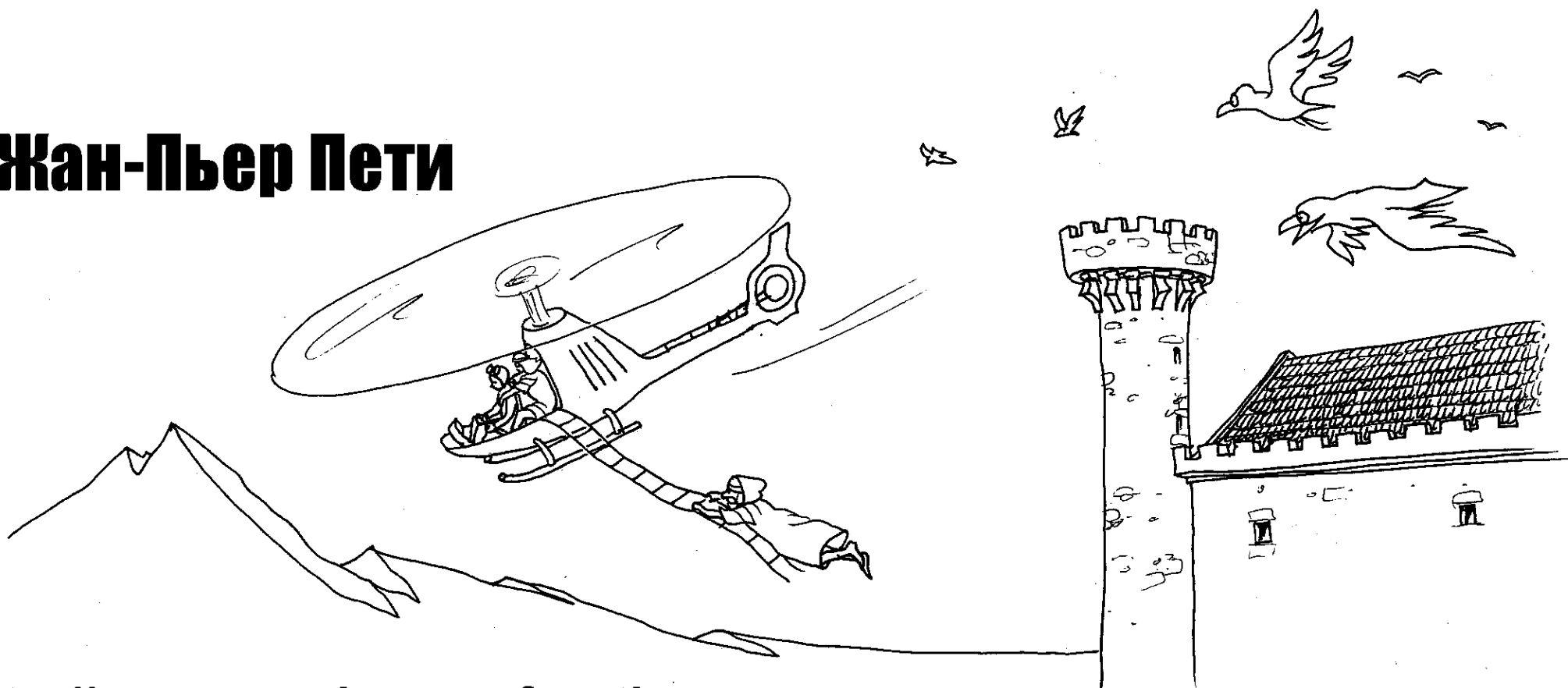


ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СТРАСТИ

Жан-Пьер Пети



Знание без границ

Номера в прибылях решений ассоциация создана в 2005 году и удалось с помощью двух французских ученых .
Цель : распространять научные знания с помощью группы, взятой из бесплатных загружаемых PDF-файлов. В 2020 году : 565 переводы на 40 языков , что , таким образом , была достигнута . С более чем 500 000 загрузок .



Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

Ассоциация является Total у добровольным .
Деньги полностью пожертвованы переводчикам .

Чтобы сделать пожертвование,
воспользуйтесь кнопкой PayPal
на главной странице:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



à Vladimir Golubev,
mon frère

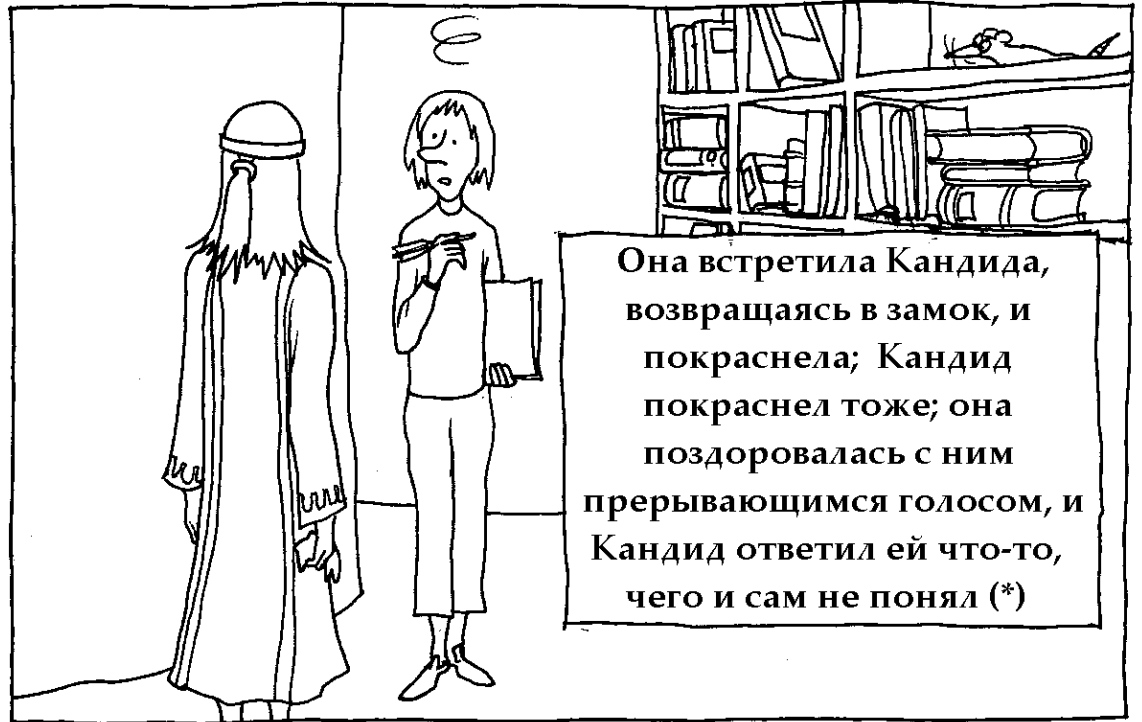
Если верить тому, в Вестфалии стоял замок, который принадлежал барону Тундер-тен-Тронку. Он там жил с женой и дочерью Кунигундой. Проживал в замке также юноша по имени Кандид. Он был сыном родственницы Господина Барона и, похоже на то, - восьмидесяти охотников. В замке также проживал философ, наставник Пангос, большой любитель произведений Лейбница, который замечательно доказывал, что не бывало следствия без причины, что в лучшем из возможных миров замок Господина Барона был прекраснейшим из замков, а Госпожа Баронесса - лучшая из возможных баронесс.



Однажды, молодая, 17-летняя Кунигунда заметила в ближайшей к замку роще профессора Панглоса, который давал урок экспериментальной физики горничной госпожи баронессы. Обладая большой склонностью к наукам, она наблюдала без конца повторявшиеся опыты, свидетельницей которых она стала. (*)



Она увидела достаточно ясно доказательство доктора, причины и следствия и ушла, совершенно взволнованная и задумчивая, полная стремления к познанию (*)



Она встретила Кандида, возвращаясь в замок, и покраснела; Кандид покраснел тоже; она поздоровалась с ним прерывающимся голосом, и Кандид ответил ей что-то, чего и сам не понял (*)

(*) Полное воспроизведение текста Вольтера, отрывок его произведения "Кандид" (1694 - 1778)



Кунигунда уронила свой платок. Кандид нагнулся, чтобы его поднять. Она сделала то же самое. Их руки соприкоснулись, колени их задрожали. (*)



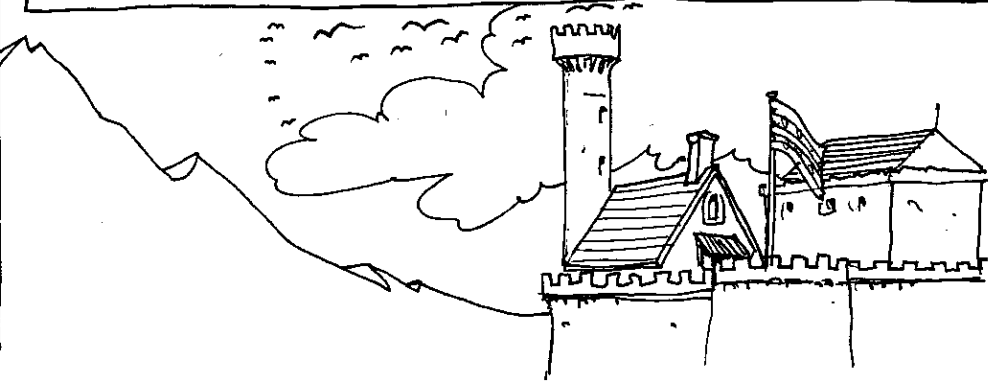
Их губы встретились, их руки блуждали. Господин Барон проходил мимо, увидел эту сцену, ее причины и следствия (*)



Господин Барон вышвырнул Кандида пинком под зад (*)



Госпожа Баронесса надавала пощечин Кунигунде и закрыла ее в самой высокой комнате дозорной башни замка



И было великое смятение в прекраснейшем из возможных замков ... (*)

(*) Полное воспроизведение текста из романа "Кандид" Вольтера (1694 - 1778)



Вот наш влюбленный, спроваженный своим будущим тестем

А-а, учитель Панглос, вот и стал я самым несчастнейшим из людей. Барон держит свою дочь запертой в башне замка. Во избежание того, чтобы она не связала в узлы свою одежду для побега, ее мать оставила ей всего лишь спальный мешок



Мы готовы вместе бежать неважно куда. Но чтобы выволить ее из этой зловещей тюрьмы мне нужно будет превратиться в ... птицу!

Может быть, я могу сделать что-нибудь для вас



У меня есть летающая машина: аэроплан

Какое расстояние необходимо Вам для приземления?

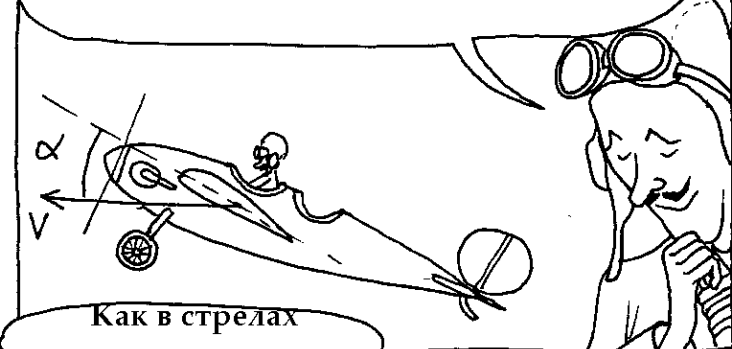
Приблизительно сто пятьдесят метров



Это никогда не получится! Терраса на вершине башни, где заточена Кунигунда, слишком узка!

(*) Чтобы узнать, как летает аэроплан, читайте "Вдох на выдохе, или, может, полетаем" на сайте: <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Я должен суметь сократить продолжительность посадки, осуществив приближение на самой низкой скорости. ПОДЪЕМНАЯ СИЛА крыла пропорциональна его УГЛУ АТАКИ α . При кабрировании самолета я смог бы лететь намного медленнее



Как в стрелах подъемных кранов



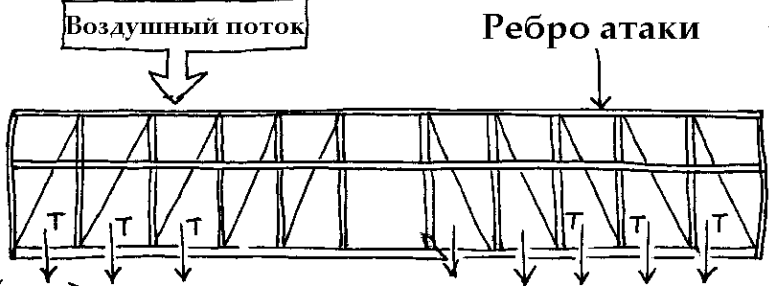
Эти перекладины нужны для ЖЕСТКОСТИ



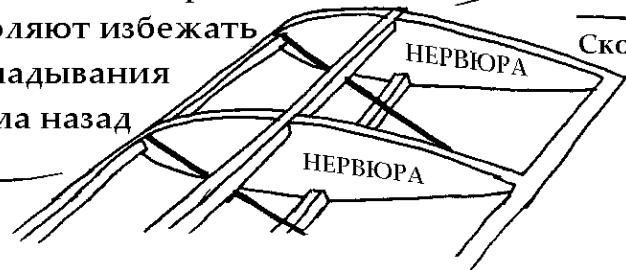
Так значит, это именно крыло позволяет Вам держаться в воздухе



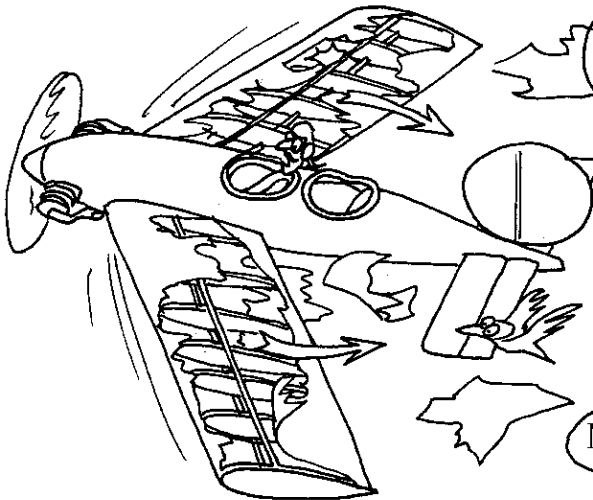
Да



Я поставил жесткие кабели, которые переносят нагрузки сил лобового сопротивления и позволяют избежать складывания крыла назад



ХРЯСТЬ!

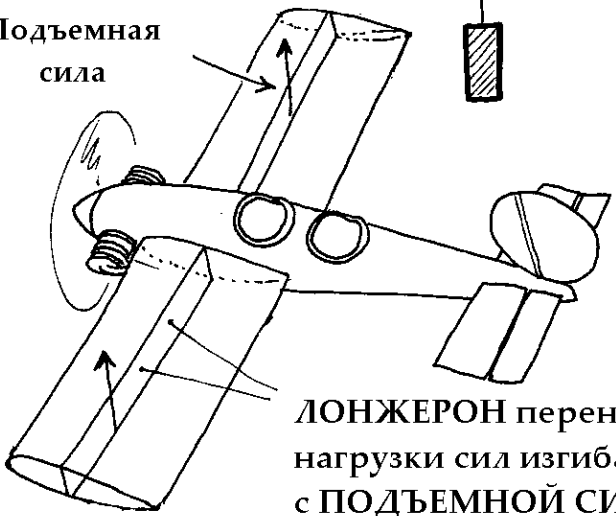


Господа, без этих неоценимых жестких креплений крылья разбились бы

Мудрое предостережение

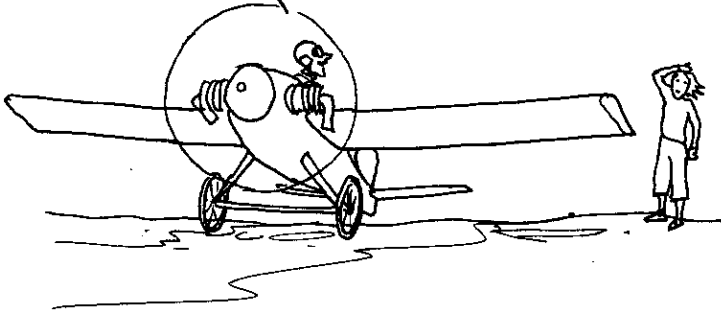
Повышенное давление на нижнюю поверхность крыла

Подъемная сила



ЛОНЖЕРОН переносит нагрузки сил изгиба, связанные с ПОДЪЕМНОЙ СИЛОЙ

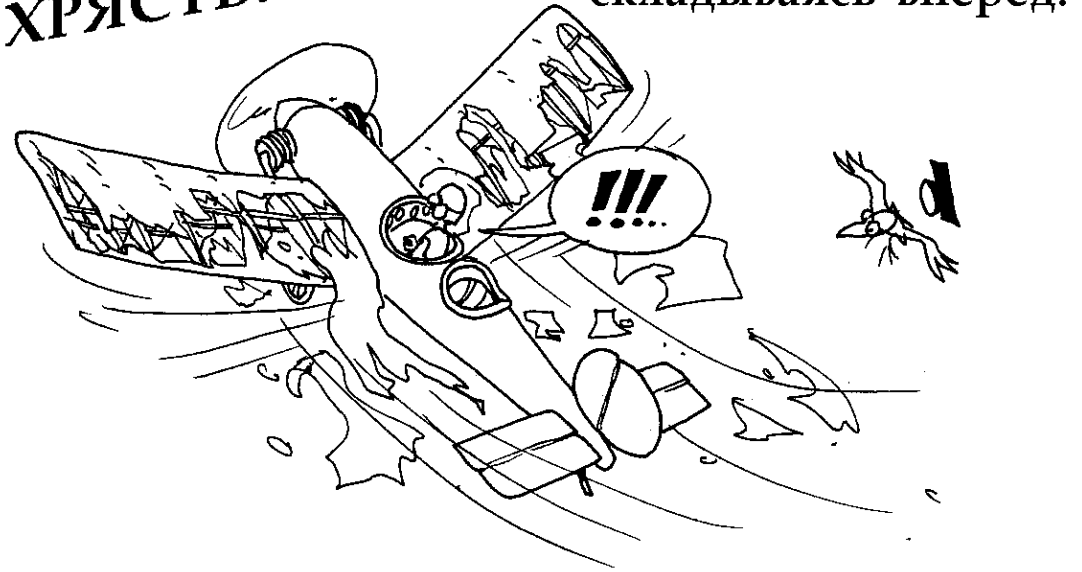
Хорошо, пойдём посмотрим,
как мы можем снизить скорость,
заставив аппарат кабрировать
(вставать на дыбы)



Я тяну
вниз
рукоятку



ХРЯСТЬ!



