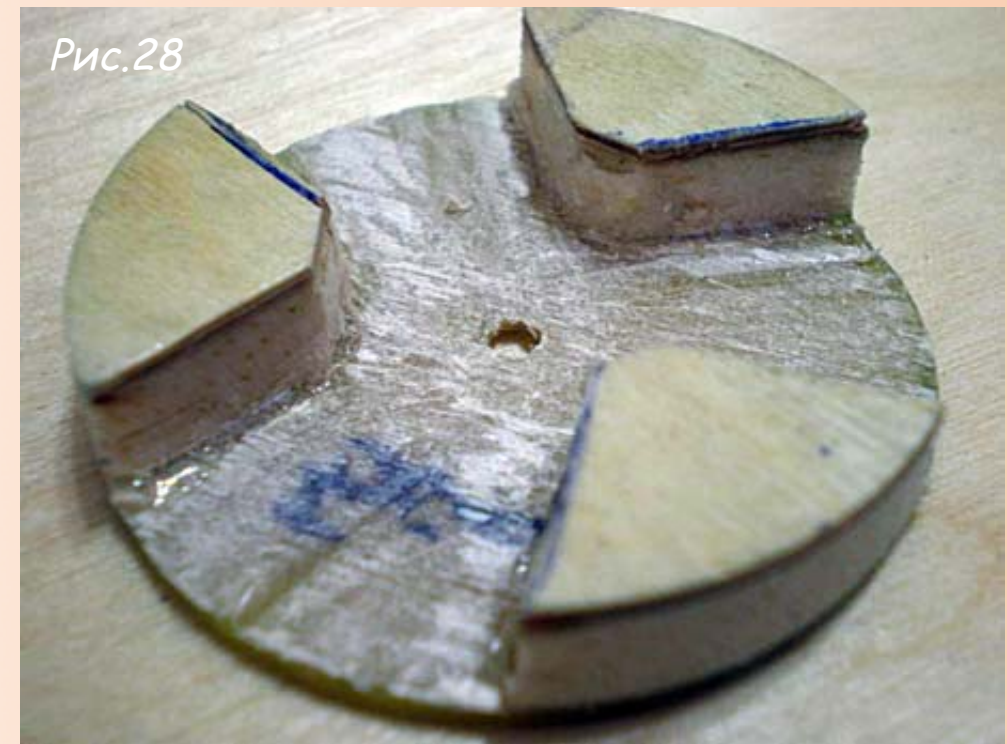


Рис.28



Рис.29

Далее нам понадобятся три штырька (рис.30), которые на пару миллиметров длиннее суммарной толщины базы и первого бальзового слоя кока с фанерной прослойкой, включительно. Штыри могут быть из бамбука, спицы или другого материала, автор применил угольный стержень. Сверлим в базе сквозные отверстия под диаметр прутков (рис 31) (при разметке отверстий не забываем оставить место для магнитов) и клеиваем штырьки в

отверстия «заподлицо» с текстолитом, стараясь при этом сохранить перпендикулярность относительно «юбки» (рис.32). В обтекателе сверлим отверстия известного диаметра (диаметр штыря + 0.2 мм зазор на ход) под наши штифты. Разметить можно прикладыванием кока и небольшим продавливанием бальзы (рис.33).

Получается, что штырьки входят в фанерную прослойку и надежно крепят кок, минуя, вернее, сопротивляясь центробежным силам.



Рис.30



Рис.31

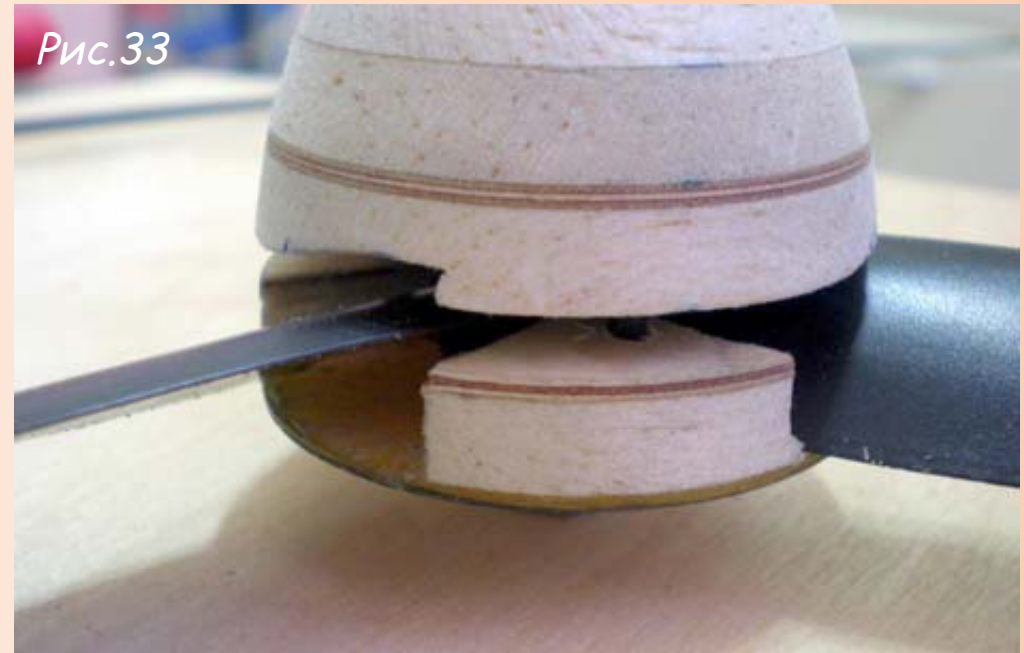


Рис.33



Рис.32

Однако посадки на трении может оказаться недостаточно, - при несбалансированном пропеллере вибрации могут сорвать обтекатель. На помощь нам приходят магниты, места для посадки которых мы предусмотрели заблаговременно. Обеспечиваем им необходимую посадочную глубину и клеиваем (рис.34). Надо стараться как можно





Рис.34



Рис.35

точнее сохранить параллельность относительно «юбки». Далее, для точной разметки берутся остальные магниты и, можно сказать, «магнитятся» к магнитам базы (рис.35). Сверху придавливаем коком и получаем в бальзе небольшие вмятины, т.е. точную разметку, и по этой разметке клеиваем оставшиеся магниты, не забывая о полярности (рис.36). Вот практически и все. Что еще нужно - отшлифовать на дрели и покрасить наш самодельный магнитный обтекатель, и вот он готов к установке (рис.37). Правильно сбалансированный и отцентрированный обтекатель надежно держится, выдерживая 10000 и более оборотов в минуту. Поэтому к центровке надо отнестись внимательнее, помня о неравномерной плотности бальзовых листов.



Рис.36

Рассказывая о формировании и креплении обтекателей воздушного винта, хочется дополнить повествование иллюстрациями - примерами мастеров-копиистов.

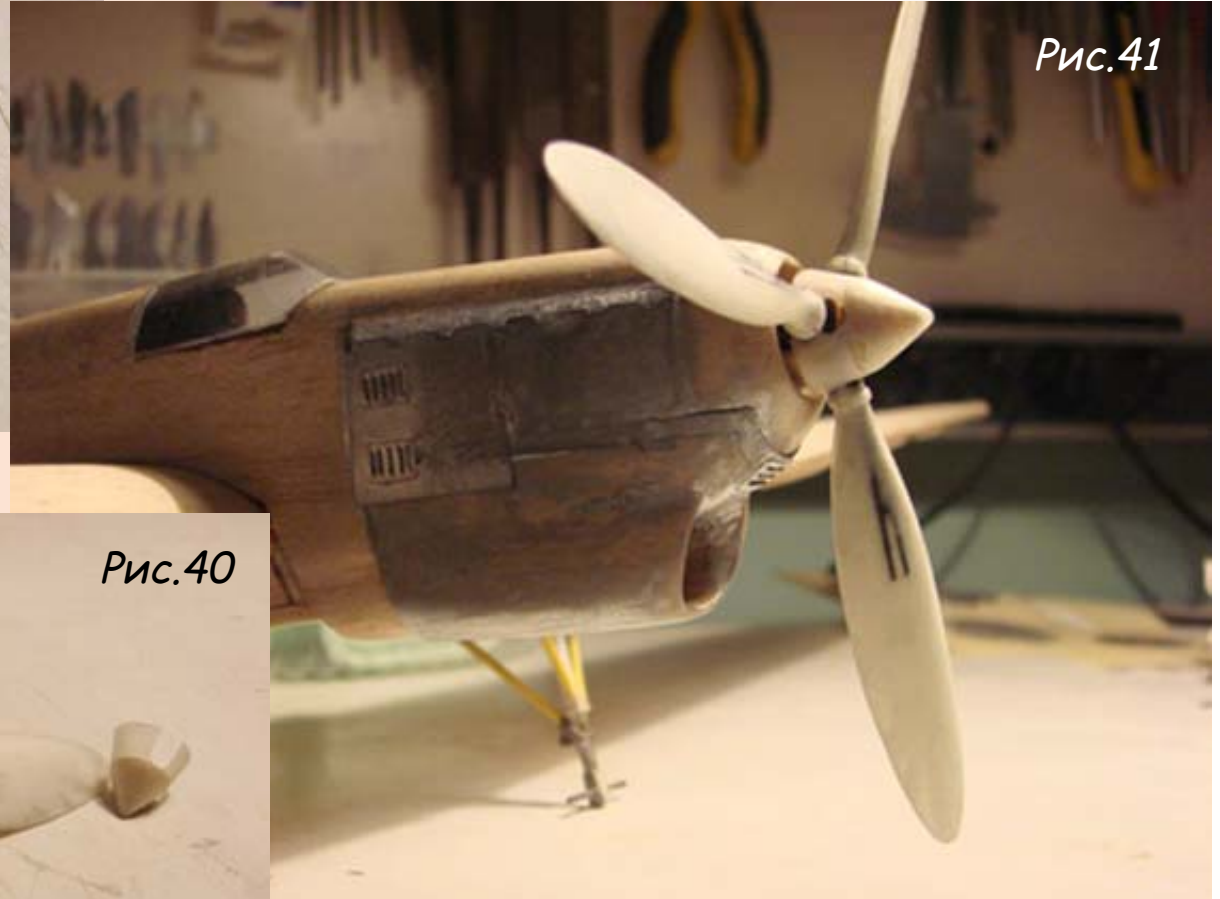
Константин Скачинский в модели «АНТ-25» применил формообразующий пуансон из эпоксидина и двухкомпонентную резину для формовки стеклопластикового кока. Крепится обтекатель на одном магните (рис.38-41).

