

# **Запуск и планирование авиамоделей**

**ПЛАНИРОВАНИЕ - это  
равномерное движение авиамоделей  
по прямолинейной полого нисходящей траектории  
с непрерывной потерей высоты.**

Давайте подытожим, что у вас получилось. Вы взяли ровный лист бумаги, загнули переднюю кромку и закрепили ее дополнительным балластом. Затем вы сделали руль высоты, отогнув вверх заднюю кромку. Двумя первыми шагами вы обеспечили устойчивость модели по тангажу, или продольную устойчивость.

Потом вы согнули модель по оси симметрии, создав V-образный профиль, который придает устойчивость по крену, или поперечную устойчивость.

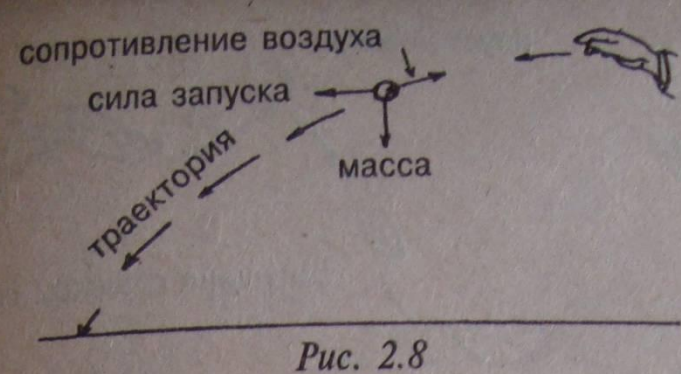
чивость.

И наконец, загнули вверх концы крыльев в виде рулей направления, отрегулировав устойчивость по рысканью, или устойчивость по направлению движения. В итоге простым отгибанием кромок и перераспределением масс вы решили проблему устойчивости модели по трем осям вращения.

Вы сделали простейшую бумажную летающую модель. Поскольку у нее нет двигателя, это всего лишь планер, а не аэроплан. Для того чтобы создать подъемную силу, поддерживающую модель в воздухе, следует придать ей достаточную скорость движения. Частично вы сообщаете ее рукой при запуске, но в основном действует сила тяготения, которая тащит модель вперед при планировании. ... горы на

Вспомните, как вы скатываетесь с горы на санках или велосипеде. А планер «скатывается» по воздуху. Фактически для продолжения полета ему нужно непрерывно скатываться вниз. Единственная ситуация, в которой планер может двигаться вверх, — когда воздушный поток поднимается быстрее, чем модель снижается. Это похоже на то, как человек спускается по поднимающемуся эскалатору, который движется вверх быстрее, чем человек — вниз. Точно так же восходящий поток поднимает планер. Мы говорим — планер парит. И если ваш планер попадет в струю теплого воздуха, поднимающуюся от батареи, он будет парить даже в комнате.

Повторим: под действием силы, создаваемой гравитацией, модель движется вперед. Но планер не просто падает, его движение может происходить по кривой (рис. 2.8) или, за счет подъемной силы крыльев, по пологой траектории (рис. 2.9).



Решающее значение имеет способ запуска планера. Сбалансированная и отрегулированная модель, запущенная с достаточной скоростью, красиво спланирует по прямой, без пикирования и разворотов вправо или влево.

Но что такое достаточная скорость? Единственный способ ее определить — метод проб и ошибок, так как для разных моделей скорость будет разной в зависимости от формы и площади крыльев, массы и общей схемы каждой модели.

Отрегулированная, но запущенная слишком сильно модель взмоет вверх, а потом свалится из-за неустойчивости по тангажу, отчего нос опустится и скорость снова возрастет (рис. 2.10). После серии снижающихся нырков модель перейдет на ровное и плавное планирование. Мы говорим, что колебания модели успокоились.