Внезапно крылья
разваливаются,
складываясь вперед!

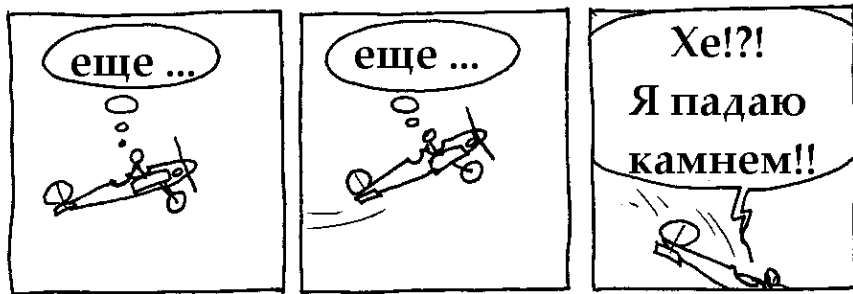
Вот, все в порядке. Достаточно
поставить второй ряд жестких
креплений, которые помешают
крыльям складываться вперед



Теперь аппарат укреплен
правильно. Я буду кабрировать
постепенно.



Нужно, чтобы
скабрировало для
выявления причины
этого



СРЫВ В ШТОПОР

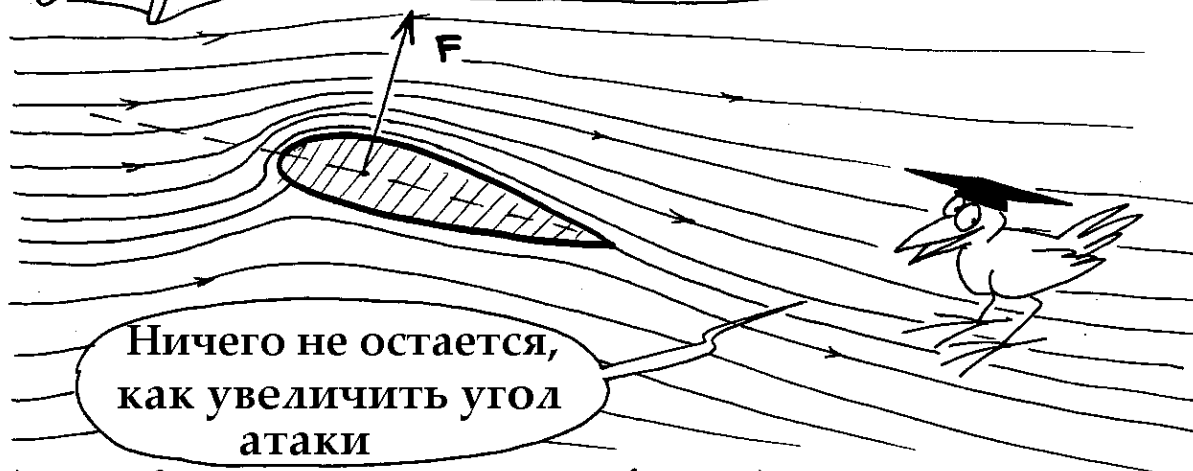
Только не с этой машиной я смогу освободить Кунигунду. Я откровенно спрашиваю себя, есть ли какое-нибудь будущее у этой штуковины



Так как не бывает действия без причины, нам нужно раскрыть истинную причину этого внезапного исчезновения подъемной силы

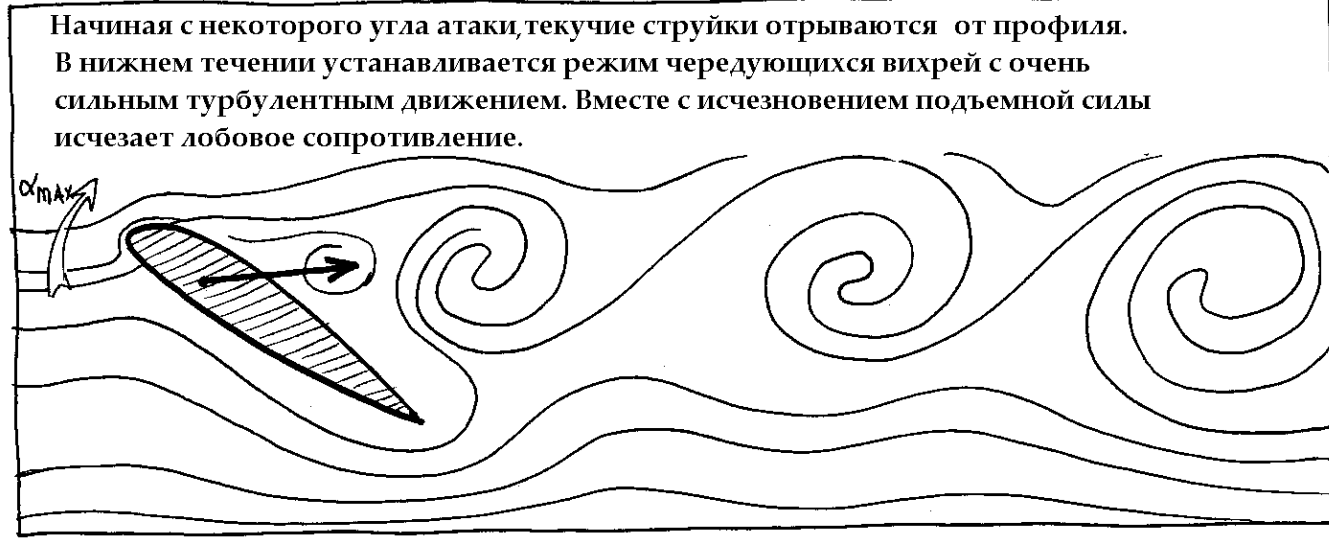
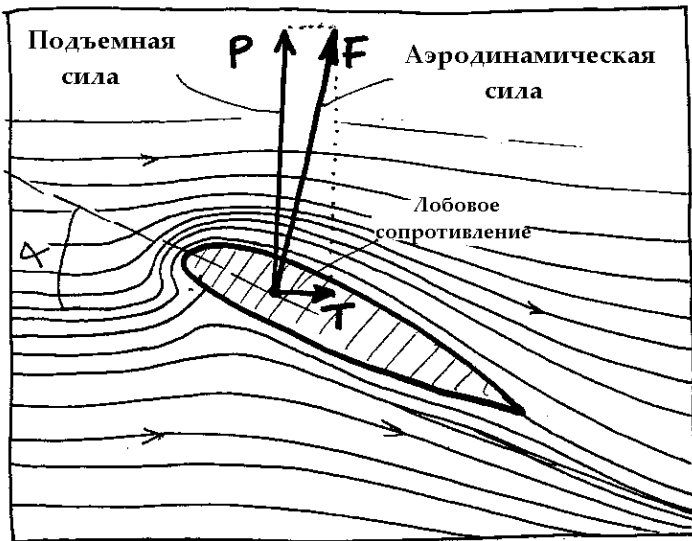


Нет никакого упоминания об этом явлении в альбоме "Вдох на выдохе, или, может, полетаем?" (*). Видно только, что подъемная сила образуется, когда постоянное течение направляет текучую среду вниз



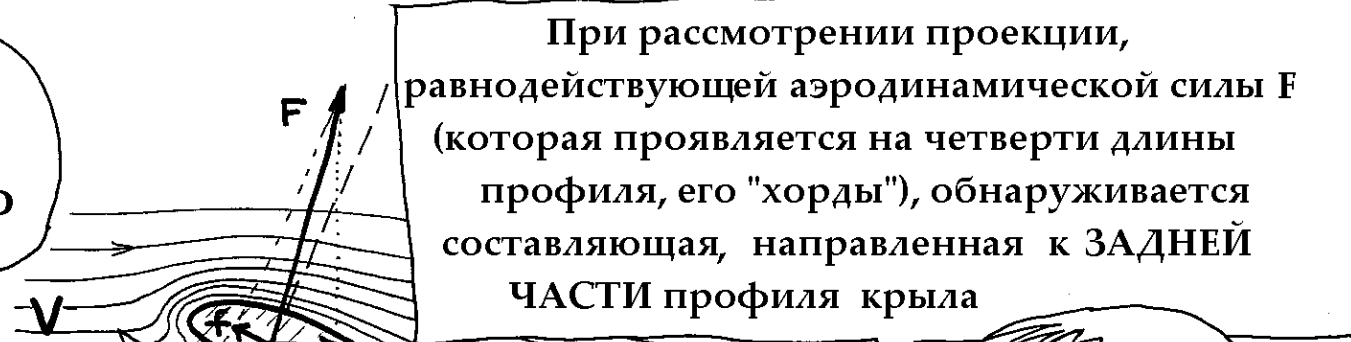
Ничего не остается, как увеличить угол атаки

(*) на сайте <http://www.savoir-sans-frontieres.com>



Начиная с некоторого угла атаки, текучие струйки отрываются от профиля. В нижнем течении устанавливается режим чередующихся вихрей с очень сильным турбулентным движением. Вместе с исчезновением подъемной силы исчезает лобовое сопротивление.

При просмотре схемы течения с большим углом атаки я отмечаю кое-что



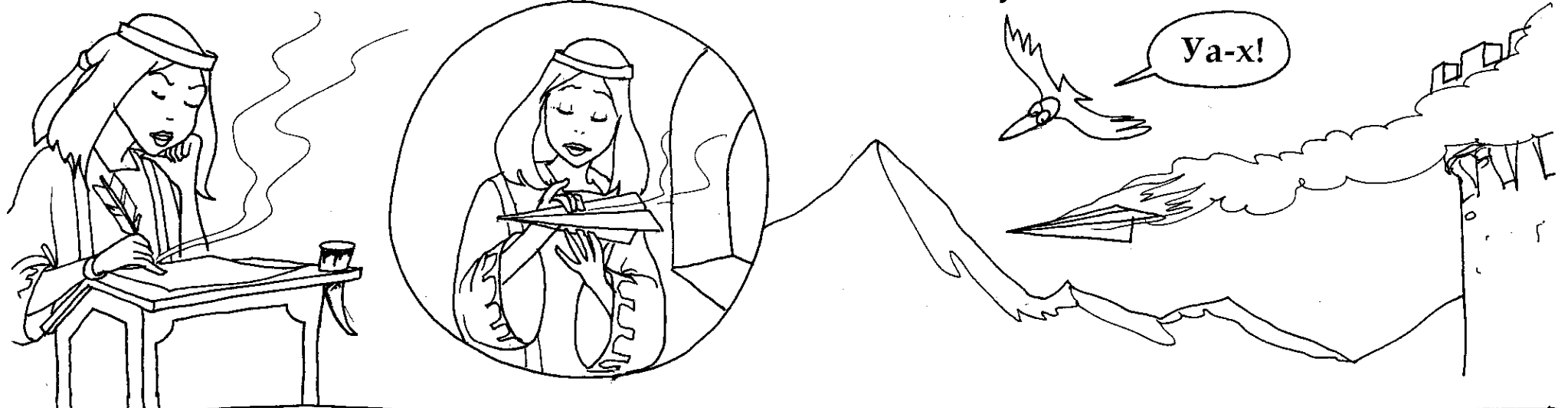
При рассмотрении проекции, равнодействующей аэродинамической силы F (которая проявляется на четверти длины профиля, его "хорды"), обнаруживается составляющая, направленная к ЗАДНЕЙ ЧАСТИ профиля крыла



И это именно то самое, что заставило сложиться вперед крылья самолета этого бравого господина

В это время Кунигунда писала
одно за другим письма Кандиду

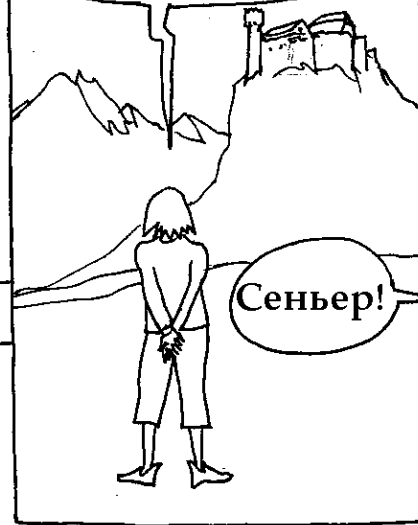
Но ее слова были так пламенны,
что послания сторали,
не коснувшись земли



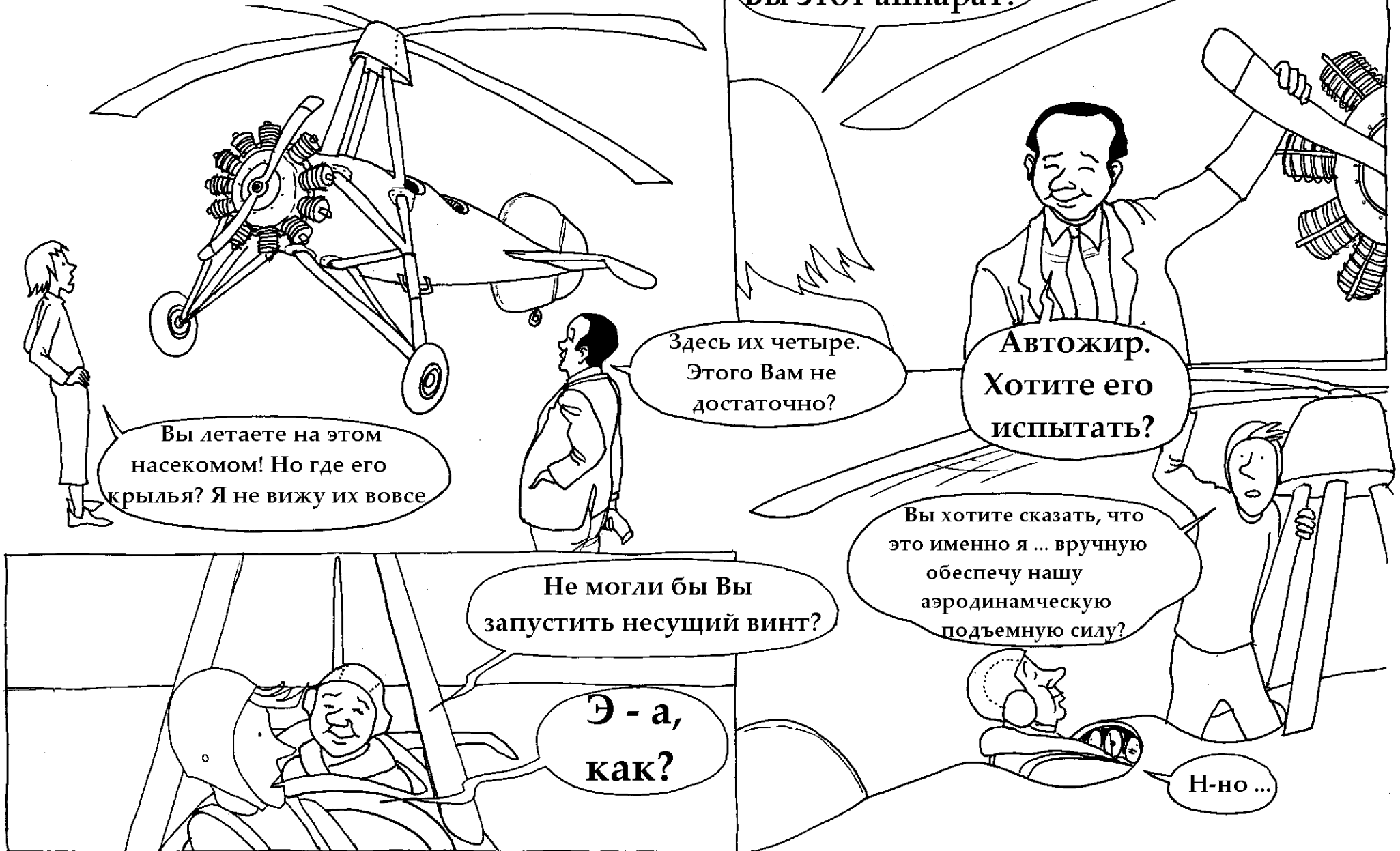
Аэростат? Здесь не
может сработать. У меня были
бы все шансы обрушить
башню

Похоже,
проблема
неразрешима.

Мое имя Хуан де ля Сьерва.
Не могли бы Вы указать мне, где
можно умыться?



АВТОЖИР



Как называете
Вы этот аппарат?

Вы летаете на этом
насекоме! Но где его
крылья? Я не вижу их вовсе

Здесь их четыре.
Этого Вам не
достаточно?

Автожир.
Хотите его
испытать?

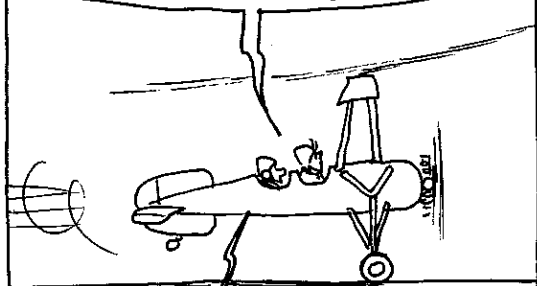
Вы хотите сказать, что
это именно я ... вручную
обеспечу нашу
аэродинамическую
подъемную силу?

Не могли бы Вы
запустить несущий винт?

Э - а,
как?

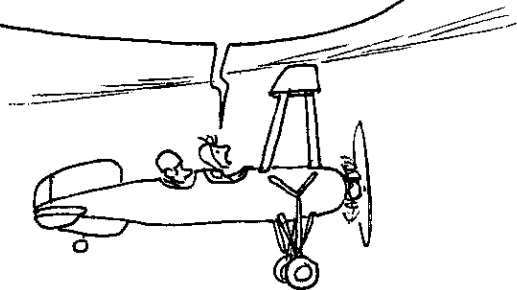
Н-но ...

Даю слово, теперь
этот несущий винт
вращается сам,
но почему?



Авторотация

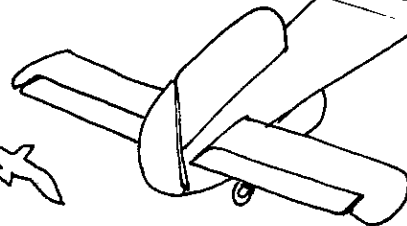
А теперь мы летим.
Но каким чудом???



Пожалуйста,
быстрее к замку!



Моя дорогая Кунигунда
должна быть там, внизу!



Сможете ли Вы
приземлиться на
этой террасе?

Автожир может очень быстро
приземляться, но эта терраса
действительно слишком мала!