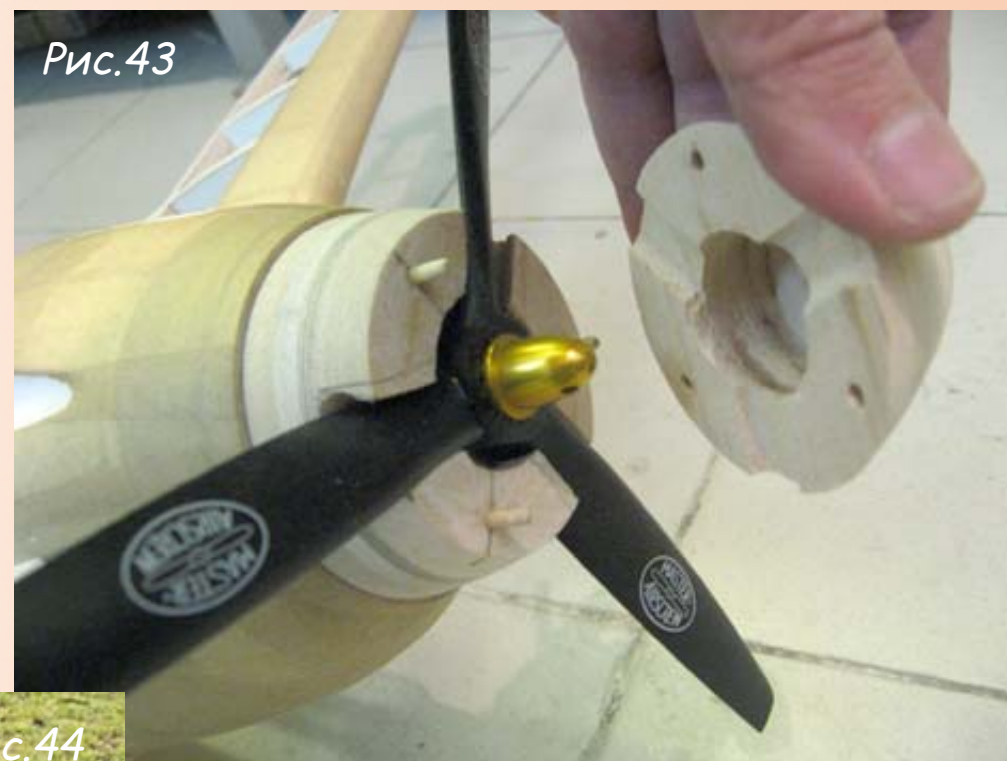


Рис.37



Рис.38





Андрей Федоренко на «Як-3» применил фанерно-бальзовый кок с фиксацией на бамбуковых штырьках и винтиком в передней части (рис.42-44).

А вот еще одна копия «И-16» Руслана Ермолина. Автор сделал кок из... яйца от «киндер-сюрприза», просто прижав его болтиком к цанге, в которой просверлено отверстие и нарезана резьба (рис.45). Такие варианты оправданы, когда идет борьба за каждый грамм.



Рис.45

И в заключение два биплана-копии Валерия Орлова: всем известный «Ан-2» (рис.46,47) и «Г-25» (рис.48).

На «Ан-2» больше всего, конечно, выделяется цельнодеревянный самодельный пропеллер, кок - лишь необходимое дополнение, но, тем не менее, он тоже способствует необходимому эстетическому восприятию и придает модели копияный внешний вид. Крепится просто - болтиком в цангу, как было

Рис.46



описано немного выше. На «Г-25» обтекатель выточен из металла на станке по схеме ДВС-ного кока. Металлический, да и просто тяжелый кок уместен на копийных моделях с малым удлинением носовой части из соображений центровки.

Вот и подошло к концу небольшое повествование о самодельных обтекателях винта, многообразии вариантов которых невозможно уместить в рамки одной статьи. Существуют и другие способы и варианты: от простых пенопластовых (для зальных моделей на пропсейвере) до гораздо более сложных с ВИШ, которые изготавливают вакуумной формовкой. Вариантов множество, и возможно, о них мы и поговорим в следующий раз.



Рис.47



Рис.48

Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)

# БАЛЬСА

*Валентин Субботин*

**Бальса** (бальза, бальзовое дерево) (исп. *balsa* - плот) — дерево из рода *Ochroma* семейства мальвовых (подсемейство бомбаксовые, или баобабовые).

Ботаническое название: *Ochroma pyramidale*.

Синонимы научного названия вида:

- *Bombax pyramidale* CAV. EX LAM. basionym
- *Ochroma bicolor* ROWLEE
- *Ochroma concolor* ROWLEE
- *Ochroma lagopus* SW.
- *Ochroma obtusum* ROWLEE





Другие названия: guano (Гондурас), lanero (Куба), polak (Никарагуа), тора (Перу), тамі (Боливия). Бальса - испанское слово, означающее плот. Это название закрепилось в те времена, когда испанские колонисты наблюдали, как индейцы использовали эту древесину для сооружения плотов.

Распространение: широко распространена в тропической зоне Америки. Произрастает: от юга Мексики до юга Бразилии и Боливии. Культивируется в Индии, Венесуэле, Коста-Рике, Индонезии. Основной район произрастания - Эквадор. Для бальсы нужен теплый климат с частыми дождями и хорошим дренажем. Вот поэтому это дерево произрастает обычно на возвышенностях между тропическими реками. В Эквадоре как раз идеальный

климат и географическое положение для произрастания бальсы.

На территории России бальса не произрастает. В пределах бывшего СССР растет в Колхиде (регион в Западной Грузии).

Большая часть общемировых поставок бальсы идет из Эквадора, где богатые почвы, высокая температура и большое количество осадков создают идеальные условия для выращивания этой породы.

Сплошного леса из бальсовых деревьев, к сожалению, природа не создала. Бальса растет отдельно стоящими деревьями или в небольших рассеянных группах. Однако, с развитием моделизма, люди стали начали выращивать бальсовые плантации. Сотни лет до того бальса считалась сорняком.







Дерево бальса размножается посредством семян, которые разносятся ветром по джунглям на большие расстояния. Плод у бальсы — коробочка примерно 30-сантиметровой длины. В коробочке располагаются семена, как у хлопка, окруженные массой тонких красновато-коричневых шелковистых волокон. При созревании коробочки раскрываются и из них во все стороны торчат бурые волоски. В этот момент они похожи на заячьи лапки.



За что в Гаити бальсу прозвали заячье дерево. На Кубе ее называли шерстяное дерево, в Сальвадоре — хлопчатником.

Как видно, такие названия даны не без основания; раньше бальса и хлопчатник объединяли в одно семейство. Семена бальсы падают на землю и ждут своего часа. Когда в кронах деревьев появится просвет (упадет или спилят дерево, например) и на семя попадет солнечный свет, оно начинает прорастать и растет так же быстро как трава. Благодаря быстрому росту оно не дает прорасти по соседству чему-либо еще, а если рядом с ним будет стоять какое-либо слабое дерево, то бальса его буквально «убьет». В джунглях в радиусе нескольких метров от взрослого дерева бальсы не будет расти ни одно дерево или кустарник.