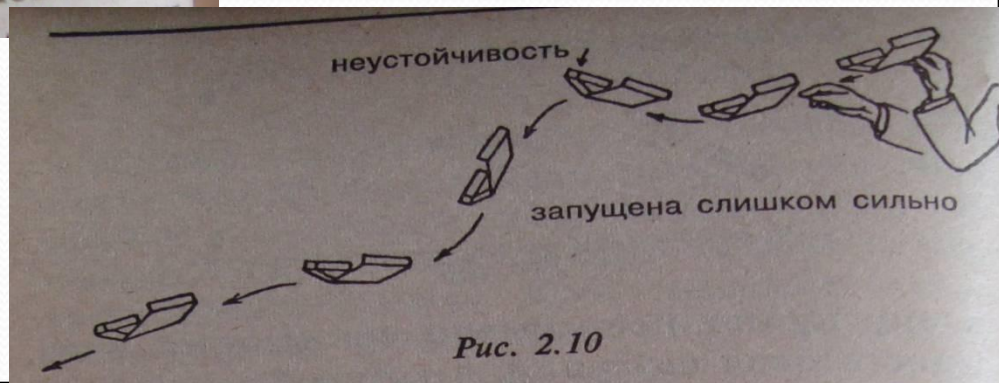


Рис. 2.10

говорим, что колебания модели успокоились.

Если отрегулированную модель запустить слишком слабо (рис. 2.11), она спланирует для набора скорости, а затем перейдет на тот же равномерный спуск. В обоих случаях запуск неудачен: вы теряете дальность и длительность полета.

А теперь секрет хорошего запуска. Он заключается в том, что правильный запуск вовсе не похож на бросок. Это просто отпускание модели. В отличие, например, от метания дротиков или копий, вы не должны с силой толкать модель в пространство. Просто отпустите ее с абсолютно незаметным легким толчком при очень плавном движении вперед. Чтобы выработать навык такого броска, нужно долго тренироваться, прежде чем вы «поставите руку».

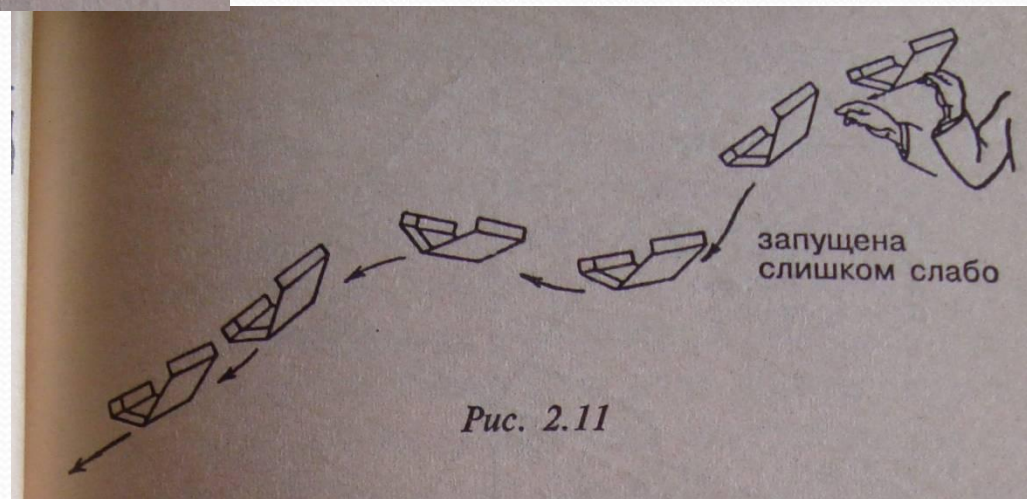


Рис. 2.11

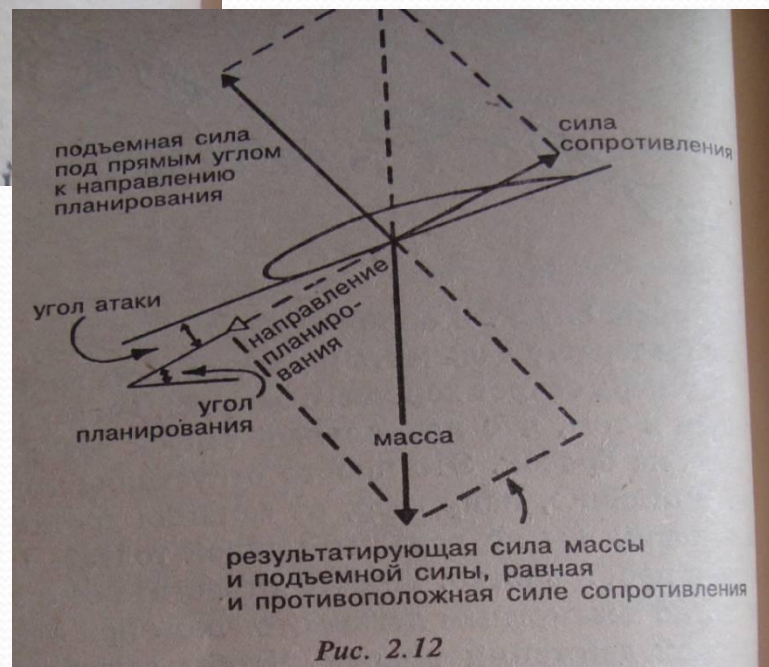
Проведя несколько испытательных полетов, вы начали чувствовать, как на бумажную модель в полете действуют аэродинамические силы (рис. 2.12):