А-а, учитель Пангос, я облетел замок и башню, где томится в заключении Кунигунда. И все это на борту фантастической летающей машины господина де ля Сиерва

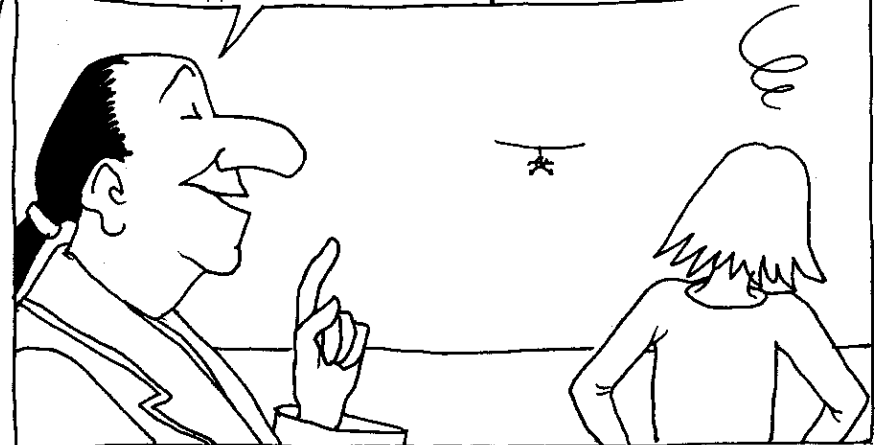


Это он там внизу, вдалеке, вновь оторвался от земли?

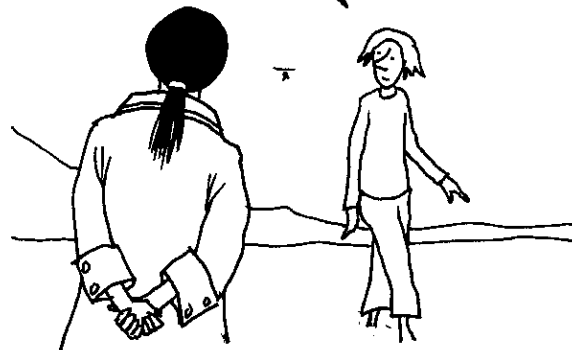
Ах, горе! Он уносит с собой все свои секреты. Какая тайная сила приводит во вращение его несущий винт?



Однако, объяснение просто: несущий винт создан для того, чтобы вращаться. Итак, он наделен свойством вращения и вращается; нет действия без причины



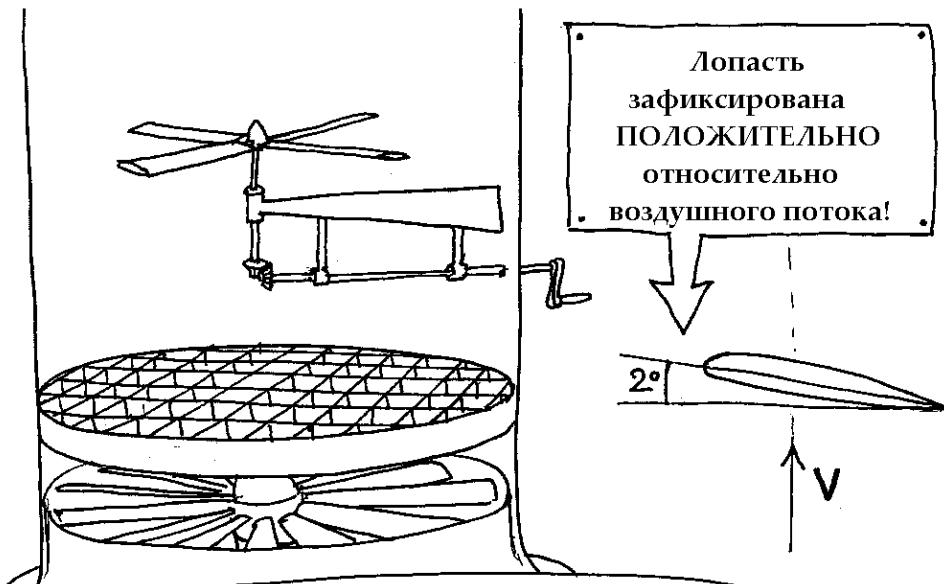
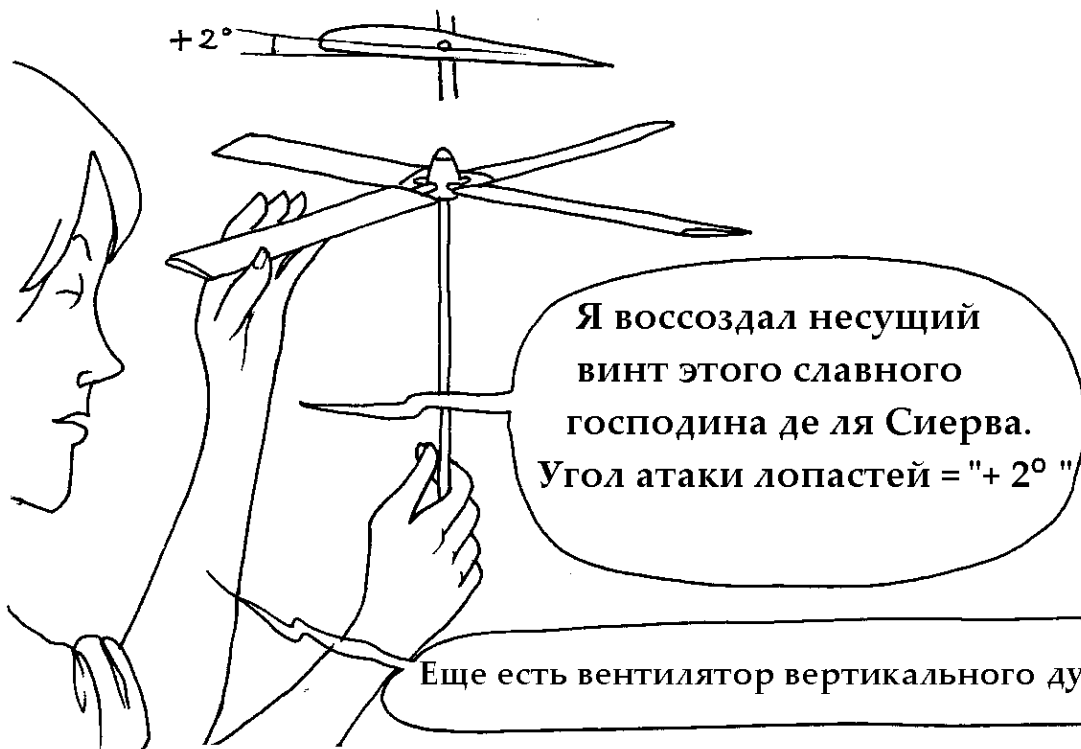
Ваше умозаключение неизбежно, мой учитель, но я предпочел бы знать об этом больше ...



Что делает Кандид?



Полагаю, что он восстановит вентилятор, с которым господин де ля Сиерва открыл действительную причину этого удивительного явления



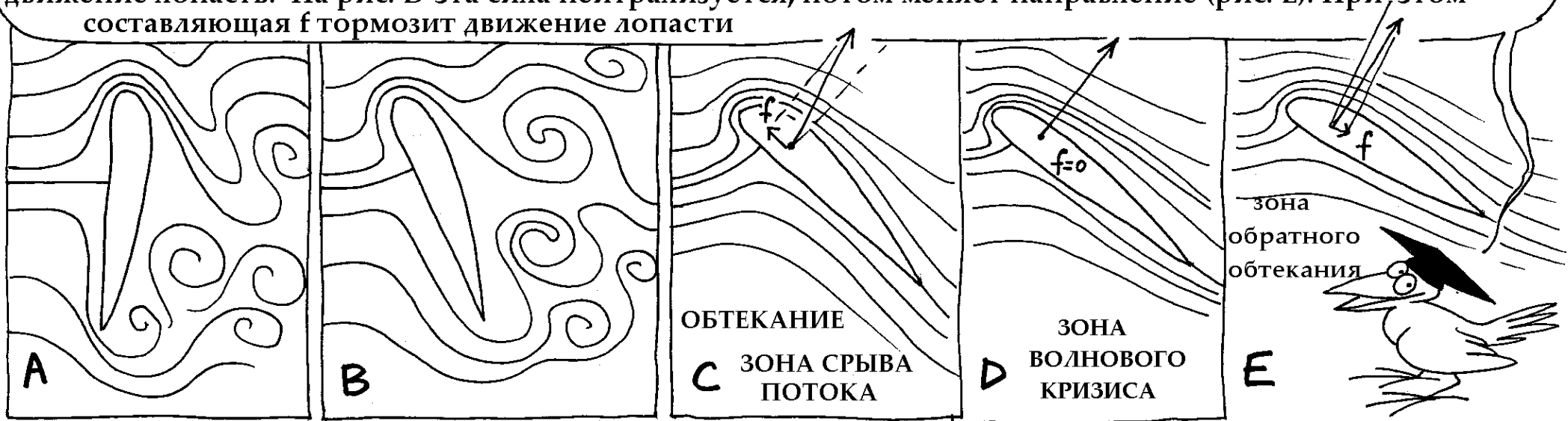
Еще есть вентилятор вертикального дутья, успокоительная решетка и дымоотвод



САМОВРАЩЕНИЕ



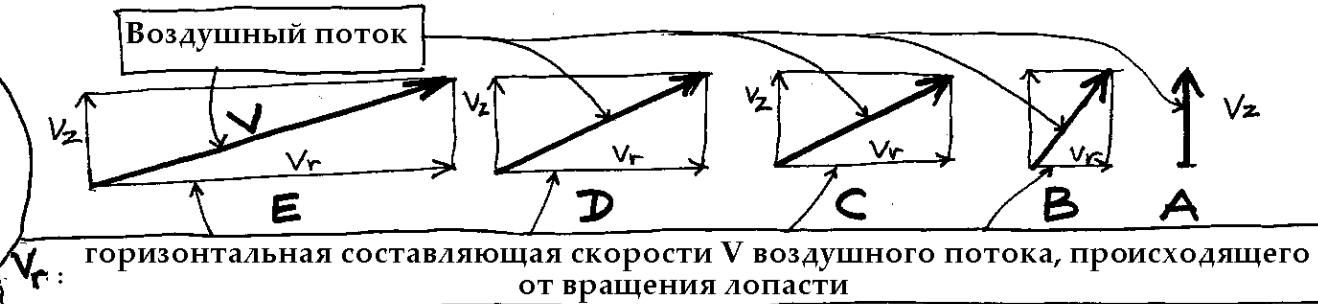
При уменьшении угла атаки лопасти относительно направления ВОЗДУШНОГО ПОТОКА устанавливается обтекание лопасти (рис. С). Аэродинамическая сила (составляющая f) пытается привести в движение лопасть. На рис. D эта сила нейтрализуется, потом меняет направление (рис. E). При этом составляющая f тормозит движение лопасти



Я хорошо понимаю, мой дорогой Кандид. Но откуда происходит это изменение направления того, что Вы называете ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ?



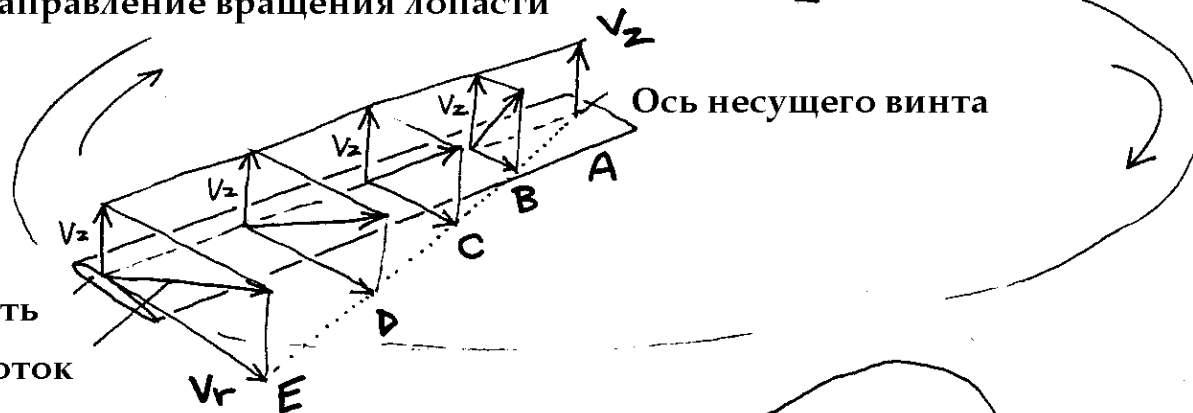
Скорость несущего винта сочетается со скоростью вращения лопасти



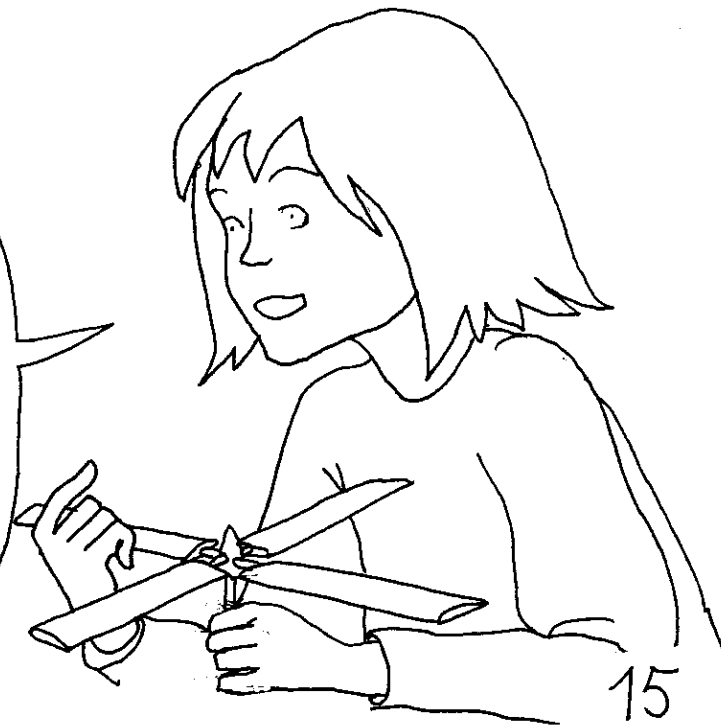
Направление вращения лопасти

V_z Восходящий поток воздуха

Лопать
Воздушный поток



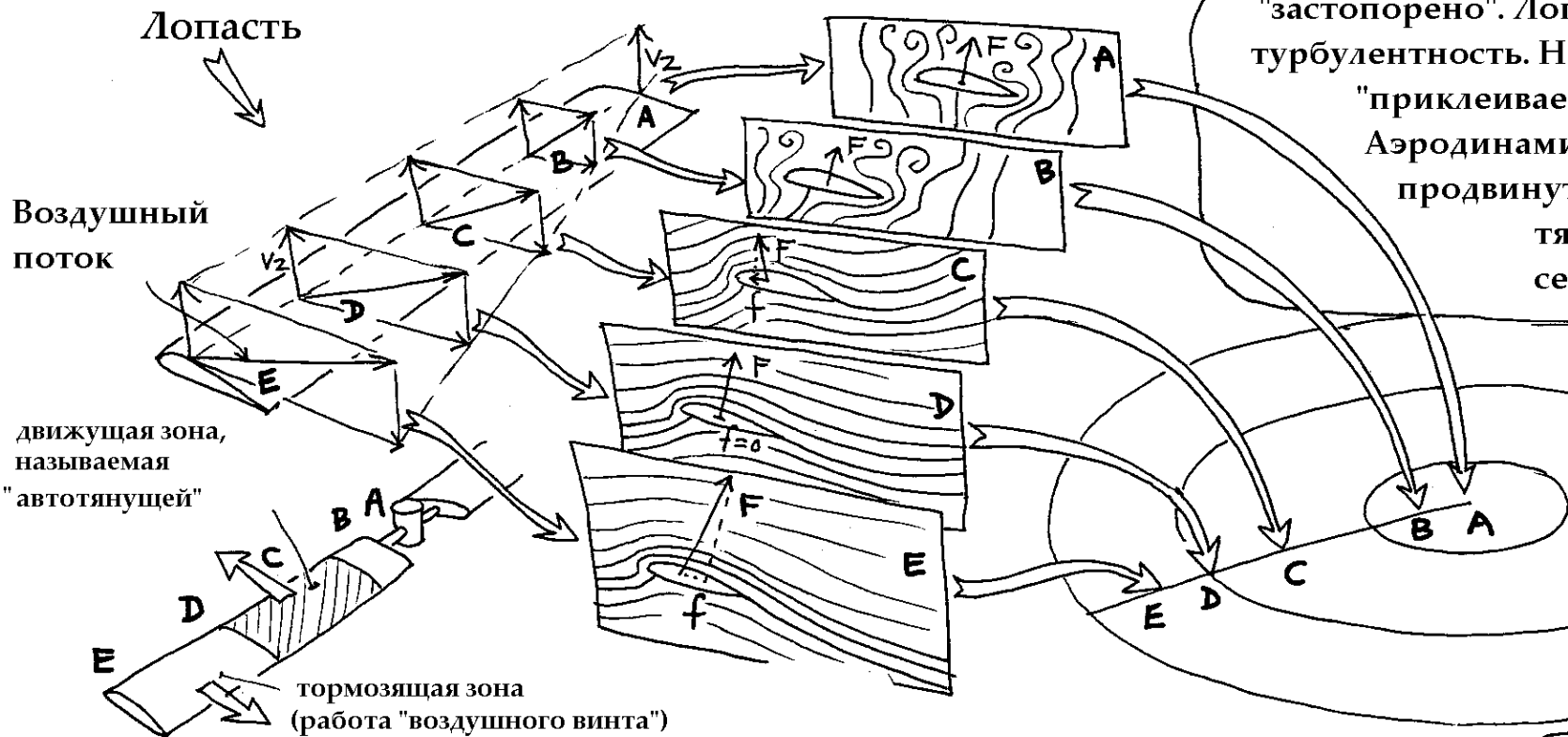
Несущий винт погружен в восходящий поток воздуха с соответствующей скоростью V_z . Она сочетается со скоростью, вызванной вращением лопасти, V_r , скоростью, которая пропорциональна расстоянию до оси. Равнодействующая сила образует ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК, который постепенно все более и более налетает на лопасть, по мере удаления от оси. В то же время модуль этой скорости увеличивается от оси к периферии



По способу воздействия ВОЗДУШНОГО ПОТОКА на лопасть получают совершенно различные течения. Чтобы представить их зрительно я приладил конец трубки, испускающей дым, к вращающейся лопасти. И вот какие различные результаты я смог получить.