Бальса очень светолюбива.

Растет бальса очень быстро. Через шесть месяцев после прорастания семени, дерево достигает 3,5-4 см в

диаметре и 3-4 метра в высоту. В благоприятных условиях в год вырастает на 4 метра. В возрасте 7 лет дает стволы диаметром 0,5 м и высотой до 21 м. Возраст технической спелости 4-5 лет, предельный возраст 12-15 лет. Через 12-15 лет деревья быстро деградируют, медленно растут, ядро становится водянистым и гниет, а вновь прирастающая часть твердая и тяжелая. Если дерево оставить расти дальше, то кора и внешние слои становятся очень плотными и твердыми, а сердцевина начинает гнить. Бальса может вырасти максимум до двух и более метров в диаметре, но в таком дереве подходящей для использования древесины будет очень мало.

Бальса имеет большие 5-угольные листья и беловато-кремовые цветы до 12 см в диаметре. Форма листьев бальсы

очень похожа на листья винограда, только чуть больше. Когда дерево молодо, листья могут достигать более метра в длину, но с ростом дерева, листья сильно уменьшаются в размерах до 20-25см.

Цветы имеют красивую форму и выглядят очень экзотично. Они похожи на бархатные конусы, которые в течение нескольких дней меняют свою окраску от белой до кремово-розовой.

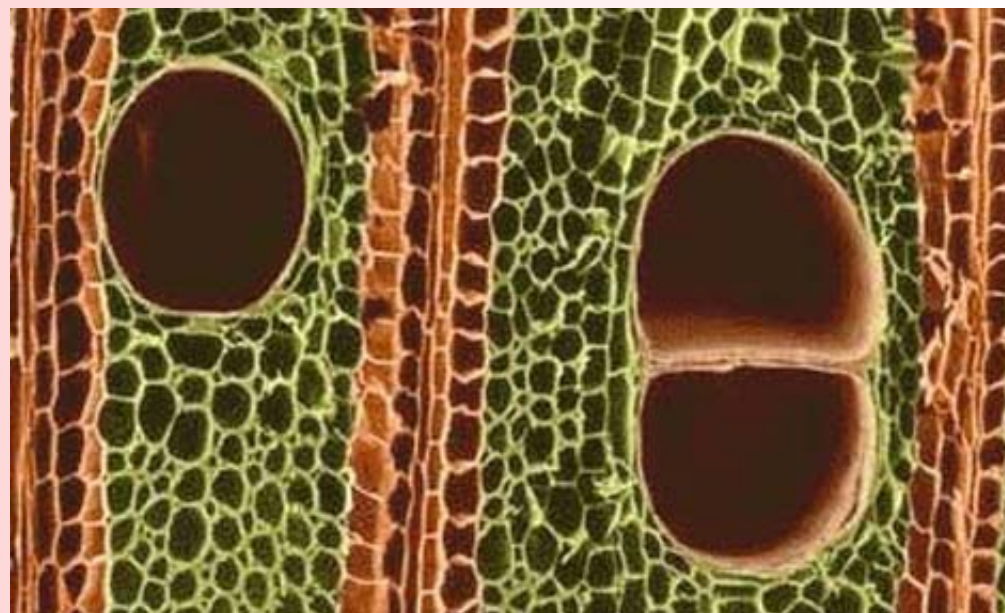


Древесина бальсы состоит из сплошной клетчатки - большие клетки переполнены соком, и свежесрубленный ствол настолько тяжел, что его приходится тащить из леса на волах. На поперечном срезе видно, что пустоты занимают гораздо больше объема, чем твердая оболочка.

Губчатость древесины такова, что ствол бальсы гнивает, пролежав на земле дольше одного-двух дней. Древесина бальсы столь мягка, что распилить ее можно лишь очень острой пилой. Но если поставить бревно вертикально, чтобы оно высохло, или быстро высушить его в сушильне, то древесина, из которой испарится сок, будет крепче, чем дубовая того же веса.

*На лесопильне в Эквадоре рабочий держит бальсовое бревно длиной 4,5 м и около 0,5 м в диаметре.*

*Бальса очень пористая - пористость до 95 %.*



## Свойства и характеристики

Деревья бальсы крупные, имеют очень прочную и лёгкую (в высушенном состоянии легче пробки), древесину. Заготавливаемая на экспорт древесина обычно имеет плотность в сухом состоянии 128—224 кг/м<sup>3</sup> (в среднем 160 кг/м<sup>3</sup>). Его средняя сухая плотность составляет 160 кг/м<sup>3</sup>. Например, у березы сухая плотность составляет примерно 600 кг/м<sup>3</sup>, а у северной ели сухая плотность составляет 470 кг/м<sup>3</sup>. Ядровая зона древесины бальсы по показателям механических свойств в 2 раза уступает заболони.

Плотность колеблется в широких пределах: иногда от 120 кг/м<sup>3</sup> в центре ствола до 340 кг/м<sup>3</sup> вблизи наружной поверхности. Коммерчески доступная бальса для моделей обычно будет

иметь плотность между 95 и 285 кг/м<sup>3</sup>. Плотность в 120 - 192 кг/м<sup>3</sup> - является самой распространенной и считается средней плотностью.

В свежесрубленном виде бальса содержит до 95 % воды, она очень тяжелая, однако быстро теряет воду после валки дерева и сушки. В краже у комля и в ядре древесина плотная и довольно крепкая, плотность может достигать до 0,3 г/см<sup>3</sup>, молодая заболонь очень легкая, с плотностью 0,01 г/см<sup>3</sup>. Соответственно с плотностью меняется и прочность.

Древесина бальсы быстро портится в условиях повышенной влажности.

Для своей плотности бальса - прочная древесина, но по сравнению с сосной обыкновенной она имеет примерно в 2 раза меньшую прочность



при изгибе и жесткость и приблизительно на 70 % меньшее сопротивление сжатию вдоль волокон. Бальса примерно на 40 % уступает древесине абачи (обече) по прочности на изгиб и на 20 % по жесткости. Она обладает необычайно высокой плавучестью. Древесина обеспечивает очень эффективную тепловую и звуковую изоляцию, и там, где эти свойства имеют важное значение, она находит многообразное специфическое применение. Наилучшая древесина бальсы почти белого цвета, с блестящей поверхностью (самая легкая).

Показатели физико-механических свойств древесины в воздушно-сухом состоянии: плотность в среднем 120 кг/м<sup>3</sup> (может колебаться от 50 до 380 кг/м<sup>3</sup>), прочность при сжатии вдоль

волокон 5,4 МПа, а при изгибе -14 МПа, ударная вязкость - 1,7 Дж/см<sup>2</sup>. Теплопроводность этой древесины составляет 1,8 Вт/(м·К) (в оригинале 0,045 Вт/м·°С на 25 мм толщины).

## Применение

Древесину, благодаря ее плавучести, применяют для изготовления спасательных жилетов, поплавков рыболовных сетей, буев и бакенов, водно-спортивного снаряжения, поплавков гидропланов, театральных декораций. Легкость древесины позволяет использовать ее для изготовления игрушек, моделей и пр. Гибкость бальсы делает ее пригодной для защитной упаковки хрупких приборов, стекла и керамики. В строительстве как тепло- и звукоизоляционный материал.

В столярных работах - для внутренних слоев клееной слоистой древесины. Древесина используется для высококачественных досок для серфинга.

Волоски плодов бальсы используются для изготовления грубой ткани и как набивочный материал для подушек и матрасов.

Поразительная легкость сухой бальсы особенно ценна в тех случаях, когда от дерева требуется большая прочность при малом весе. Это достигается сочетанием бальсы с другими сортами древесины, которыми ее фанеруют. Употребляемые в самолетах деревянные части из бальсы вдвое легче еловых и выдерживают нагрузки на 50% больше. В кораблестроении фанерованные переборки из бальсы не только

обеспечивают хорошую изоляцию, но и на сотни тонн снижают вес корпуса судна.

Губчатое строение бальсы делает ее прекрасным шумо-, термоизоляционным материалом.

Был поставлен такой опыт: замороженный кусок масла отправили в бальсовом ящике из Лос-Анджелеса в Нью-Йорк. Через восемь дней, когда посылку доставили по адресу, масло даже и не начало таять, хотя средняя наружная температура достигала 28°.

Бальса гасит вибрацию, поэтому подушки из нее помещают под тяжелые машины, чтобы предохранить здание от постоянного сотрясения.

Бальсовые стены и потолки поглощают звуковые волны, избавляя обитателей дома от неприятного шума.