сила сопротивления воздуха, или аэродинамическое сопротивление;

сила гравитации, притягивающая объект к земле;

подъемная сила, или выталкивающая сила, давление на объект снизу вверх набегающим на него воздушным потоком;

начальное воздействие руки.



Эти силы независимы, и взаимодействие их друг с другом довольно сложно. Например, от-

ношение подъемной силы к силе сопротивления определяет угол планирования модели (или наклона к земле траектории планирования модели), а также расстояние, которое пролетит модель при запуске с данной высоты.

Когда регулировали плоскости вашей модели, чтобы сделать ее устойчивой, вы фактически балансировали действие этих сил на модель. Даже тогда, когда вы станете экспертом по отгибанию кромок, вам придется регулировать каждую модель до тех пор, пока вы не найдете нужное положение ее плоскостей и центра масс. Поэтому, прежде чем приступать к созданию более сложных моделей, описанных в главах 3 и 4, давайте повторим шаги, которые необходимы для того, чтобы обеспечить прямолинейный дальний и долгий полет.



Чтобы хорошо летать, бумажная модель должна быть устойчивой от носа до хвоста. Первый шаг — концентрация массы в передней части модели. Чтобы сместить большую часть массы вперед, вы загибаете бумагу несколько раз. Утяжелить носовую часть можно и с помощью скрепок или прошивок, а также сочетая оба этих приема.

Эффект от такого смещения массы — опускание в полете носа модели. Стараясь уравновесить ее, вы должны отогнуть вверх рули высоты на задней кромке — так вы сместите центр давления вперед, чтобы поддерживать утяжеленный

нос. Вот что происходит при этом: сначала воздушный поток давит вниз на заднюю кромку, преодолевая силу тяготения, действующую на нос модели. Поэтому нос поднимается и модель взмывает в воздух. Сейчас ее подъем подобен движению санок, которые тянут вверх по склону. Поднимаясь, модель теряет скорость. Раз скорость падает, давление воздушного потока сверху на хвост тоже снижается. Поэтому нос опускается, траектория полета уходит вниз и модель получает ускорение (как санки, которые скатываются вниз по склону), до тех пор пока давление потока сверху на рули высоты не наберет силу и нос опять не поднимется. Вы уже знаете этот процесс как колебания модели, описанные выше.

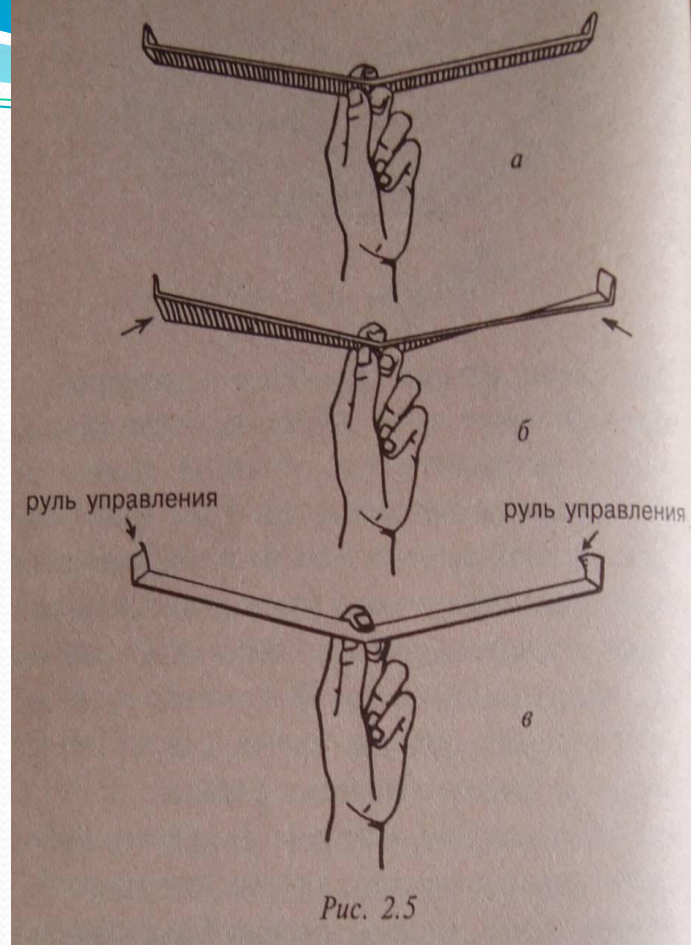
Самые важные...