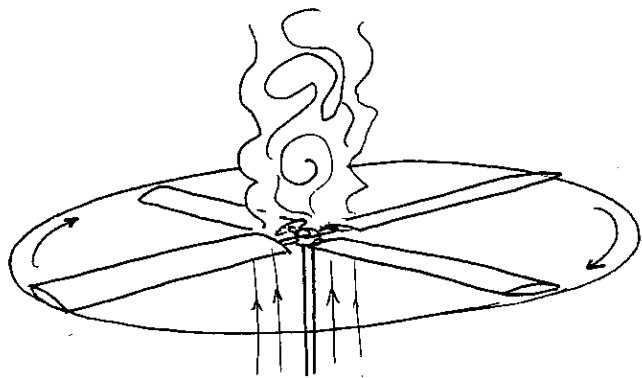
На рисунках А и В обтекание "застопорено". Лопасть создает сильную турбулентность. На рисунке С обтекание "приклеивается" к профилю. Аэродинамическая сила пытается продвинуть лопасть вперед ("зона тяги", "самовращающаяся", серого цвета)



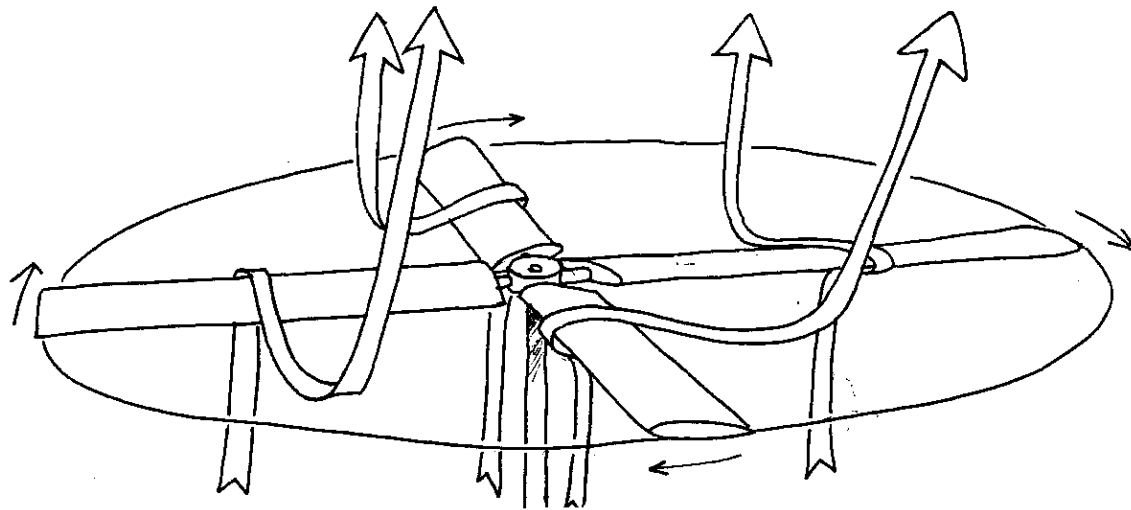
В области Е аэродинамическая сила, постоянно направленная вверх, пытается тормозить движение лопасти. Область D представляет пограничную зону ($f=0$). В этом режиме САМОВРАЩЕНИЯ заштрихована зона тяги лопасти, в то время как край лопасти "тормозит". Устанавливается режим АВТОМАТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

Все это было испытано на вентиляторе Хуаном де ля Сиерва

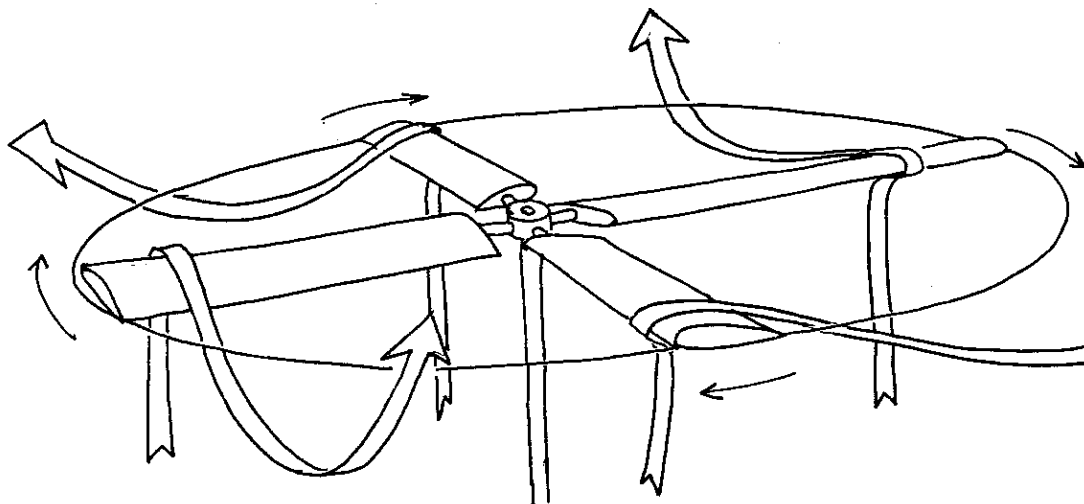




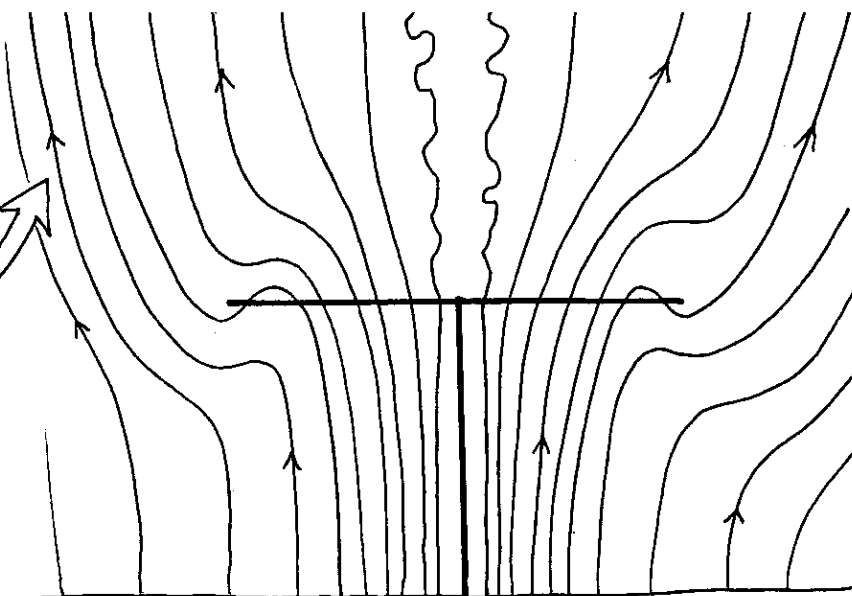
Сверху центральной части поток срывается, образуется сильно турбулизированное спутное течение



Здесь, поток "обтекает" по профилю лопасти

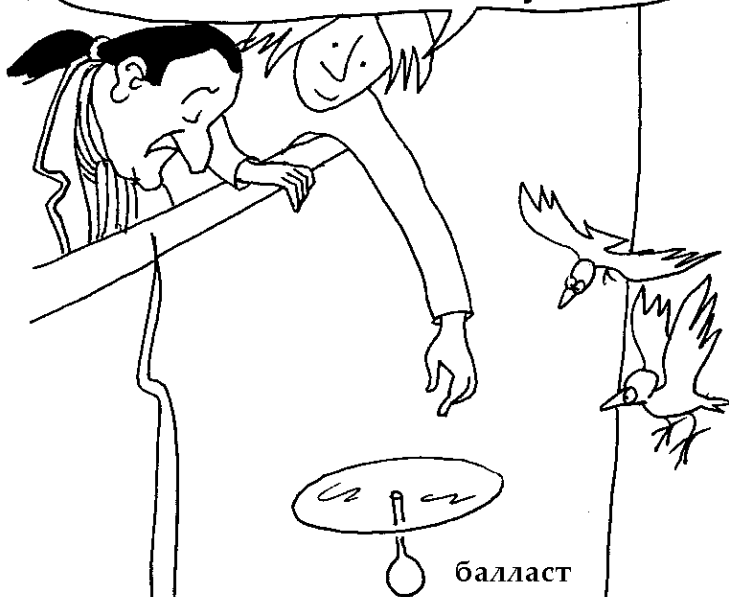


На периферии, импульс, сообщаемый воздушной массе, направлен вниз (ИНДУЦИРОВАННАЯ СКОРОСТЬ), достаточен для того, чтобы этот воздух тут же выходил наружу диска, развертываемого несущим винтом



Выше изображено то, что придает общему потоку удивительный вид

Посмотрите, учитель Панглос, из этого окна я выпускаю эту маленькую модель, придав ей минимальный импульс



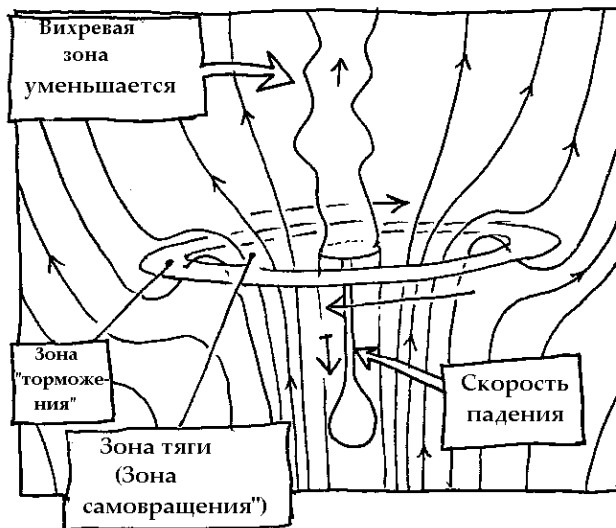
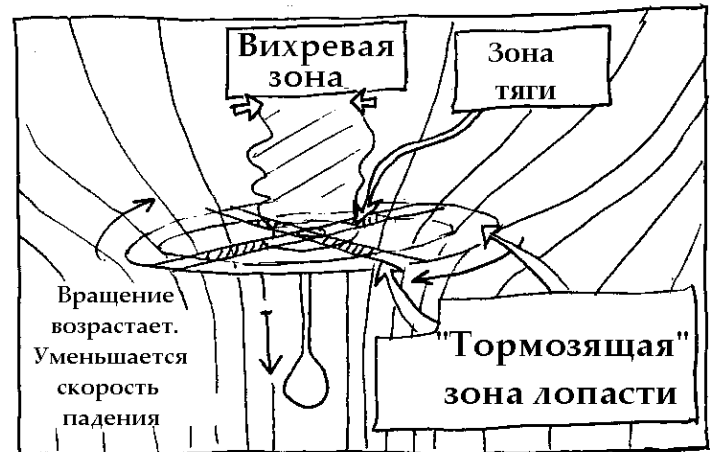
балласт

Минимальный ... относительно чего?

Чтобы некоторым образом привести периферийную часть несущего винта к достаточно быстрому вращению для "обтекания" потока. Тогда она становится тянущей, и вращение увеличивается



Зона вихревого потока ("тормозящая") сокращается постепенно по мере того, как вращение становится все более быстрым. Тогда на краю лопасти образуется тормозящая зона



При уравнивании двух пар сил скорость вращения стабилизируется. Тогда полностью устанавливается режим самовращения, и скорость спуска минимальна

Можно было бы получить аналогичный поток, если бросить невращающийся диск с дырочками, диаметр которых уменьшается от центра к периферии, что создает зоны с различной пористостью.

Управление

Крупные дыры: проход воздуха с сильным завихрением

балласт

Этот диск не вращается

"Пористая" зона

Отсутствие дыр: текучая среда обтекает диск

А что произошло бы, если бы Вы вначале не придали импульс для достаточного вращения?

Скорость на краю лопастей не была бы достаточной для "обтекания" потока по профилю крыла. Итак, нет движущей силы. Нет установки режима самовращения: модель шлепается как камень!

Одно время я думал, что это устройство позволило бы мадемуазель Кунигунде вести переговоры о побеге. Но полагаю, что этому делу будет полный облом.

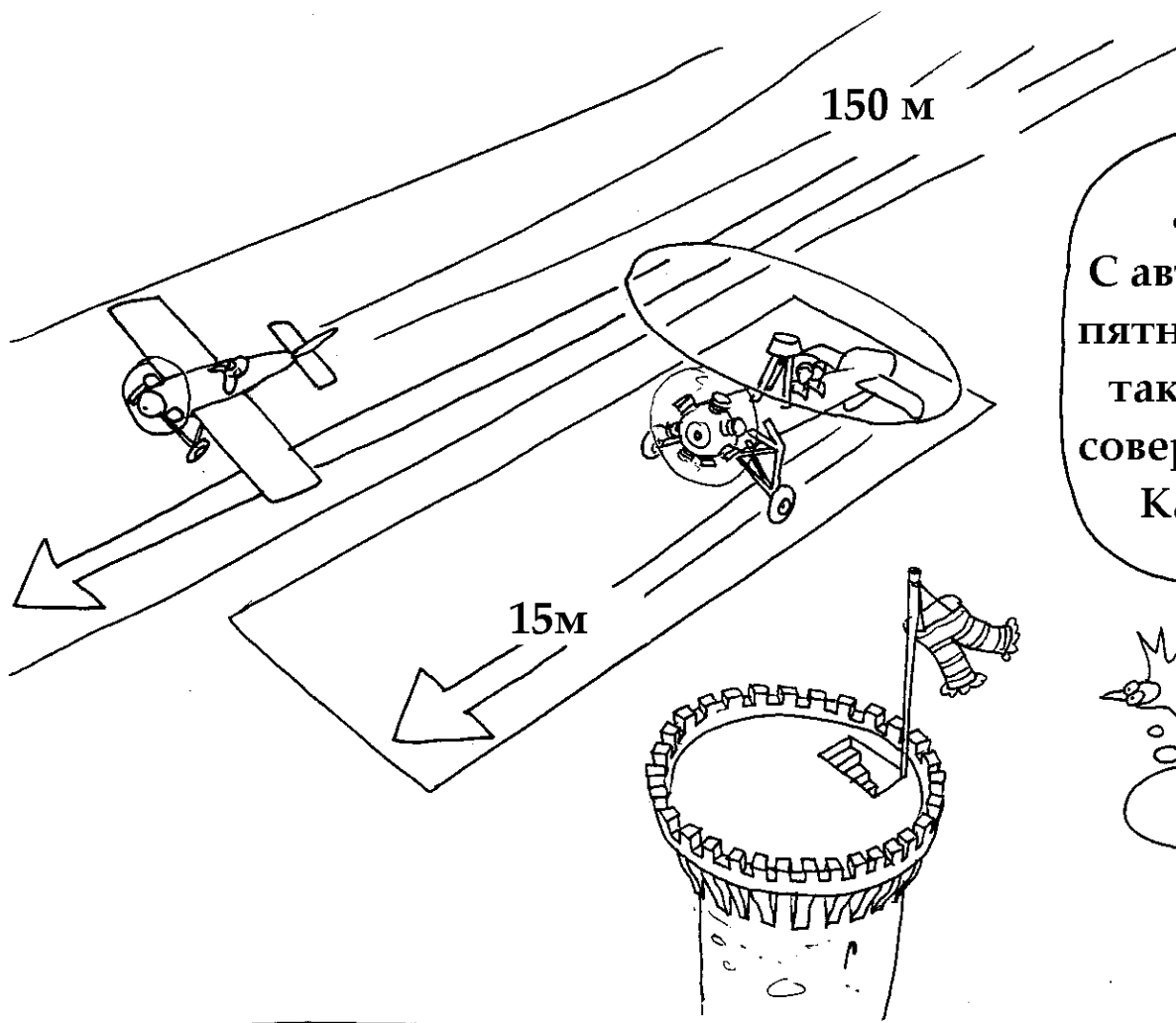
А автожир?

Однако, он вертится (*)

Теперь разгадана тайна самовращения его несущего винта, остается ко всему этому добавить чуточку ясности. Итак, несущий винт ведет себя как пористый диск, пористость которого уменьшается от центра к периферии

В итоге, автожир имеет сходство с бумажным змеем с уменьшающейся от центра к краю пористостью, с большой дырой в центре, через которую проходит воздушный вихрь

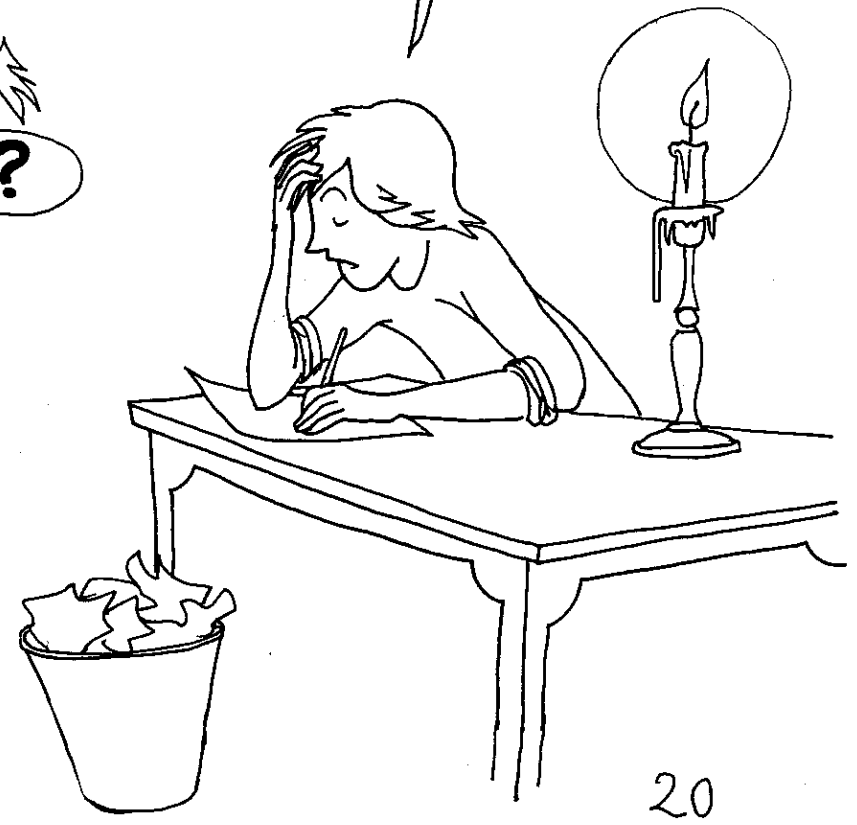
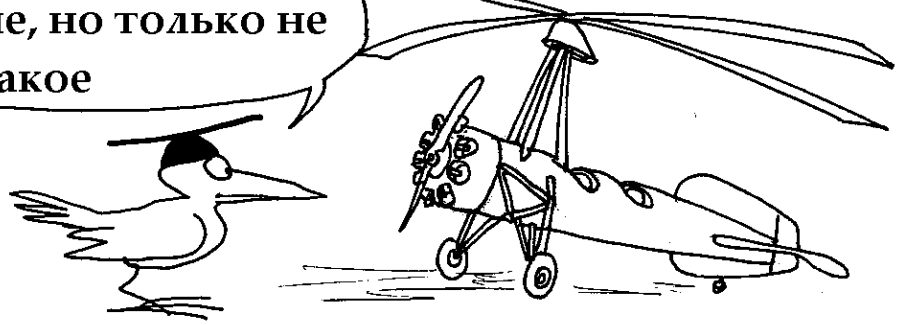
(*) и вертится безукоризненно (Галилей)



Подведем итог: для приземления аэроплану необходимы 150 метров. С автожиром можно довольствоваться и пятнадцатью метрами. Но терраса башни так узка, что для приземления нужно совершить поистине вертикальный спуск. Какая летающая машина может выполнить подобное?