## Применение в авиамоделлизме

Бальсовый кругляк можно распилить на одинаковые по размерам бруски, но масса и прочность их будут разными. Если рассматривать ствол по длине, то ближе к комлю древесина темно-коричневого цвета, она прочнее и, следовательно, тяжелее, у вершины - более легкая и мягкая, светло-кремового оттенка. Таким образом, даже по цвету можно определить степень пригодности бальсы для изготовления тех или иных деталей модели.

## Работа с бальсой

Бальсу чрезвычайно просто и легко обрабатывать.

Существует много классификаций древесины бальсы по цвету,

применяемости и т.д. Вот некоторые из них:

**Класс:** Ультралегкая

**Плотность, кг/м<sup>3</sup>:** 64 - 87

**Применение:** Крыло, хвост и обшивка фюзеляжа с обязательным покрытием стекловолокном.

**Класс:** Легкая

**Плотность, кг/м<sup>3</sup>:** 88 - 96

**Применение:** Обшивка бальсой (крыло, фюзеляж). Обшивка передней кромки крыла. Все стрингеры крыла, оперения и законцовки. Обтекатели моторов.

**Класс:** Легкая средняя

**Плотность, кг/м<sup>3</sup>:** 97 - 120

**Применение:** Обшивка больших моделей. Покрытие всех рулевых поверхностей. Стрингеры крыла и поверхности фюзеляжа.

Сечение ствола бальзового дерева

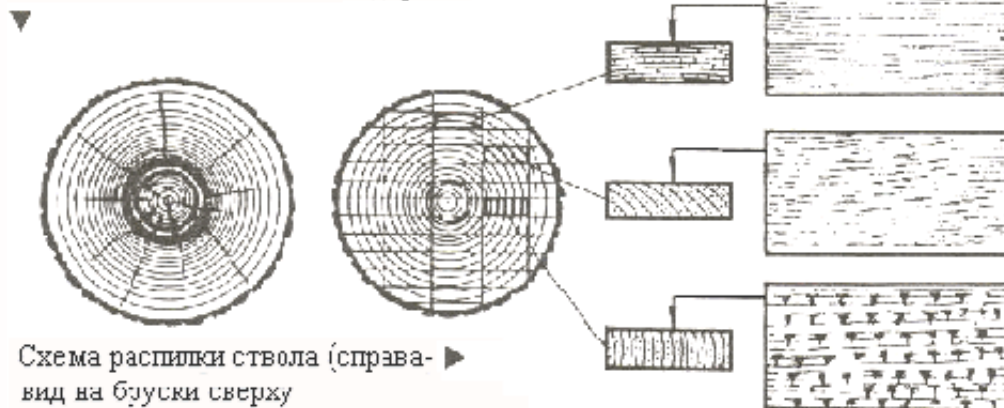
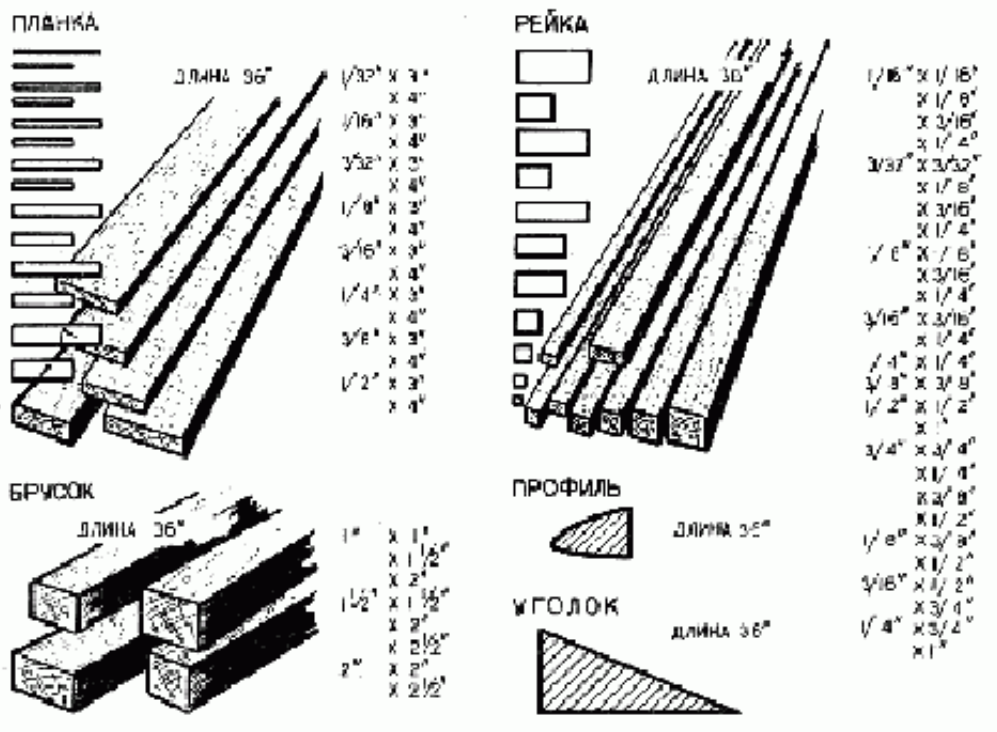


Схема распилки ствола (справа - вид на бруски сверху)

СОРТАМЕНТ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ БАЛЬЗЫ



## Средняя

Плотность, кг/м<sup>3</sup>: 121 - 153

Применение: Шпангоуты фюзеляжа. Усиление углов и краев.

## Средняя тяжелая

Плотность, кг/м<sup>3</sup>: 154 - 192

Применение: Лонжероны крыла с большим поперечным сечением. Вспомогательные лонжероны. Лонжероны для фюзеляжа «фермовой» конструкции. Маленькие секции угловых соединений.

## Тяжелая

Плотность, кг/м<sup>3</sup>: 193 - 224 и более

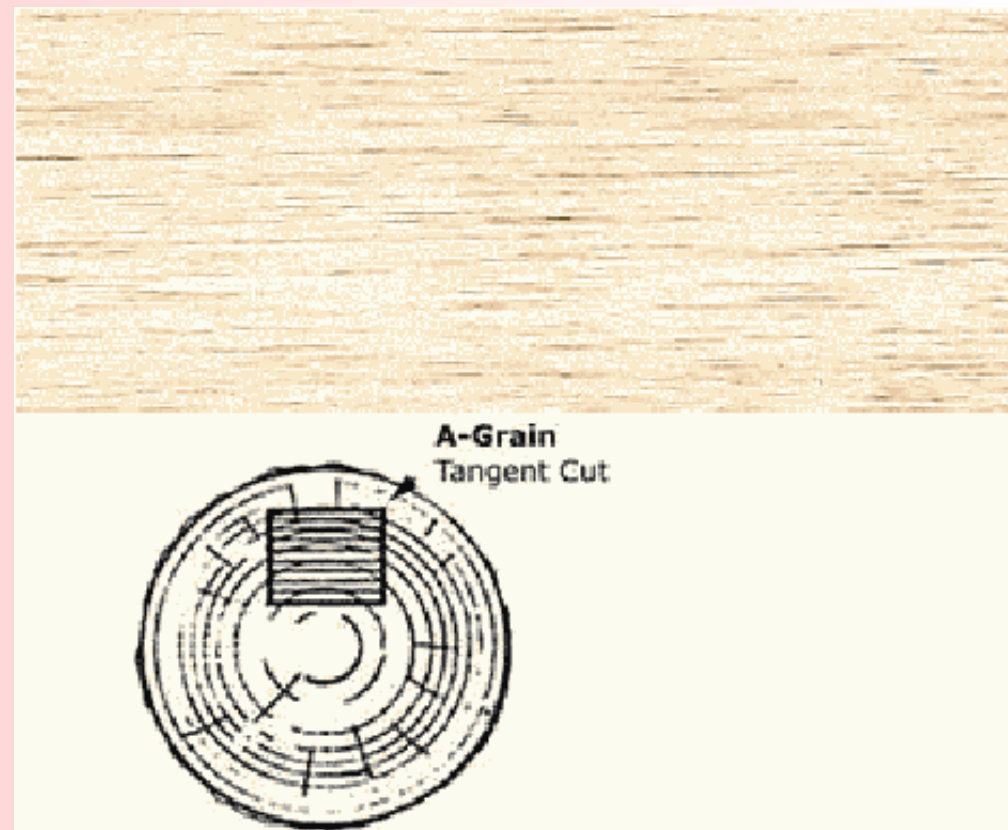
Применение: Единственные, главные лонжероны крыла. Лонжероны фюзеляжа сечением 2.5 мм и тоньше. Вспомогательные лонжероны крыла в маленьких секциях крыла.