Вторая важная задача — обеспечить поперечную устойчивость и устойчивость модели по направлению, чтобы заставить ее планировать по прямой.

Как только вы сделаете какую-нибудь из бумажных моделей, описанных на следующих страницах, тщательно проверьте ее симметричность. Каждая модель должна быть абсолютно симметрична, а оба крыла расположены под одинаковыми углами к направлению полета. Если угол атаки одного крыла больше, чем угол атаки другого, модель накренится в сторону. А так как возникает крен, она начнет разворачиваться вокруг опущенного крыла.

Если модель снабжена рулями направления, или концевыми шайбами, проследите, чтобы их углы к оси симметрии тоже были одинаковы. Если рули направления или задние кромки вертикальных концевых шайб отогнуты в одну сторону, не только станет разворачиваться модель, но и начнет опускаться внутреннее по повороту крыло. Такое поведение модели называется крен при развороте.

Сгибая бумагу, следите, чтобы лист не закручивался, иначе получите картину, соответствующую рис. 2.5б вместо 2.5а. Помните, что даже малейшая разница углов атаки поверхностей вызовет значительные изменения траектории полета. После каждой регулировки проведите испытательный полет и запишите результат.

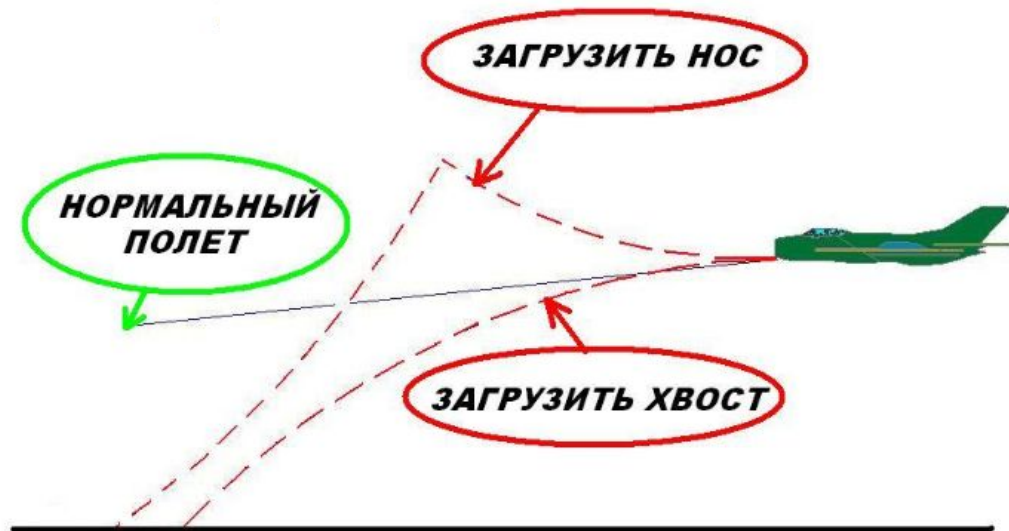


**Ссылка на видео: Изготовление и  
запуск авиамодели по теме  
«Устойчивость и управление».  
(Кликнуть на ссылку ниже)**

<https://cloud.mail.ru/public/3yVw/41GWYHo2Z>

# Вспомните, что нужно делать на практике для балансировки модели

ЦТ (точка равновесия)  
находится на расстоянии  $1/4$   
хорды крыла от передней  
кромки



# **Контрольные вопросы занятия**

- **Что такое «планирование» модели?**
- **Что нужно сделать перед первым запуском модели?**
- **Как правильно проводить запуск модели бумажного планера?**

Теперь, когда вы усвоили основные законы планирующего полета, вы готовы к изготовлению более сложных типов бумажных моделей самолетов.