Если и существует решение, но только не такое





Но, почему Вы носите эти самые штуковины такие
длинные, ну, как это называется?



Я ХОЧУ
выйти замуж за
Кандида!



Об этом не может быть и речи! Никогда моя дочь не выйдет замуж за простолюдина!



Но Кандид не простолюдин. Он сын одной из Ваших родственниц!



... и одного из ... восьмидесяти охотников



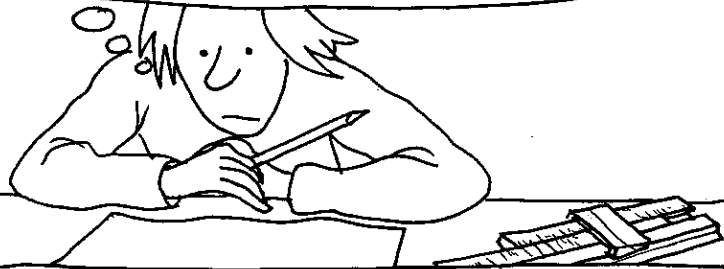
Но, отец, все эти восемьдесят охотников были знатного происхождения



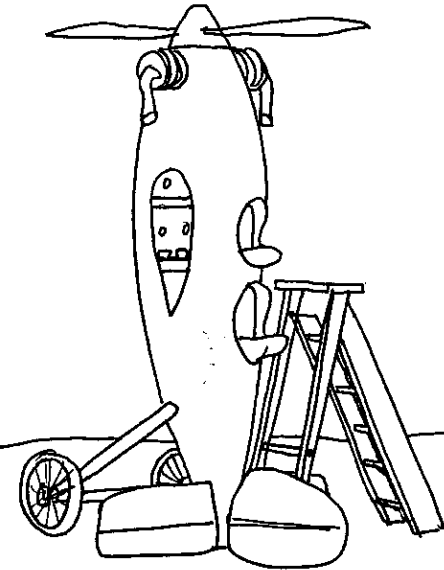
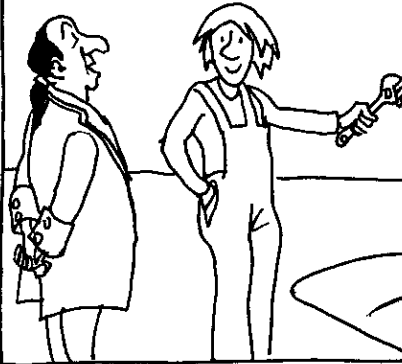
Гм ... оставим дипломатию на следующий раз ...



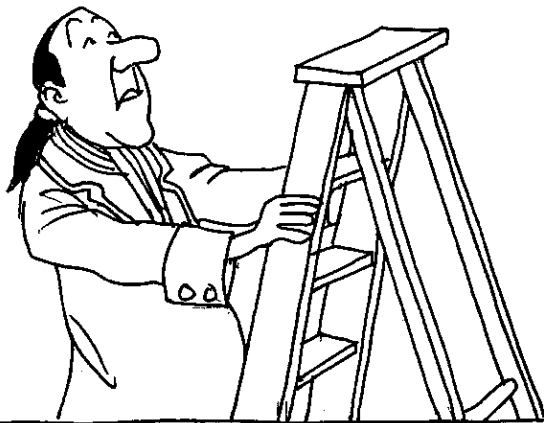
В конце концов, этот пилот
аэроплана не был виноват в попытке
кабрировать свою машину. Было бы
лучше подогнать ее тяговый винт под
аэродинамическую подъемную силу. И
тогда, только и дел, как наотрез удалить
крылья



В таком случае,
профессор, что Вы скажете
об этом?



Можете убрать приставную
лестницу, я прибавлю газ до
отказа

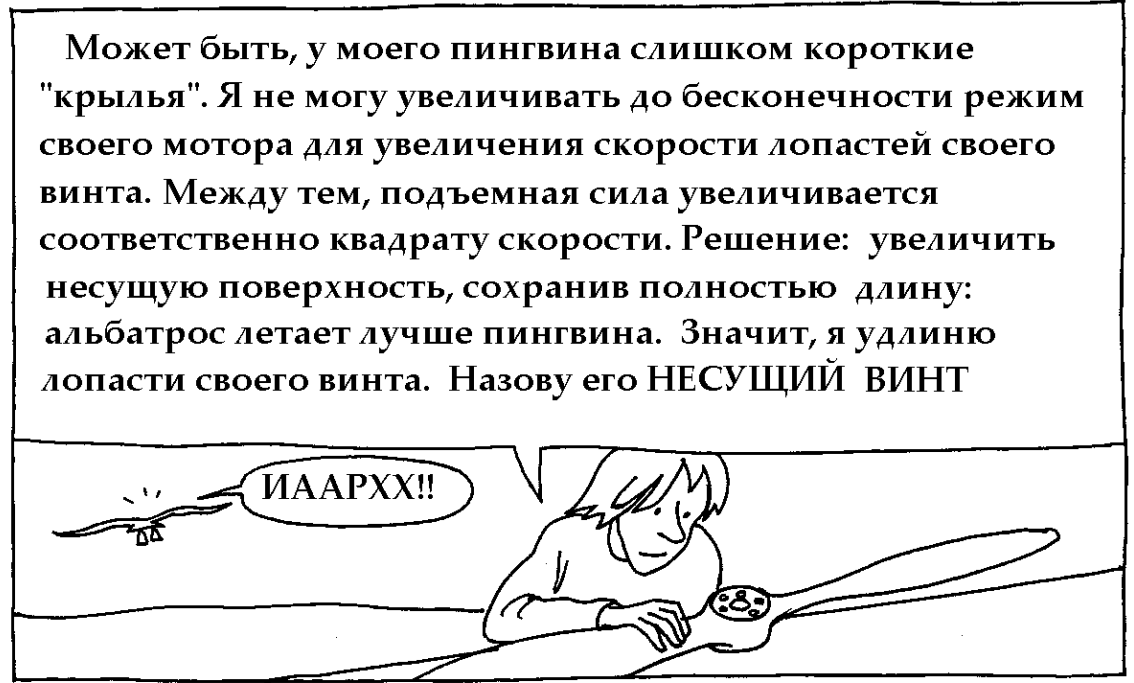


ВРРОААР

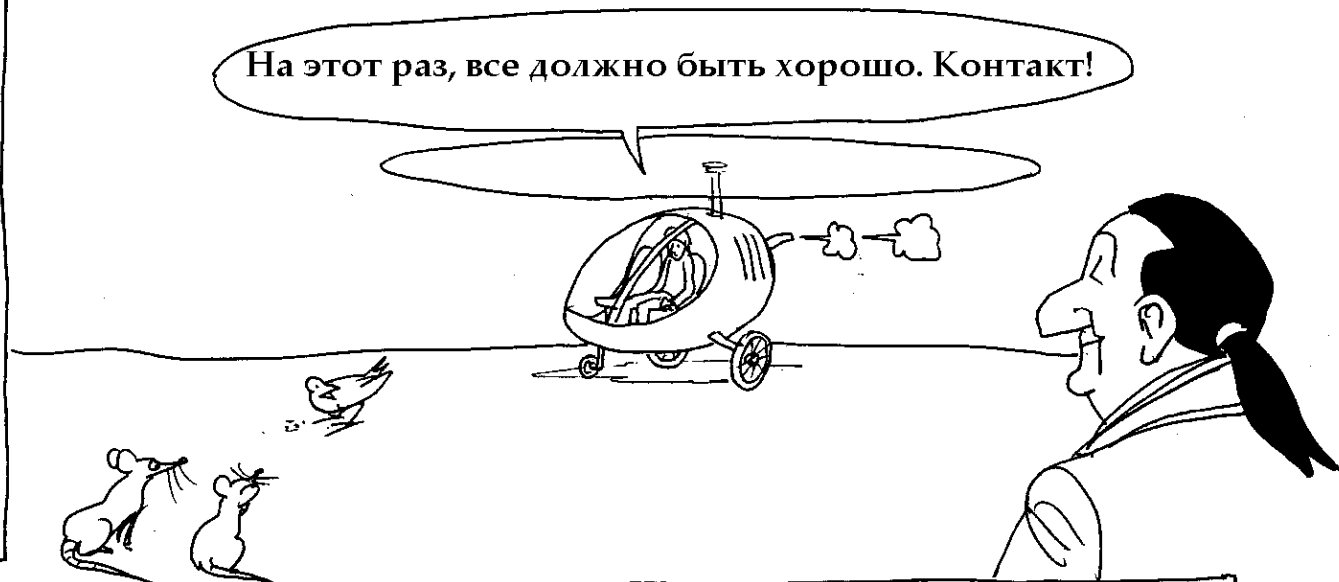
Ничего !?!



Не разбейтесь, я принесу
Вам приставную лестницу

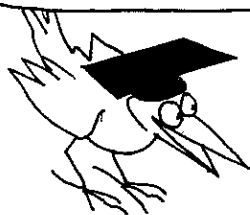


ВРАЩАЮЩИЙ МОМЕНТ



(*) но то, что последует, годится для 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ... лопастей

Автостабильный
вертолет, снабженный
двумя несущими винтами,
противоположно
вращающимися



Лист из тонкого
картона предотвращает
блуждание при наборе
высоты

Рояльная проволока,
сталь 5/10°

Круглые шарики

Брусок из
бальзового дерева,
квадрат 6x6

Эластик

2 квадратных
бруска из бальзового
дерева 3x3

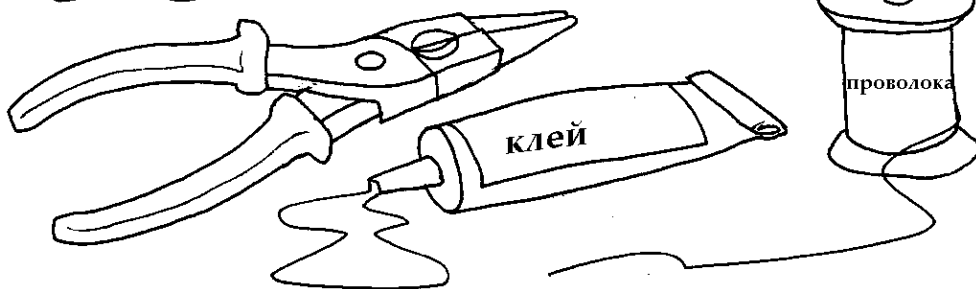
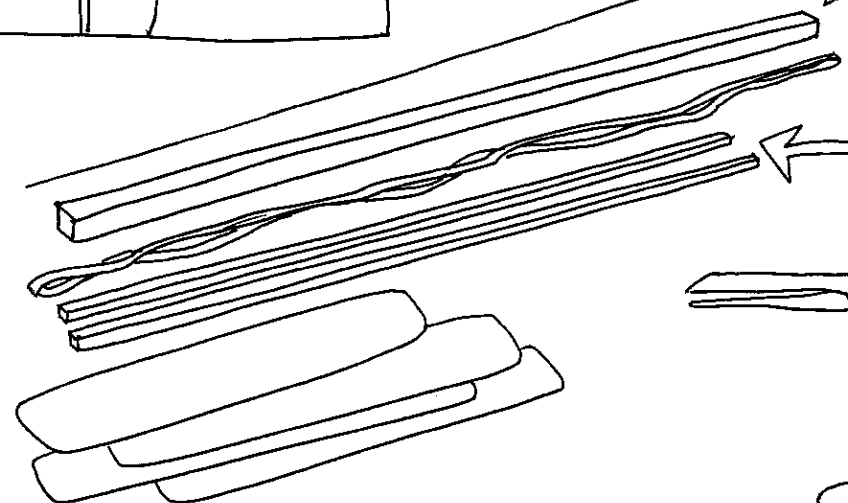
+ кружочки