На поперечном распиле у бальсы, как и у других деревьев, видны годовичные кольца. Их расположение на бальсовых деталях модели существенно влияет на прочность конструкции. Так, крыло из бальсы может получиться гораздо слабее, если при изготовлении лонжеронов и кромок неправильно ориентировать годовичные кольца. (Это относится и к древесине других пород, например, липы и сосны.)

В зависимости от того, как нарезана древесина относительно годовых колец, она имеет разные характеристики по гибкости и жесткости.

### **А - структура**

А - структура, известная, как тангенциальный срез. Выглядит как

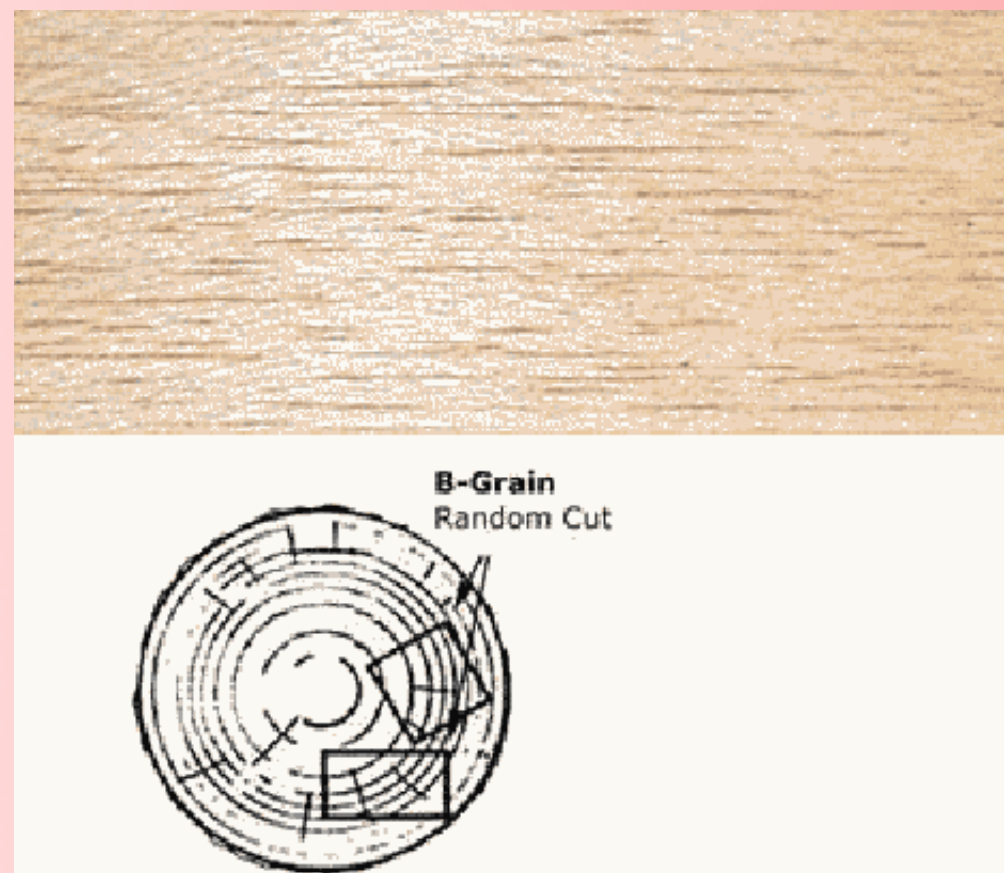


длинные линии волокон на гладком сливочном фоне, очень легко гнется, с готовностью сгибается вокруг кривых, но испытывает недостаток в жесткости. Используется для покрытия сильно скругленных фюзеляжей и передних кромок

крыльев, формирования труб. Не используется для зашивания прямых поверхностей крыла или хвоста, плоских сторон фюзеляжа, ребер. Чтобы сделать древесину бальсы более гибкой, нужно быстро опустить лист в ведро (или в полиэтиленовый мешок) с водой с небольшим количеством аммиака (или отбеливателя). Потом нужно согнуть и зафиксировать древесину, пока она влажная, в правильной форме и дать полностью высохнуть.

## В - структура

В - структура, также известная, как случайный срез. Линии волокон короче, чем тип А, и это чувствуется, лист заметно более жесткий. Использование: для плоских несложных сторон фюзеляжа, кромки,



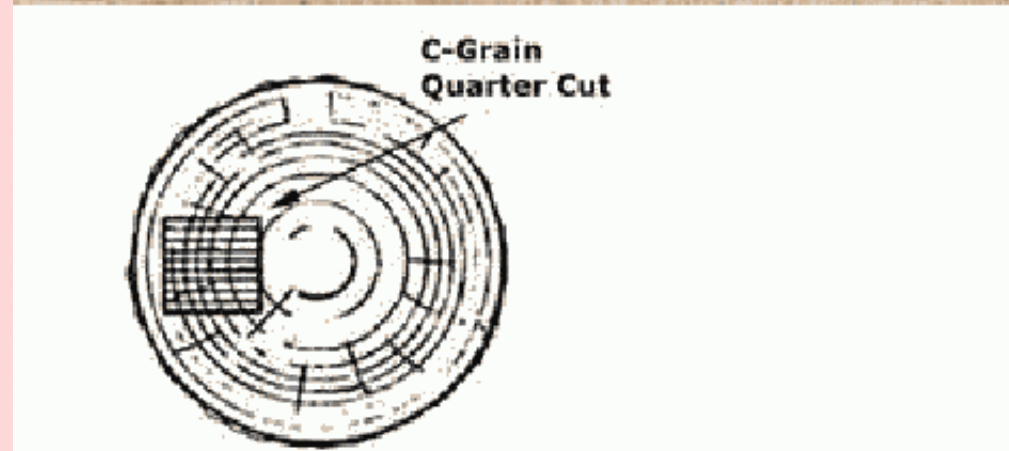
ребра крыла, обшивка не сильно кривых поверхностей - передняя кромка крыла, лобик крыла (выбирают самую мягкую часть листа для самого напряженного искривления). Вообще, нужно пытаться избегать покупать листы, которые изменяют тип зерна вдоль поверхности

(это может вызвать деформации). Если структуры А или С недоступны, то иногда можно найти часть листа структуры В, которым можно заменить А или С.

Иногда переменная структура зерна может понадобиться для какой-нибудь специфической детали, которая требует различных свойств в различных местах, но такие случаи редки. Не стоит использовать тип структуры В вместо типа структуры А и С, которые выполняют свои функции значительно лучше.

### С - структура

С - структура, также известная как Четвертной срез, этот тип структуры практически не проявляет на поверхности волокна в виде полосок, они больше похожи на вытянутые пятна



и является самым приятным по внешности, иногда будучи похожий на чешую рыбы (иногда, чешуя рыбы переливается как тонкий шелк). Этот тип древесины является очень жестким, при сгибе легко раскалывается (иногда слишком легко) в длину. Очень стойкий

к деформации тип древесины, но трудно обрабатывается шкуркой. Используется для, управляющих поверхностей, ребер, плоских сторон фюзеляжа, ребер крыла. Не используется для обшивки криволинейных поверхностей, скругленных фюзеляжей, труб.

Четвертый тип структуры, также известной как косой срез волокон, получается, когда древесину режут практически перпендикулярно волокнам. Этот тип древесины практически не находит применения в моделях, не считая очень больших моделей. Применение: как наполнитель между жесткими внешними листами, чтобы сформировать композитные слоистые, сложные материалы, которые легки и

одновременно жесткие.

Ствол бальсы распиливают на бруски, имеющие в поперечнике прямоугольное сечение. Учитывая круговое расположение годичных колец, бальсовые бруски можно разделить на три группы: первая - бруски с продольным расположением дуг колец в сечении, вторая - с диагональным, третья - с поперечным. В первом случае брусок имеет желтоватую поверхность с длинными и редкими коричневыми прожилками; во втором - поверхность такого же цвета, но с более частыми и менее широкими коричневыми прожилками; и в третьем случае, кроме обычных коричневых прожилок, на бруске виден оттенок, напоминающий цвет мрамора. Изучив рисунок поверхности бальсы, можно безошибочно определять



расположение годовичных слоев даже на самых тонких пластинах и рейках.

При изготовлении деталей модели нужно учитывать основное свойство бальсы - упругость и гибкость в зависимости от размещения годовичных колец. Например, если две бальсовые рейки одинакового сечения и длины закрепить одним концом, а к другому у каждой подвесить одинаковые грузы, то рейка с вертикальным рисунком годовичных колец останется почти прямой, а рейка с горизонтальным рисунком прогнется. Это говорит о том, что вертикально ориентированные годовичные кольца играют роль ребер жесткости, причем они повышают сопротивление рейки изгибу почти в два раза.

Для обработки бальсы применяется специальный инструмент, имеющий

малый угол заострения и тонкое лезвие.

Основной инструмент, без которого немислима правильная обработка бальсы, - циркулярная пила с набором дисков (фрез).

Распиливать бальсу вдоль лучше на больших оборотах диска (3000-10 000 об/мин).

Крупные бруски обрабатывают на стационарной циркулярной пиле.

Тонкие диски толщиной 0,8-1 мм применяют для распиловки реек и пластин малых размеров.

Более чистые поверхности получаются при обработке материала строгоющим диском. Его легко сделать самому из фрезы по металлу толщиной не более 1 мм.

Бальса хорошо обрабатывается шкуркой (наждачной бумагой).

Для ручного резания бальсы понадобится нож с острым концом, который изготавливают из заточенного на наждаке старого ножовочного полотна. Рукоятка такого ножа - две деревянные пластины, обмотанные изоляционной лентой. Применяется также хирургический скальпель, а для резки мелких деталей - лезвие безопасной бритвы.

Но наиболее удобен универсальный нож. Им хорошо обрабатывать воздушные винты, вырезать нервюры, прорезать выемки в шпангоутах, стыковать "на ус" стрингеры и выполнять самые разнообразные работы. Универсальным этот нож делает набор сменных лезвий. Такой нож состоит из рукоятки, пружинящего зажима, зажимной муфты, держателя и лезвия.

Для поперечной распиловки бальсы можно пользоваться обычными пилами небольших размеров с мелкими зубьями, а толстые бруски хорошо режутся ножовкой или хирургической пилой. Для мелких пропилов пригодна шлицевая пилка, которую легко изготовить самому из ножовочного полотна. Ножом обычно вырезают нервюры крыла и другие мелкие детали модели. Нервюры лучше вырезать по шаблону, сделанному из тонкой фанеры.

При работе с бальсой необходимо помнить, что волокна ее очень слабые, легко сминаются, а от воды набухают.

Бальса плохо поддается окрашиванию различными лаками и красками, удовлетворительно — водными красителями и спиртовыми протравами. При окрашивании и

полировании бальса поглощает много отделочных составов.

Древесина легко принимает гвозди и шурупы, но из-за своей мягкости плохо их удерживает, поэтому склеивание - самый оптимальный метод скрепления. Бальсовые детали можно клеить различными клеями.

Хранить бальсу следует в сухом помещении, поскольку бальса очень быстро впитывает влагу.

### Интересные факты

Реально использование бальсы было начато во время Первой мировой войны, когда появилась потребность замены пробки. Единственным препятствием для использования бальсы была затруднительная транспортировка к месту обработки через джунгли. Деревья бальсы

рассеяны всюду по джунглям, поэтому не возможно было использовать массовое производство. Как правило, деревья бальсы срубают топором, буксируют их к самой близкой реке упряжкой волов, связывают их в плоты, и затем сплавляют к месту переработки.



Команда заготовки леса обычно состоит из двух мужчин, каждый вооружен широким испанским

топором – мачете, и длинным шестом, заостренным как долото на одном конце для того, чтобы удалять кору со срубленных деревьев. Из-за холмистого ландшафта упряжка волов в состоянии дотянуть до реки два бревна в день. На заводе бальса сначала грубо режется на большие доски, потом тщательно сушится, и, наконец, пакуется для отгрузки. Используя свойство быстрого цикла роста бальсы, можно подбирать качество и легкость древесины, полученной из дерева бальсы, выбирая деревья по возрасту.

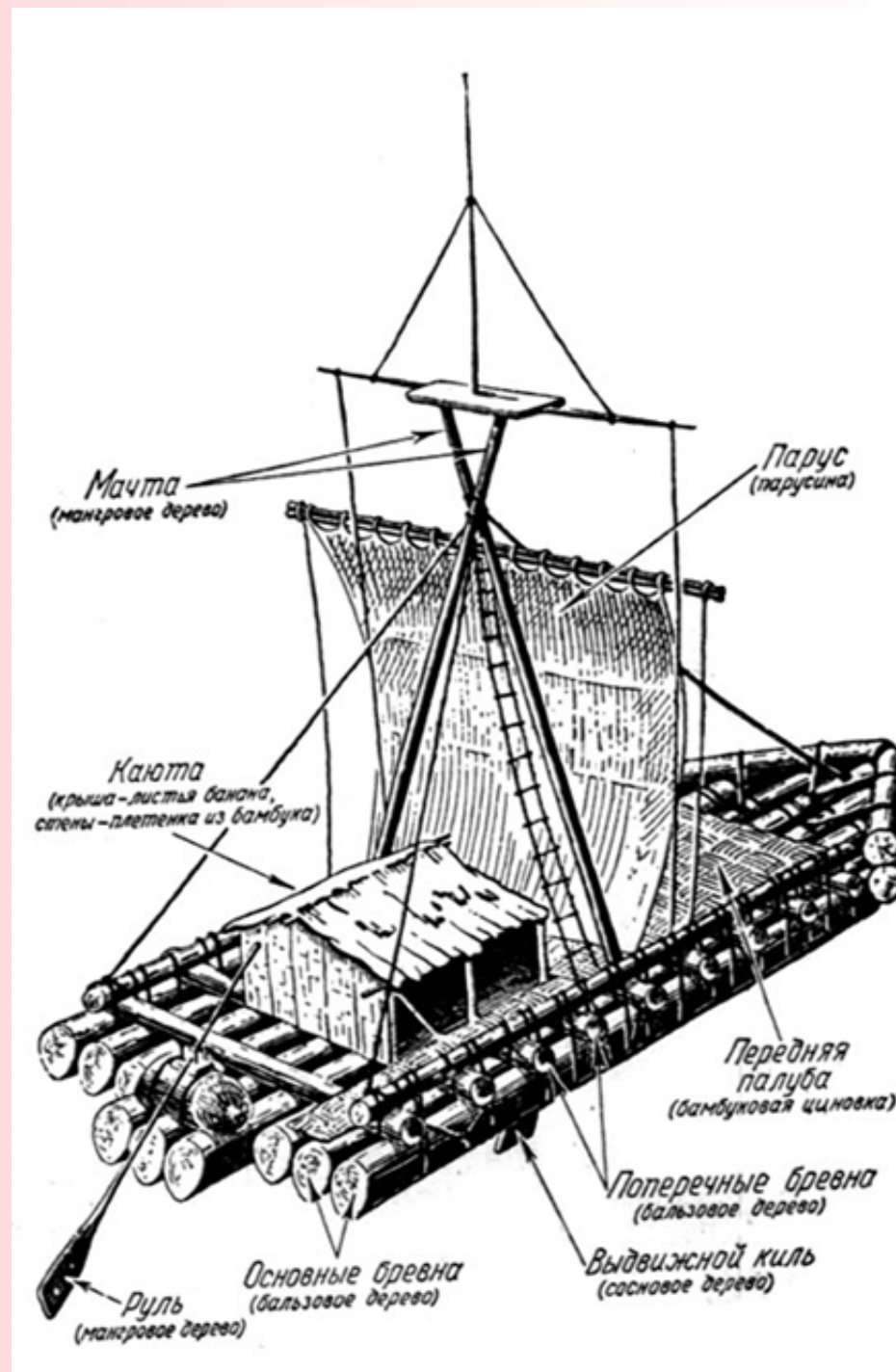
Чтобы дать дереву бальсы возможность стоять в джунглях несмотря на большую высоту, природа накачивает каждую ячейку бальсы водой, пока они не становятся твердыми – как автомобильная шина, полная воздуха. Зеленый лес бальсы

типично содержит в пять раз больше воды по весу, относительно веса самой древесины, по сравнению с большинством древесин, которые содержат очень немного воды относительно деревянного вещества. Поэтому при заготовке бальсы, она тщательно просушивается в сушильных печах, чтобы удалить большую часть воды прежде, чем начнется обработка. Сушка в печах – утомительный двухнедельный процесс, в ходе которого тщательно удаляется лишняя вода, пока влагосодержание не составит только 6 %. Процесс сушки также убивает любые бактерии, грибы и насекомых, которые, возможно, были в сырой древесине бальсы.

Надеюсь, что многие из читателей в курсе, что известный норвежский исследователь Тур Хейердал в 1947



году на своем  
плоту «Кон-Тики»  
из 9 бревен бальсы  
скрепленных  
веревкой,  
преодолеет в  
течение 101 дня  
8000 км в Тихом  
океане - от берегов  
Перу до  
Полинезии.



В Мексике выжившие представители народа майя используют бальсу в управлении земельными ресурсами, что способствует быстрому восстановлению лесов после сельскохозяйственного использования в небольших масштабах. Благодаря изобилию и быстрому росту, а также возможности быстрого разложения листьев, бальса помогает обогатить истощенные почвы питательными органическими веществами после неудачной практики земледелия и животноводства. Эта порода дерева является весьма полезным в реабилитации деградированных зон почвы, где доминируют папоротники, а также после лесных пожаров.