Проткнутые
бусинки

4 лопасти из
тонкого
картона



Испытаем
эту модель

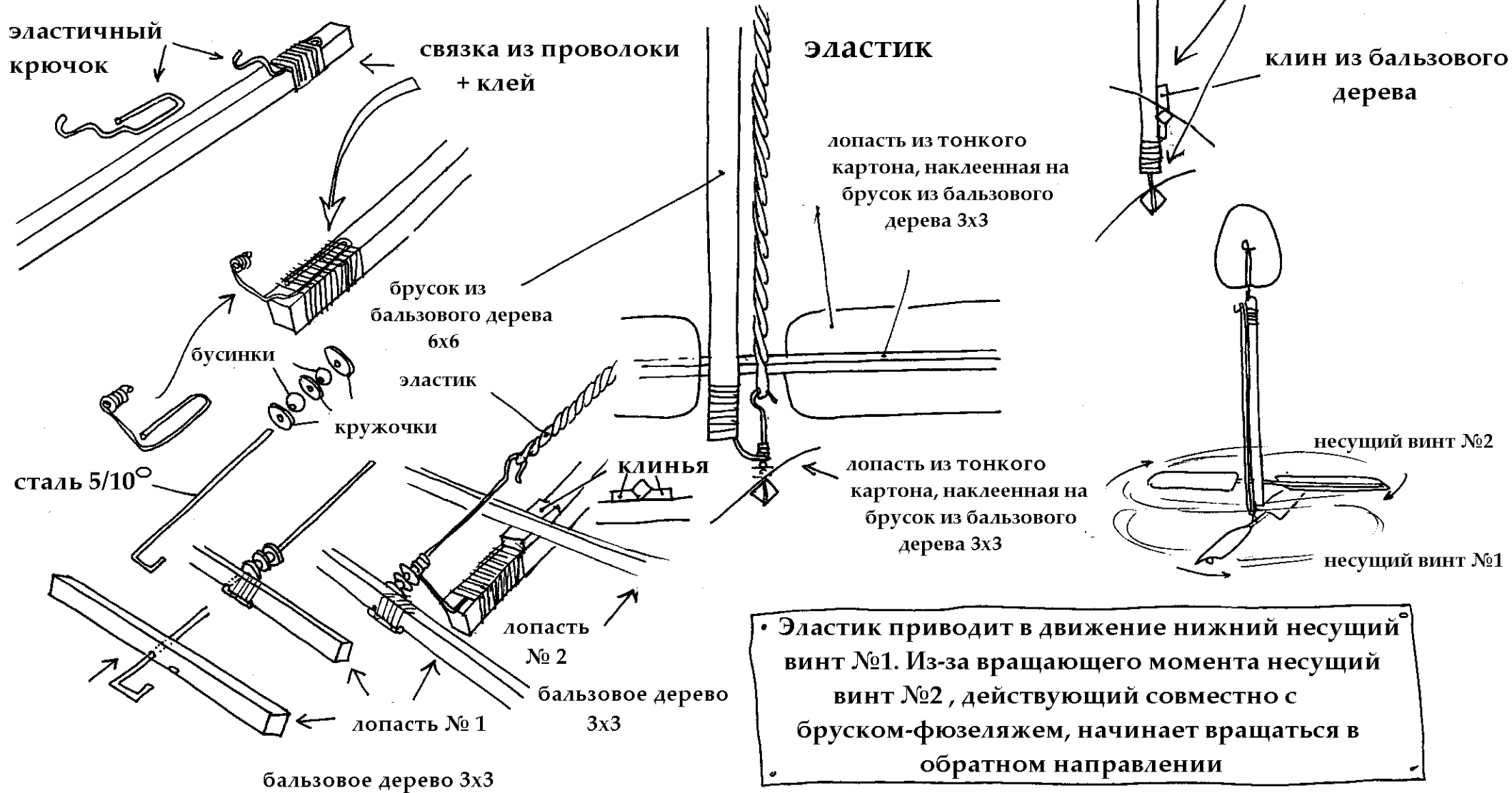


проволока

клей



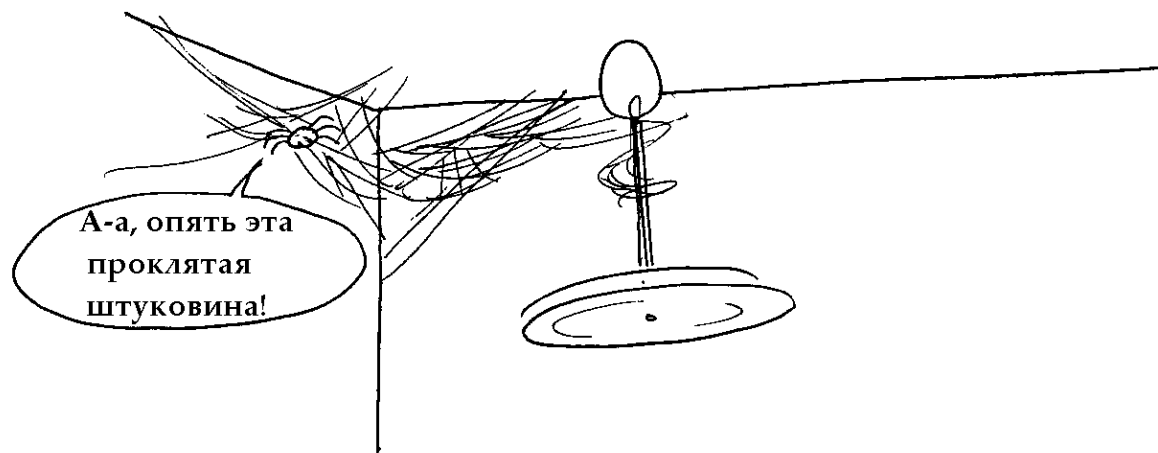
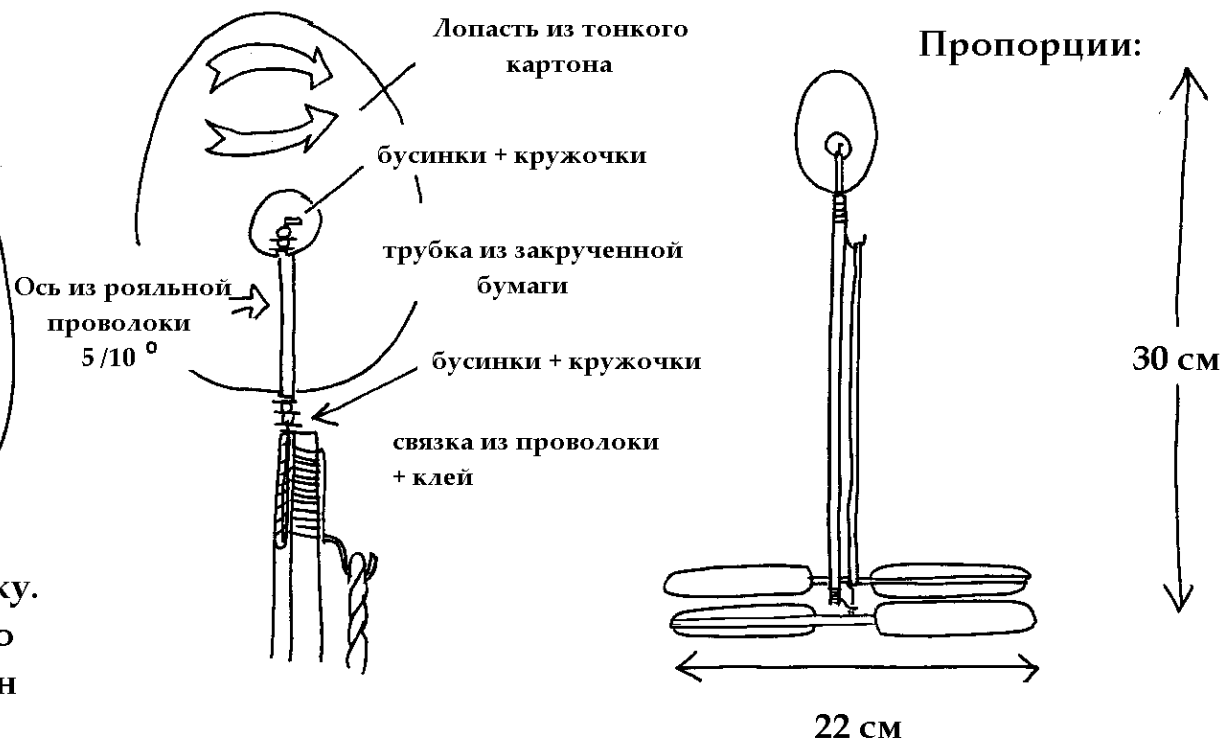
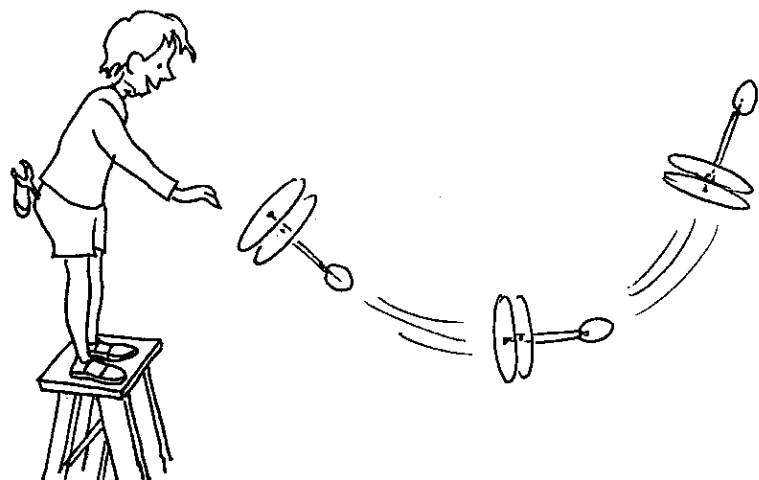
Трудность заключается в том, чтобы скрутить рояльную проволоку ДВУМЯ пинцетами так, чтобы соорудить эти детали:



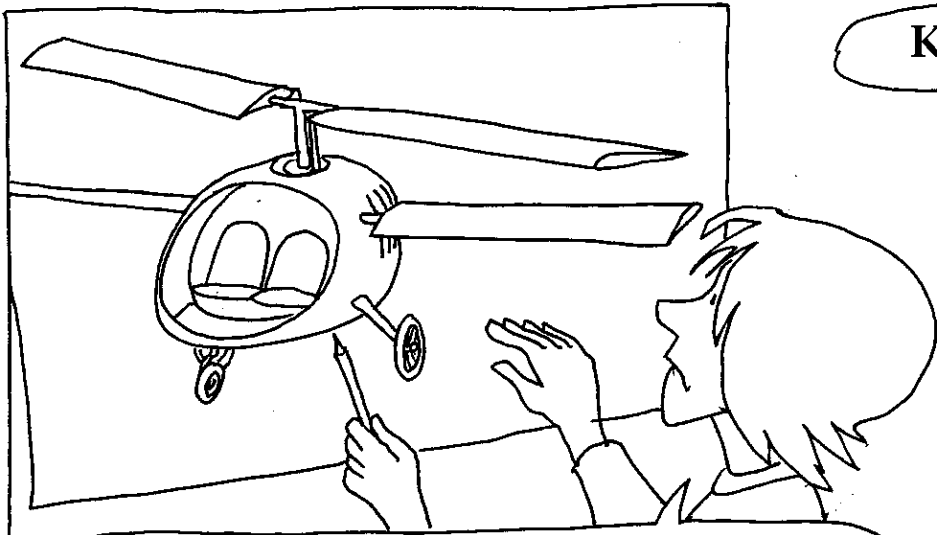
Установка верхней лопасти, которая делает механизм автоматически стабилизированным



Когда вертолет кренит, то он летит на бок. Нагрузка на верхнюю лопасть сразу же его выравнивает. Доверенный самому себе, он поднимается "вразвалочку" (*)



(*) В детстве я употреблял это устройство для удаления сетей паутины, висевших на высоких потолках замка Тиор в Севре (Франция)



Нет, это глупо. Нельзя будет сесть во вращающуюся кабину

Кандид рассмотрел разные варианты

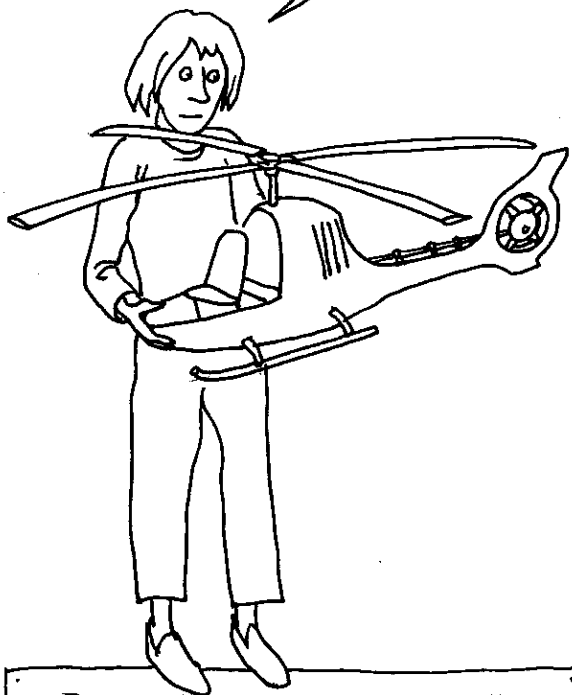


Два несущих винта с противоположным вращением, изобретение француза Лоне, внедренное русским Камовым

<p>Вертолет с боковыми винтами</p>	<p>Вертолет с двумя винтами в тандеме</p>	<p>Вертолет с винтовой поперечной схемой</p>	<p>Выхлоп газа с концов лопастей</p>
<p>Изобретение англичанина Кейли, примененное немцем Фокке</p>	<p>Изобретение француза Корню, развитое Пясецким</p>	<p>Изобретение немца Флеттнера, развитое компанией "КАМАН"</p>	<p>"Джин" (Француз Морен)</p>

Ив де Бек написал блестяще иллюстрированную работу, названную "Подлинная история вертолета с 1486 по 2005 годы", опубликованную издательствами Ducretet SA, CH-1022 Chavannes-pres-Renens ISBN 2-8399-0100-5. Здесь вы найдете все модели вертолетов, которые приходили в голову людям

Я установлю на концевой балке рулевой винт для компенсации вращения корпуса. Соединив его механически в пару с основным несущим винтом, получим то, что должно работать. Когда я форсирую режим двигателя, то возрастает также скорость вращения рулевого винта на концевой балке, и компенсация момента вращения корпуса будет обеспечена автоматически.

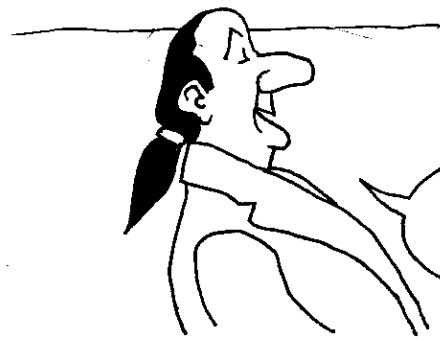
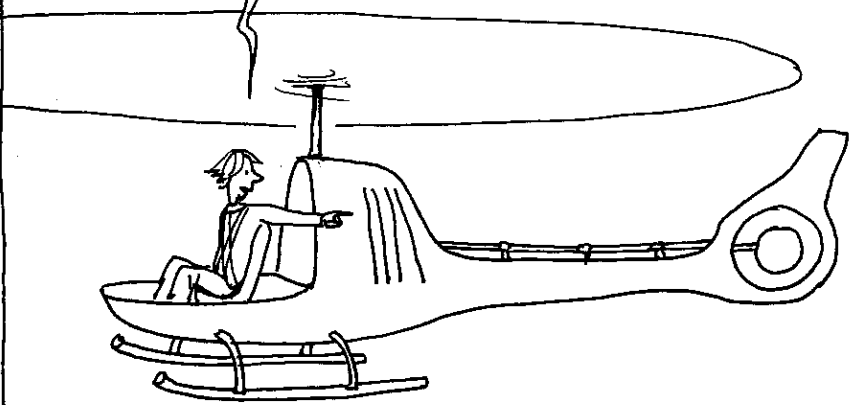


Рулевой винт на концевой балке по одновинтовой схеме несущего винта был придуман русским Юрьевым и разработан Игорем Сикорским.
 (*)Фенестрон внедрил француз Муй



Вернись немедленно, в противном случае, тебя затынет, и ты превратишься в ломтики колбасы

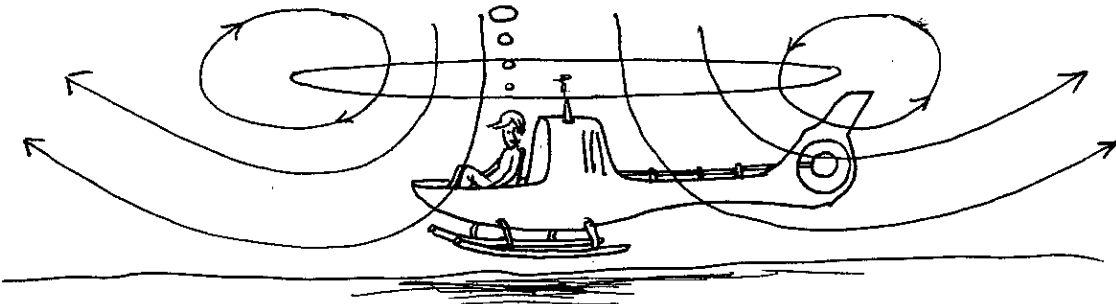
Пангос, так и есть, мне удалось!



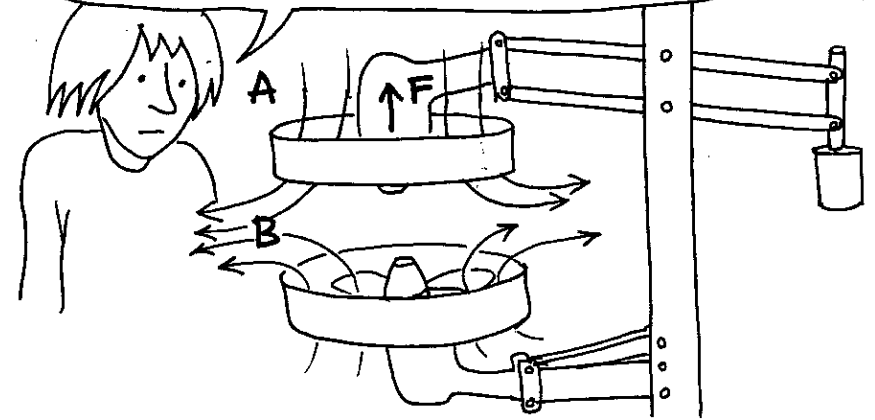
Это прекрасно демонстрирует, что все к лучшему в лучшей из всех возможных аэроавтик

ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ ЗЕМЛИ

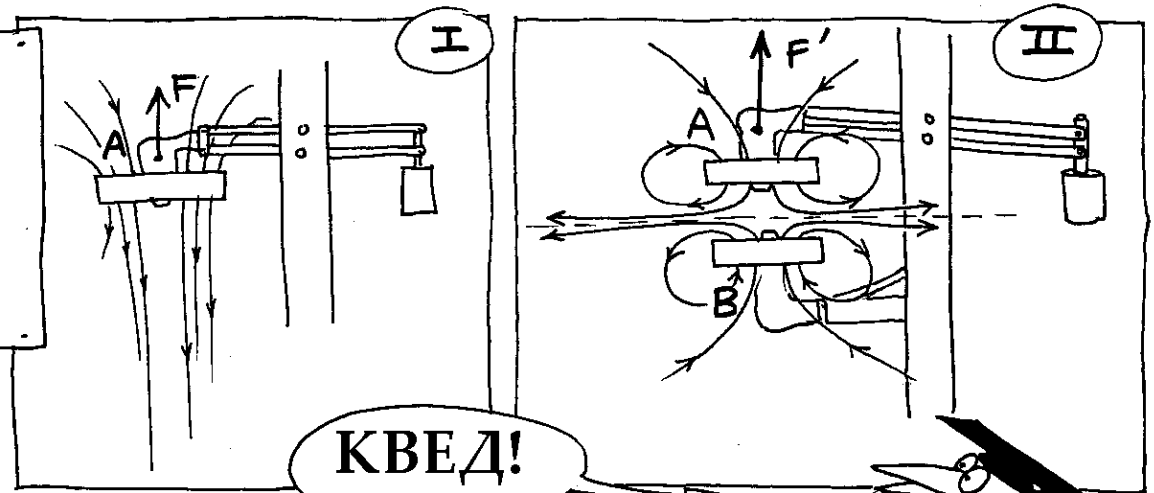
Это любопытно. Около земли я держусь с ощутимо более слабой мощностью (*)



Эта машина является не чем иным, как прекрасным огромным вентилятором. Я заставлю работать два таких вентилятора, разместив их напротив друг друга



В равномерном режиме подъемная сила, которая действует на вентилятор А, возрастает при его работе напротив вентилятора В, который проталкивает воздух в другом, чем вентилятор А, направлении



Поток II такой, каким бы он был при работе вентилятора А около земли

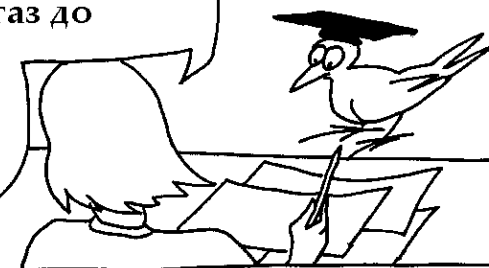
(*) Эффект близости земли становится существенным, когда несущий винт находится от земли на расстоянии, равном или меньшим половины своего диаметра

"НАБОР ОБОРОТОВ"

У моего несущего винта фиксированный шаг. Чем больше шаг, тем больше угол атаки лопасти, тем значительней **ЛОБОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ**, тормозящее вращение лопасти



Если мой мотор по какой-либо причине теряет мощность, то лобовое сопротивление замедляет его вращение (*). Если уменьшается соответствующая **ВОЗДУШНОМУ ПОТОКУ** скорость, то по всему профилю будет срыв в штопор. А если это происходит, то прощай, халупа. Нужно было бы немедленно сократить шаг, давя на газ до отказа, чтобы любой ценой поддержать режим несущего винта, чтобы вновь набрать обороты



Что он говорит?

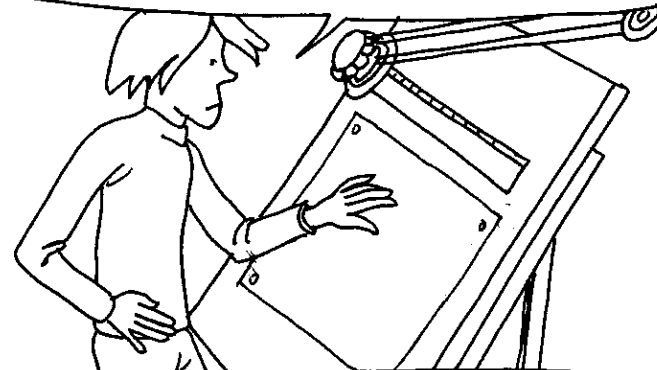


Это тебя не касается. Насколько мне известно, у тебя нет вращающегося оперения?