Кстати, существуют деревья с древесиной более легкой, чем у

бальсы, но им не хватает ее единообразия, прочности и доступности.

Все нижеперечисленные деревья легче:

- кубинское *Aeschynomene hispida* имеет удельный вес 0,044 (почти втрое меньше, чем у бальсы);
- *Alstonia spathulata* - 0,058 (у этого дерева, растущего в болотах на островах Тихого океана, наиболее легкая древесина в корнях);
- *Cavanillesia platanifolia*, большое дерево из зоны Панамского канала, имеет удельный вес 0,103, на 16% меньше, чем у бальсы;
- удельный вес *Annona palustris* 0,116, чуть меньше, чем у бальсы.

Однако и эти, и другие деревья, чья древесина легче бальсовой, не растут

большими группами или же по каким-либо иным причинам не годятся для промышленного использования

### Для справки

Самой тяжелой древесиной обладает *Piratinera* из Британской Гвианы - ее удельный вес в сухом состоянии равен 1,36, а во влажном - 1,5.

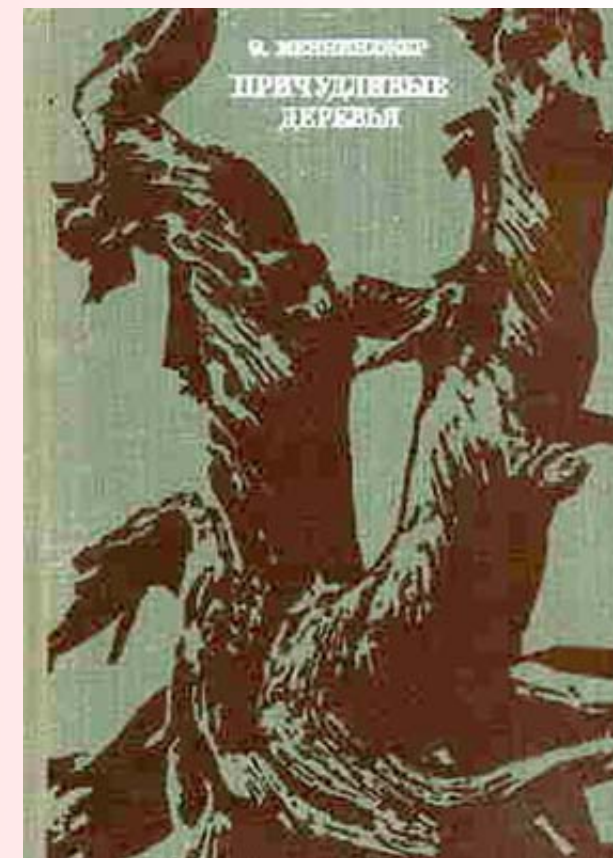
Другие тяжеловесы: гваяковое дерево (*Guaiacum officinale*), 1 куб. дм его древесины весит 1420 г, аньян (*Hardwickia binata*) из Индии - 1 куб. дм его древесины весит 1320 г, черное дерево (*Diospyros ebenum*) - 1 куб. дм весит 1170 г и красное дерево (*Swietenia mahagoni*) — его куб. дм весит 720 г.

Тем, кто заинтересовался миром необычных деревьев, можно посоветовать прочитать книгу

Меннинджер Э. «Причудливые деревья» (пер. с англ., Москва, «Мир», 1970. 371 с. с илл.).

В книге американского ученого-дендролога собран обширный материал об интересных явлениях в жизни деревьев. Много численные иллюстрации

сопровождают увлекательный рассказ о различных формах приспособления к условиям существования, выработанных естественным отбором.



Здесь могла быть

**ВАША**

**РЕКЛАМА**

[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)



Дорогие коллеги, если посмотреть на наш средний возраст, то можно увидеть, что большинство из нас - люди зрелые, с солидным жизненным опытом за плечами. Но, несмотря на это, мы сохранили в наших душах ту любовь к небу и моделизму, которая посетила нас ещё в юности. Многие сохранили у себя не только воспоминания о своих первых шагах в этом замечательном увлечении, но и фотографии или иные свидетельства той поры. Поэтому, начиная с этого номера, в нашем журнале будет вестись новая рубрика «Фотогалерея». В ней мы намереваемся размещать интересные фотоматериалы, касающиеся не только нашей личной «истории», но и истории авиации. Уважаемые коллеги, ждём от вас новых материалов. Главное - чтобы эти фотографии были интересными и для вас, и для остальных наших читателей. Надеемся на вашу поддержку, друзья!



Фотографии предоставлены Олегом Белоусовым, республика Беларусь, г. Гомель



80-е. Ковалёв Валерий Николаевич и Шатанов Виталий (в свитере). Запускали кордовую Виталика. Я как всегда за кадром. Держал ручку.



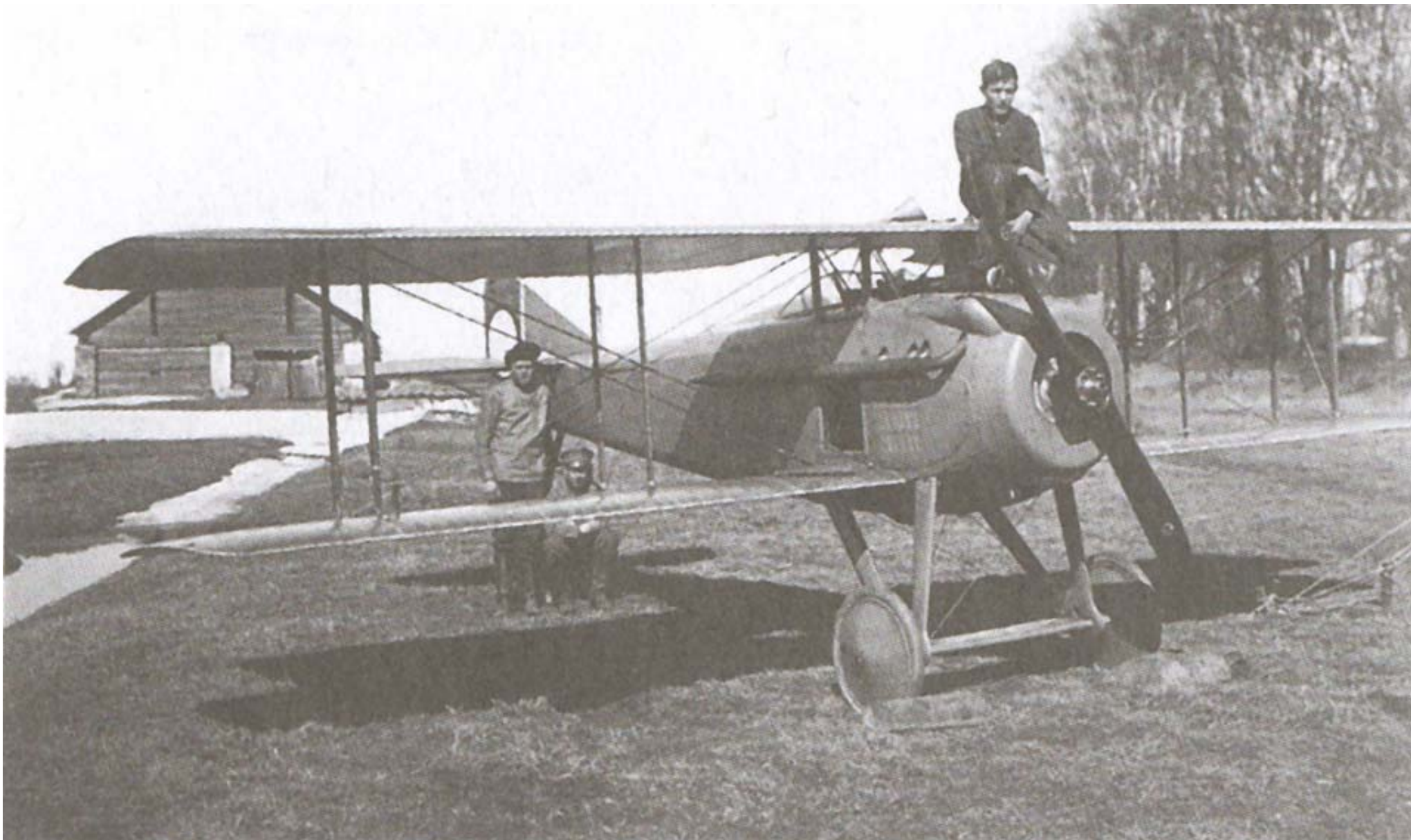
80-е. Кружковые планерные полетушки. С моделью руководитель кружка Ковалёв Валерий Николаевич. Я за кадром с леером.



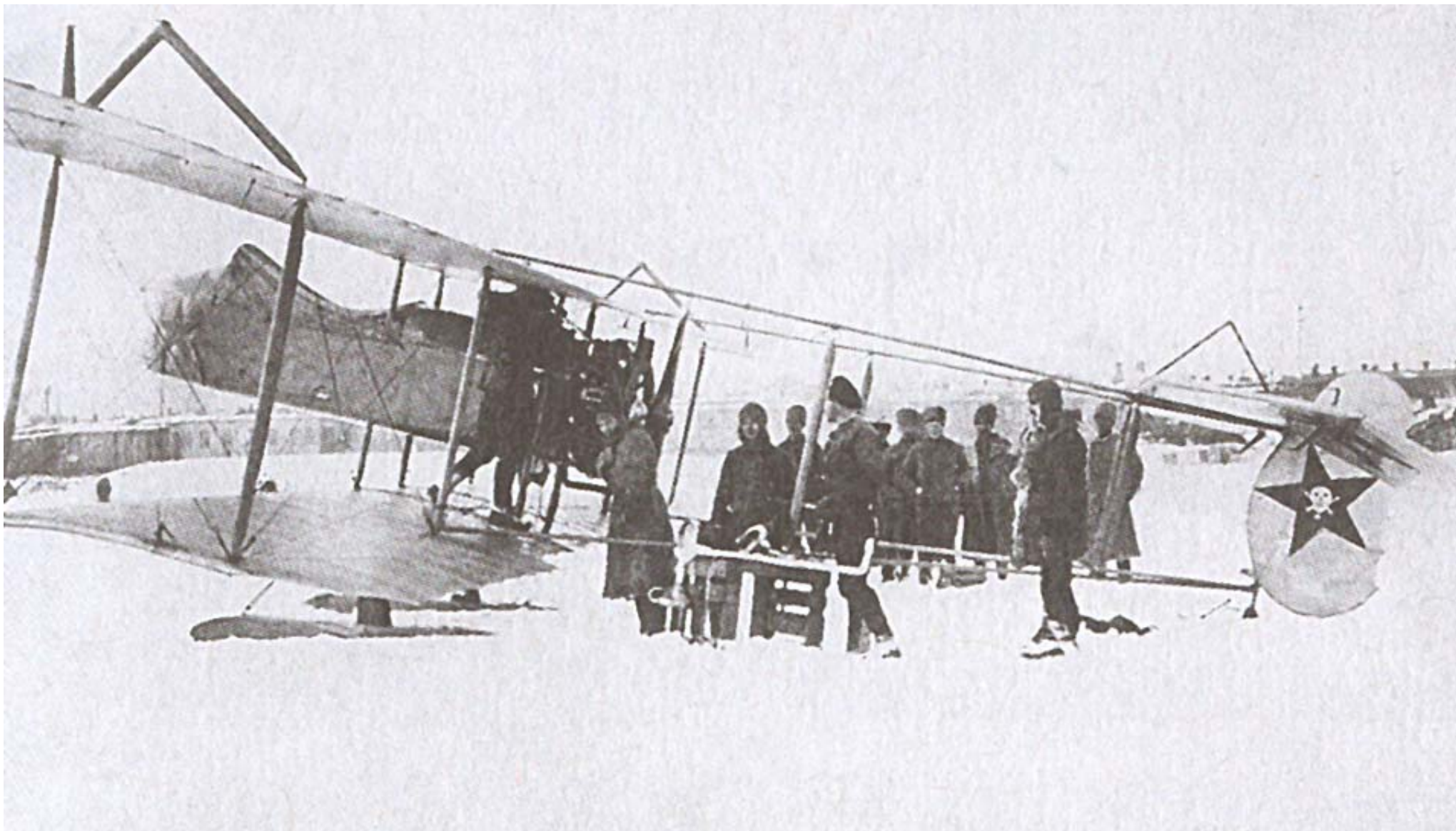
*80-е. Третий слева в куртке со светлым лампасом - я.*



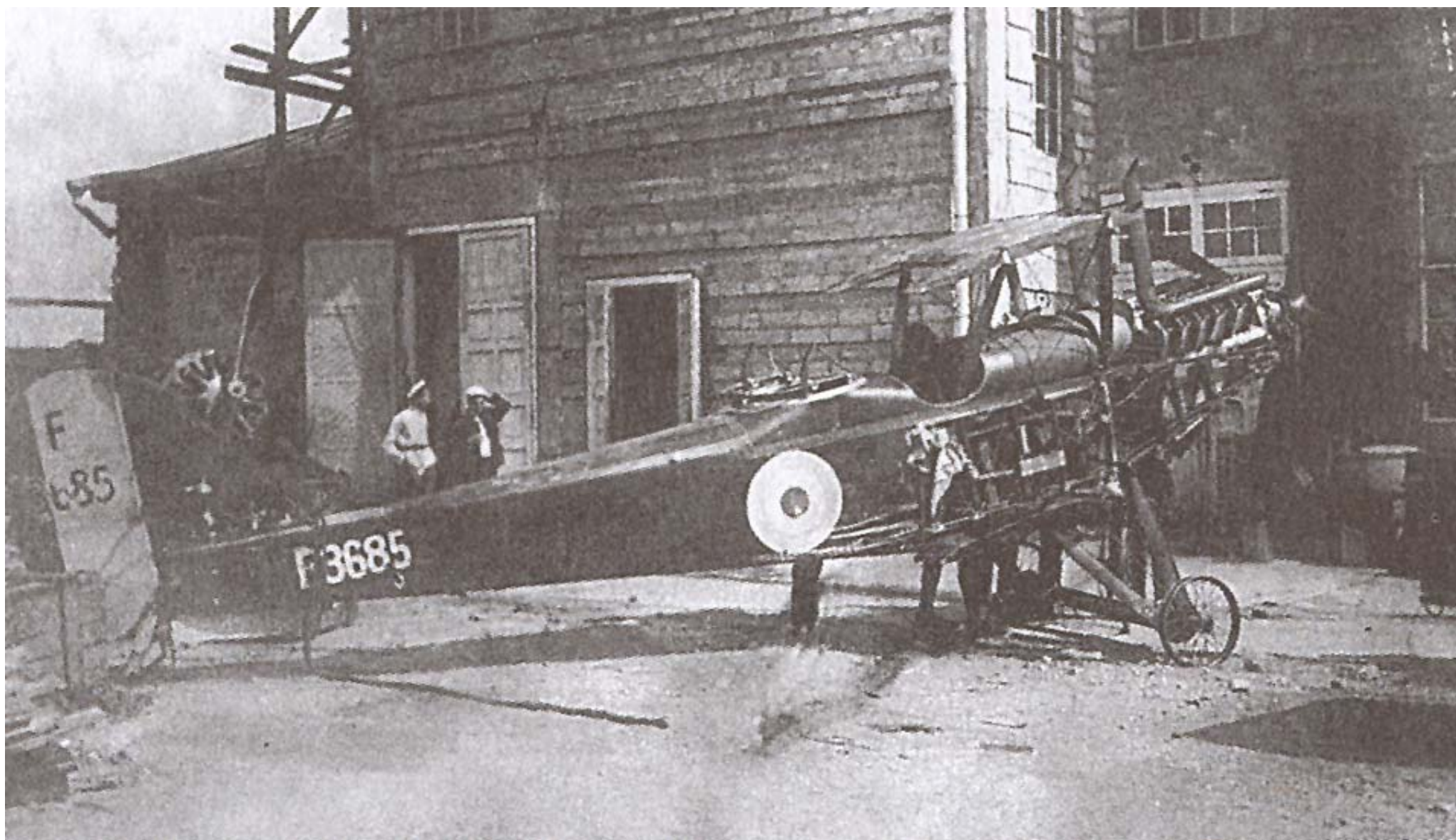
*Начало 90-х. В новом здании Дома пионеров. Мои первые кружковцы.*



*Истребитель «Спад-7» Костромской авиагруппы РККВФ, Вологда, Северный фронт, август 1918. На крыле сидит летчик Н.В. Суворов. На снимке представлена машина французской сборки, поступившая в Россию в 1917. Из-за своих «капризных» моторов «Испано-Сюиза», требующих дефицитного высокооктанового бензина, истребитель «Спад» нашли весьма ограниченное применение на фронтах Гражданской войны.*



*«Фарман-30» 18-го разведывательного авиаотряда (бывшей Костромской авиагруппы) станция Плесецкая, февраль 1919. На заднем плане виден железнодорожный состав, который использовался в качестве казармы личного состава отряда.*



*«Ариэйт» захваченный красноармейцами на Северном фронте и отправленный на ремонт в Московский авиапарк.*

**В этом номере журнала  
могла быть**

**ВАША  
РЕКЛАМА**

**[otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)**