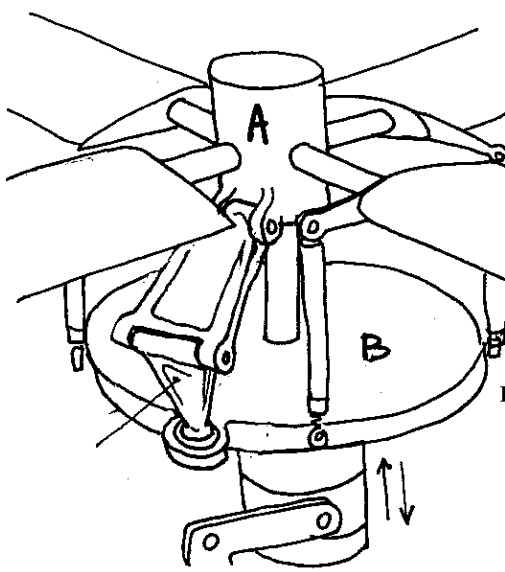
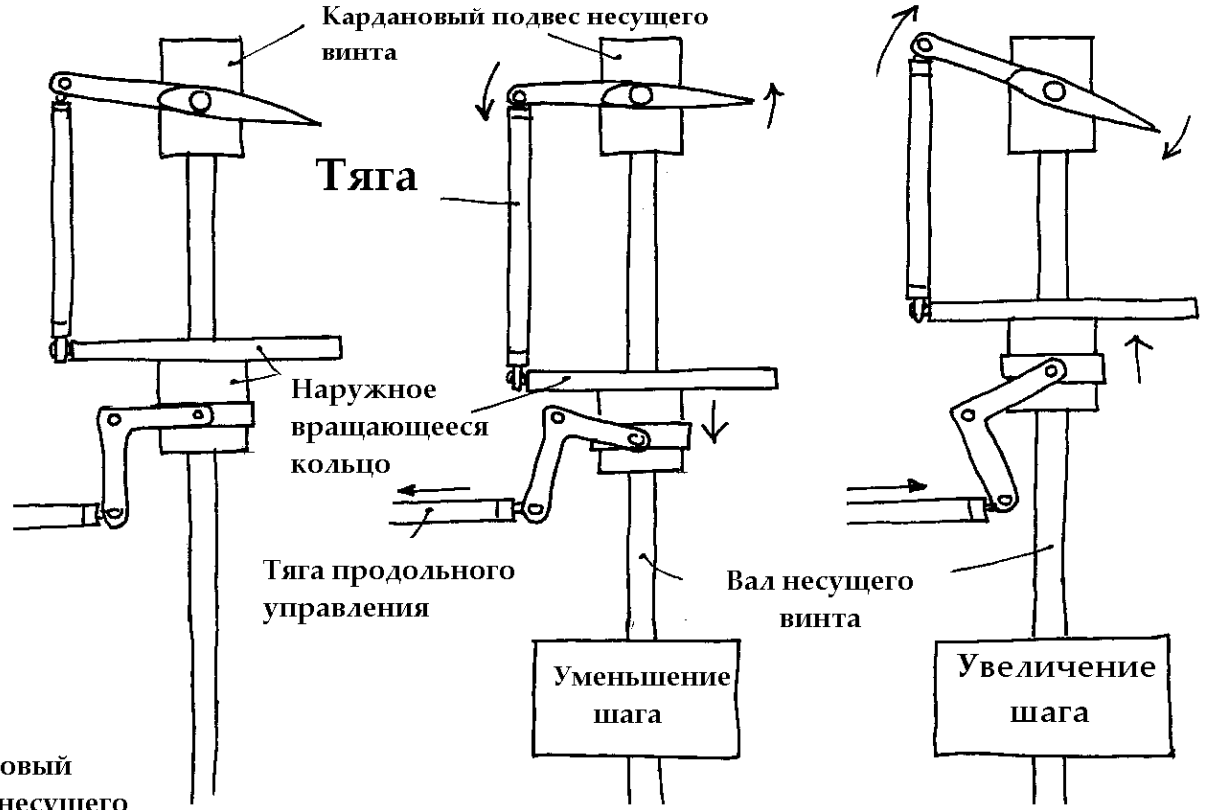
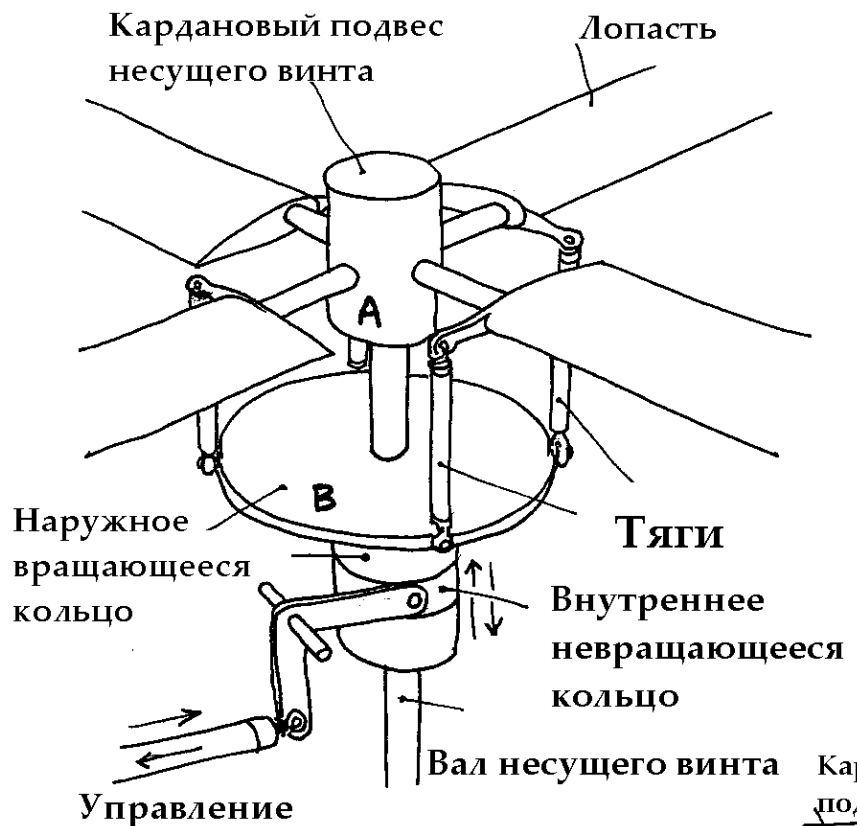
Э-э, я не думаю ...



Надо, чтобы я смог изменять шаг, то есть, угол атаки лопастей, когда я буду в полете



(*). Несущий винт, двигатель которого резко прекращал работать, был бы опасен при замедлении на ... секунду!



С этой системой можно изменять шаг лопастей несущего винта, воздействуя на внутреннее неврещающееся кольцо В, связанное шарикоподшипником с наружным вращающимся кольцом А, который передает команду на лопасти через посредство тяг.

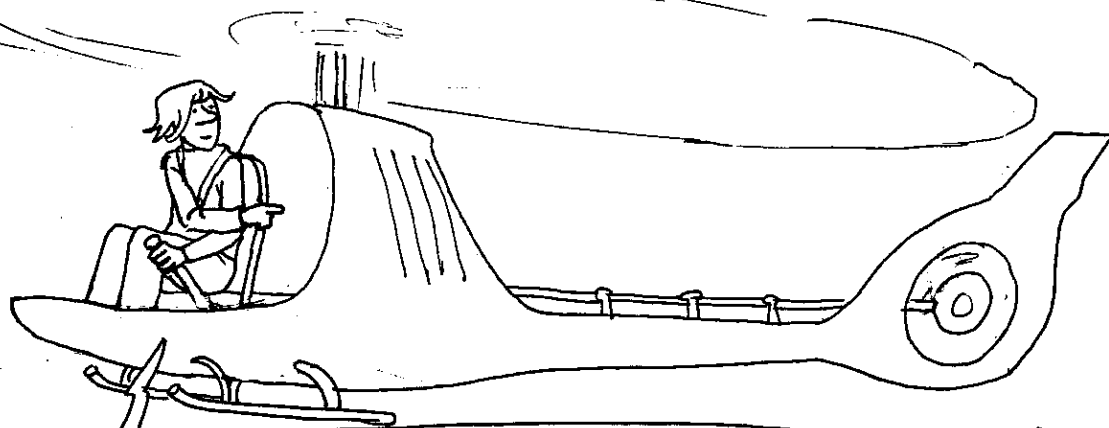
УПРАВЛЕНИЕ

При помощи ручки управления в своей кабине пилота я отрегулировал все органы управления, что позволяет мне изменять сколько угодно общий шаг

Я также привел в действие управление рычага "газ"

Вращающаяся ручка: управление газом

Ручка управления вверх: увеличить шаг
Ручка управления вниз: уменьшить шаг

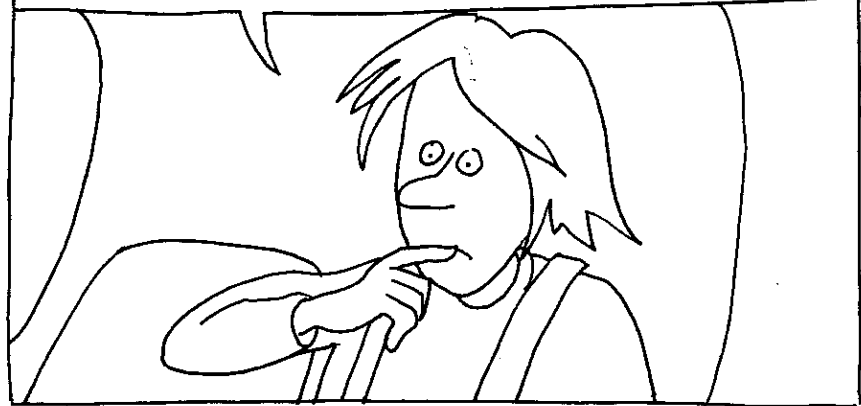


Я применил ту же систему у рулевого винта на концевой балке при одновинтовой схеме несущего винта для избежания резких поворотов при изменении мной общего шага. Я добавил управление педалями, что позволяет мне вращаться на месте.



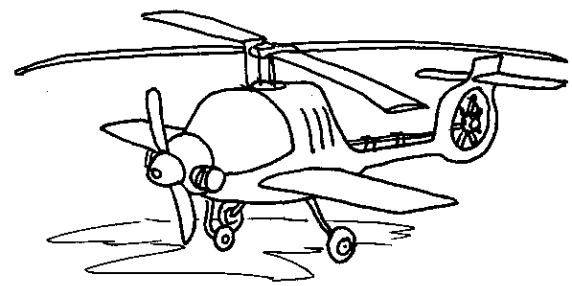
Что?
Я ничего не слышу ...

Хорошо. Я испытал эту летающую машину, способную унести нас с Кунигундой. Я могу сколько угодно подниматься, опускаться, поворачиваться вокруг себя. Остается один вопрос: как продвигаться вперед?



А почему бы не добавить винт, рули?

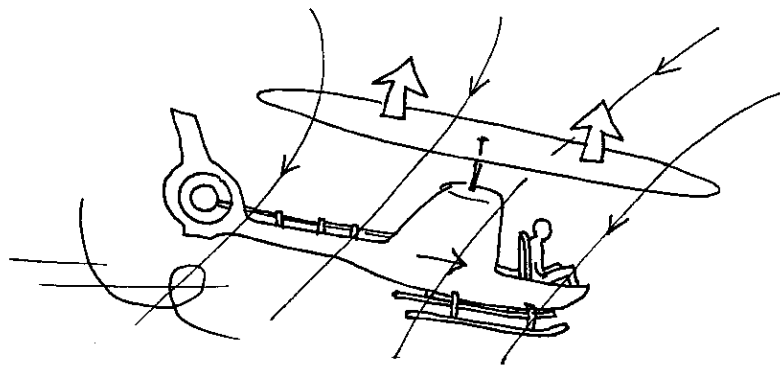
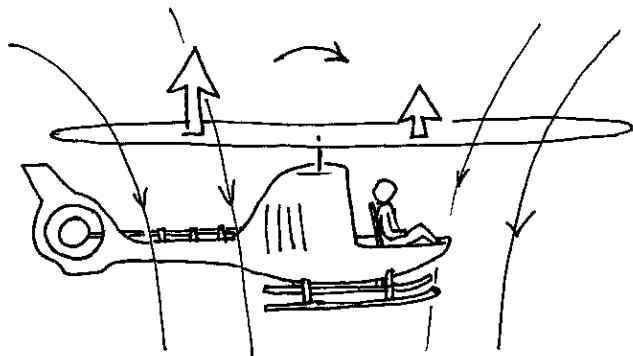
Все это кажется мне достаточно сложным.



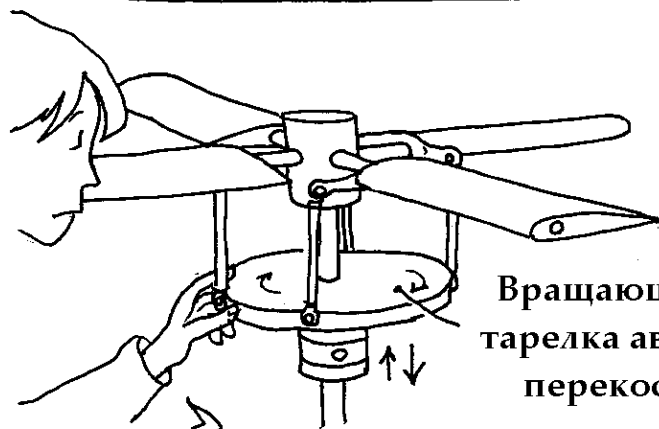


РЕЖИМ ВИСЕНИЯ

ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

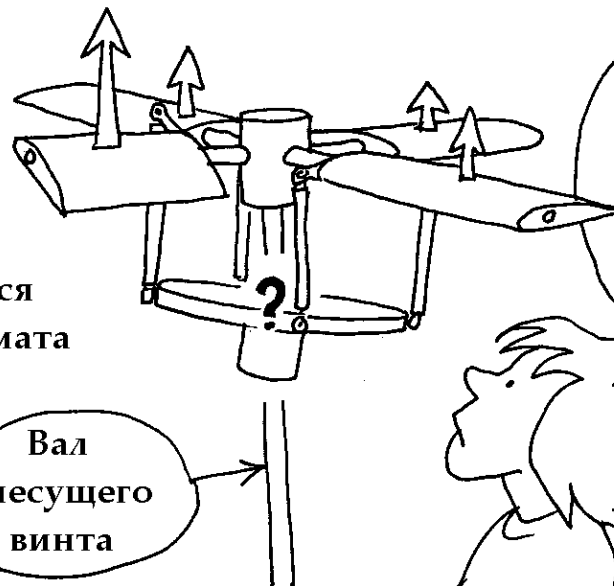


Если бы я мог увеличить подъемную силу лопастей своего несущего винта, когда они находятся сзади, и уменьшить ее, когда они находятся впереди, с помощью ЦИКЛИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ШАГОМ, то я смог бы спровоцировать качание своей машины и вывод ее в ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ



Вращающаяся тарелка автомата перекоса

Шаг моих лопастей определяется положением вращающейся тарелки автомата перекоса на валу несущего винта



Вал несущего винта

Если бы я смог сделать так, чтобы эта тарелка приобрела угол атаки при ее вращении, то я смог бы создать это циклическое изменение шага (*) лопасти. Но как соединить шарнирно и управлять всем этим кавардаком!?!

(*) Изобретено испанцем ПЕСКАРА, который ввел понятие АВТОРОТАЦИИ (САМОВРАЩЕНИЯ)

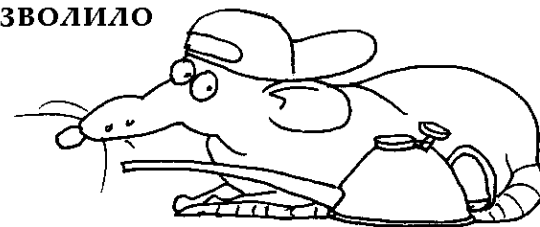
Есть. Соединение осуществляется на сферической опорной поверхности

Сфера

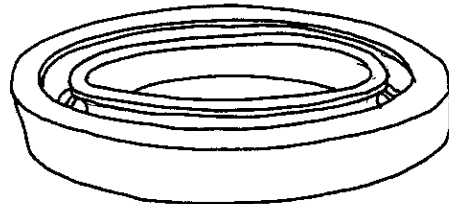
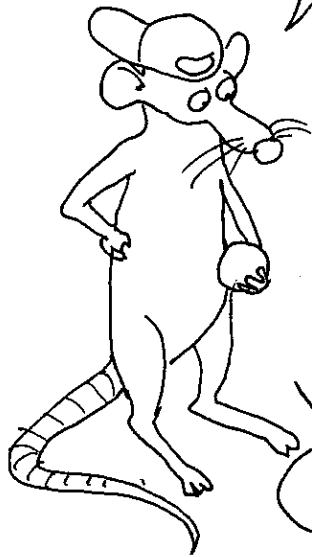
Один из элементов заканчивается шаровым шарниром, удерживаемым в пазу зачеканкой, что разрешает некоторый угол отклонения

Сначала мне нужна система, позволяющая шарнирно соединить тяги на качающейся тарелке

Жизнь пилота вертолета связана со сложной механикой, в которой действуют подобные тяги, зубчатые передачи, подшипники качения, все эти элементы перед использованием должны быть выполнены с самой совершенной точностью, затем пройти контроль и периодически совершенствоваться. Больше значения, чем для самолета, имеют стоимость изготовления и техническое обслуживание. Начиная с семидесятых годов используются новые материалы: композиты, эластомеры, составы с автоматической смазкой, что позволило сократить сложность, вес, стоимость изготовления, быстроту техобслуживания, и все это для безотказной работы, но это выходит за рамки данной книги.

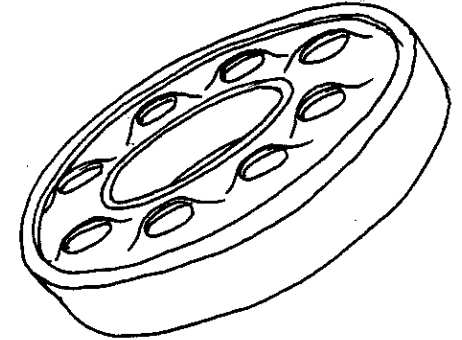
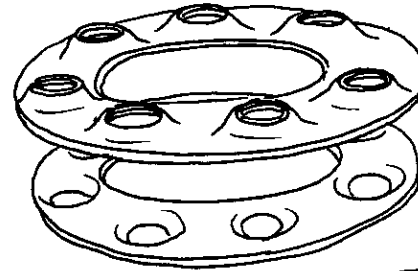
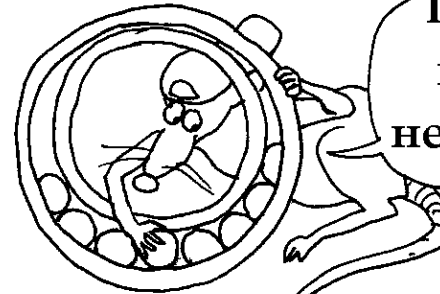


Важный элемент - шарикоподшипник



Но как засунуть эти чертовы шарики?

При смещении колец от центра можно ввести некоторое число шариков

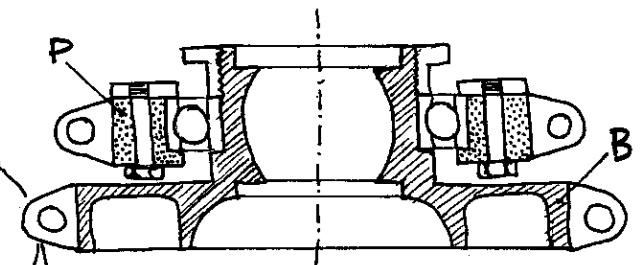
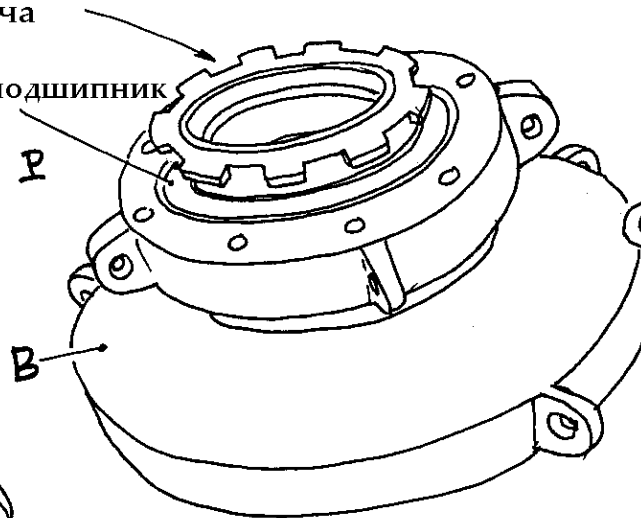
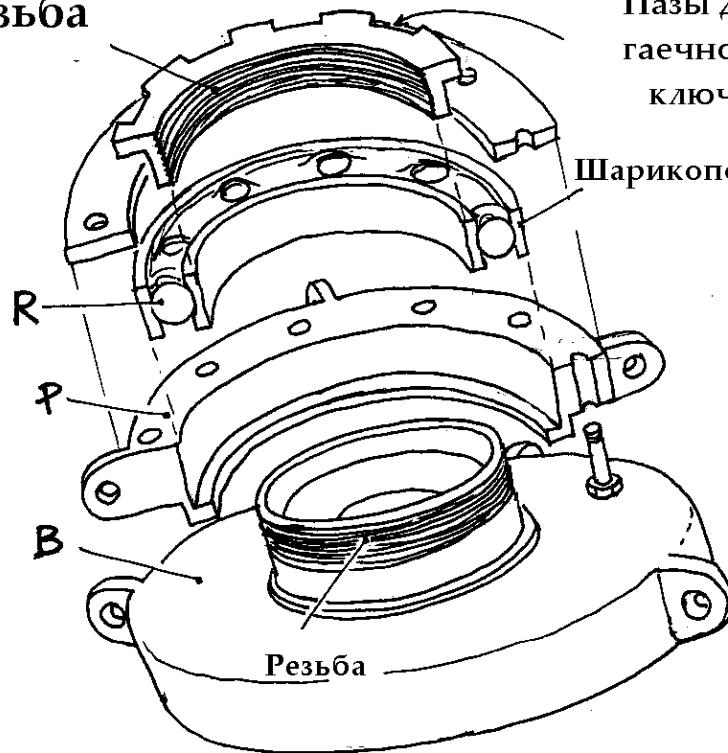


После чего они удерживаются на месте корпусом, состоящим из двух спаянных, зачеканенных или приклеенных элементов

Резьба

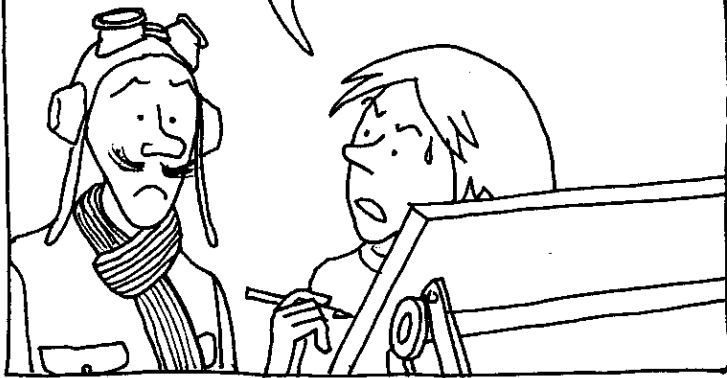
Пазы для гаечного ключа

Шарикоподшипник



Этот подшипник позволяет двум тарелкам автомата перекося, одна из которых, P - вращается, а другая, B - не вращается, оставаясь соосными, двигаться относительно друг друга

Я не хотел бы Вас
огорчить, старина, но Ваш
самолет в плане механики -
ерунда

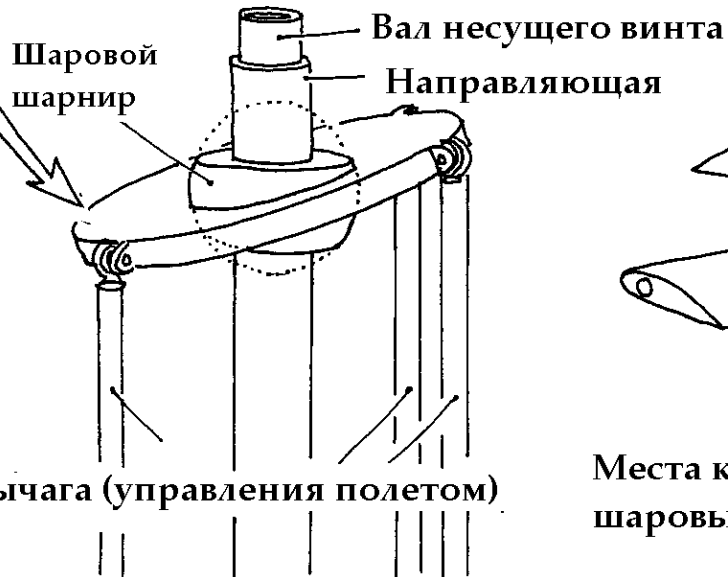


Чтобы развернуть прямо расположенную криво
штуковину есть одно решение - и это **ШАРОВОЙ
ШАРНИР**



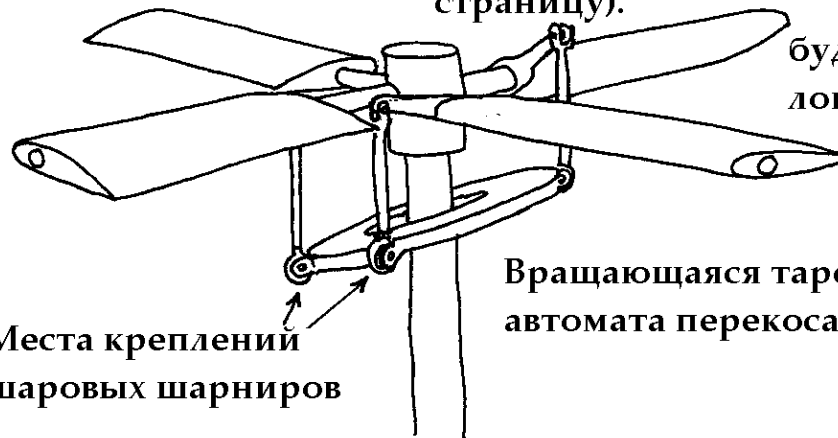
Шаровой
шарнир будет скользить
по **НАПРАВЛЯЮЩЕЙ**,
внутри которой будет
вращаться **ВАЛ
НЕСУЩЕГО ВИНТА**

На этом шаровом шарнире будет поворачиваться
невращающаяся тарелка В автомата перекоса,
ориентация которой будет фиксироваться
рычагом управления полета

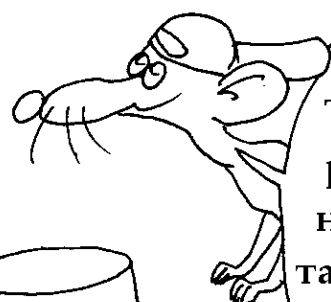


Невращающаяся тарелка В автомата перекоса будет
связана шарикоподшипником со вращающейся
тарелкой Р автомата перекоса (см. предыдущую
страницу).

Эта вращающаяся тарелка
будет управлять углом атаки
лопасти через тяги привода шага



Перед тем, как перейти к завершению этого изучения тарелки автомата перекоса, управляющей циклическим шагом, остается несколько проблем. Во-первых, как объединить в единое целое вращающуюся тарелку автомата перекоса Р с кардановым подвесом. Ведь нельзя же поручить решение этой задачи хрупким тягам?

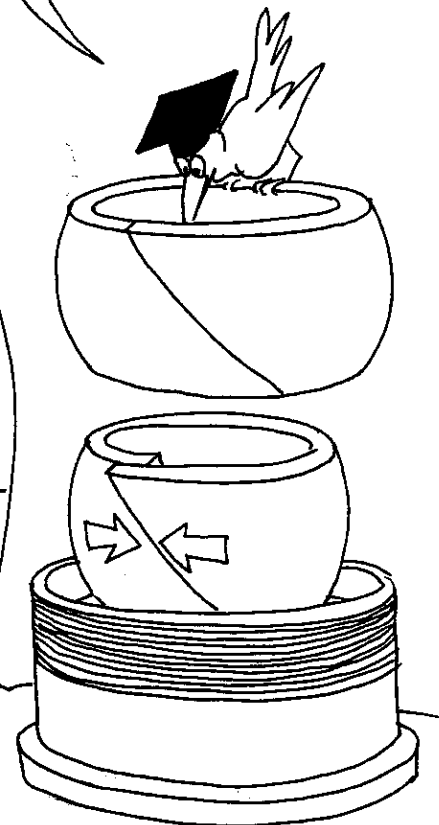


Нет, этим займется зубило. То же устройство разместят между невращающейся тарелкой В автомата перекоса и конструкцией вертолета

Вопрос второй: как разместить шаровой шарнир в его пазу, расположенном на тарелке В автомата перекоса?

Шаровой шарнир - это рассеченная тефлоновая втулка с автоматической смазкой, у которой внутренняя поверхность - цилиндрическая, а внешняя - сферическая. Осуществляя, как показано, деформацию, можно без труда проскользнуть в ее полость.

Наконец, все может "поглотить" направляющая, внутри которой вращается ось несущего винта



Невращающаяся тарелка В автомата перекоса

Кардановый подвес несущего винта

Поводок

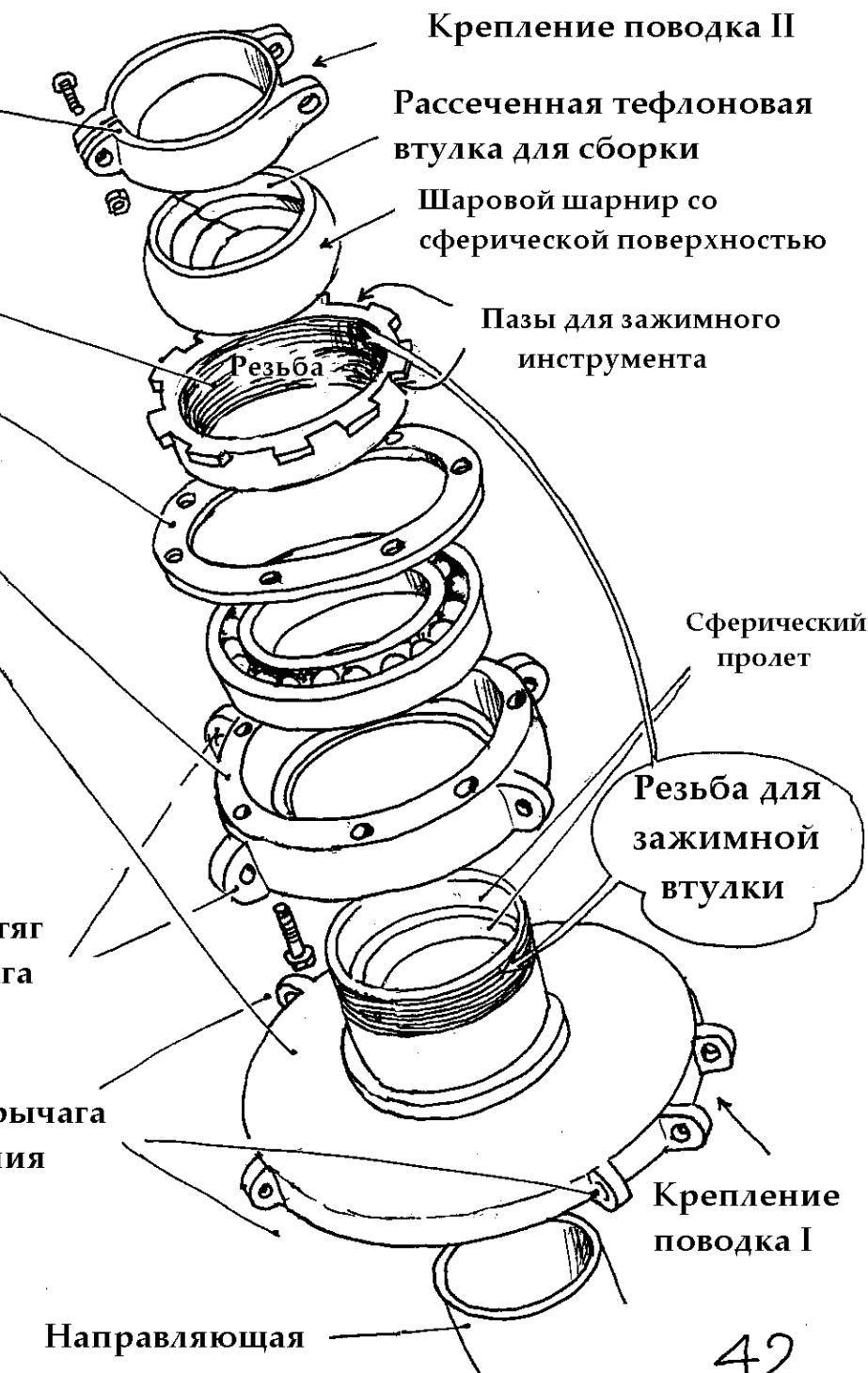
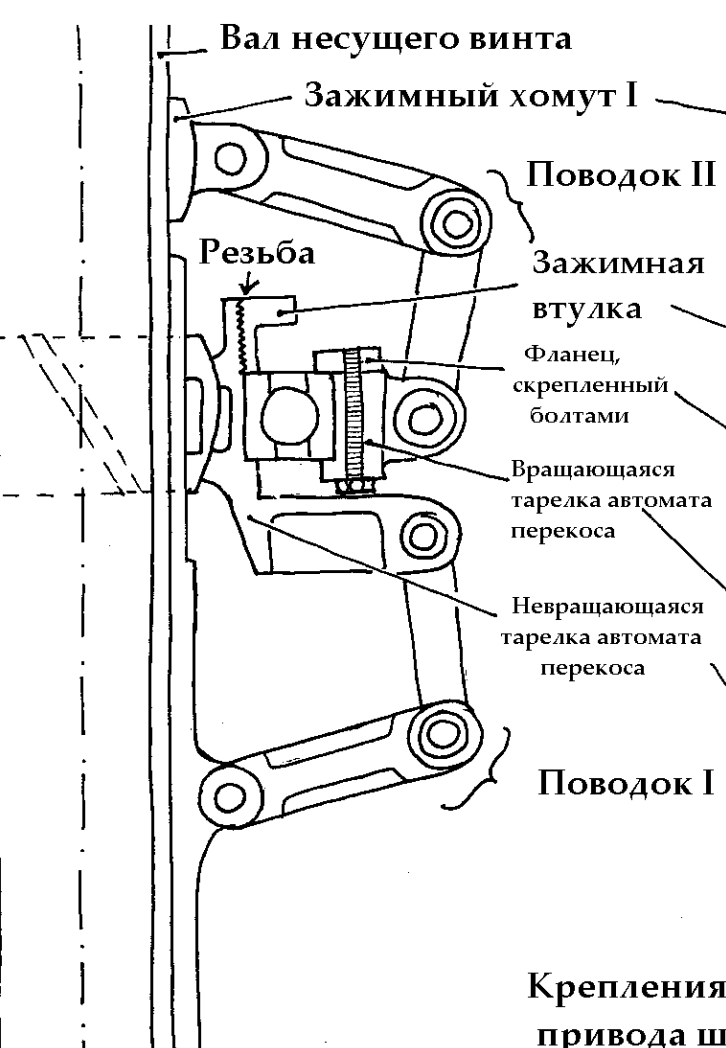
Тяги привода шага

Вращающаяся тарелка Р автомата перекоса

Подсоединение шарового шарнира

СТРАНИЦА СЛЕДУЮЩАЯ - ОБОБЩАЮЩАЯ →

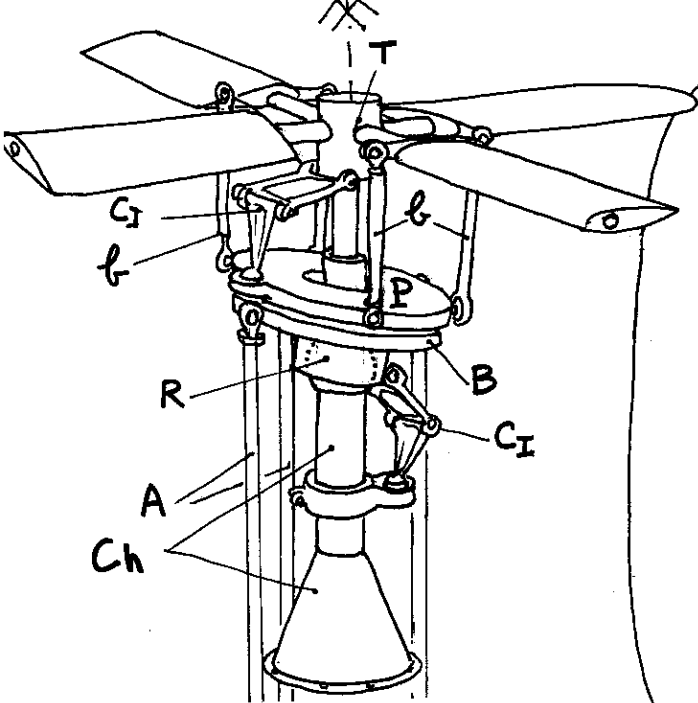
ТАРЕЛКА АВТОМАТА ПЕРЕКОСА, УПРАВЛЯЮЩАЯ ЦИКЛИЧЕСКИМ ШАГОМ



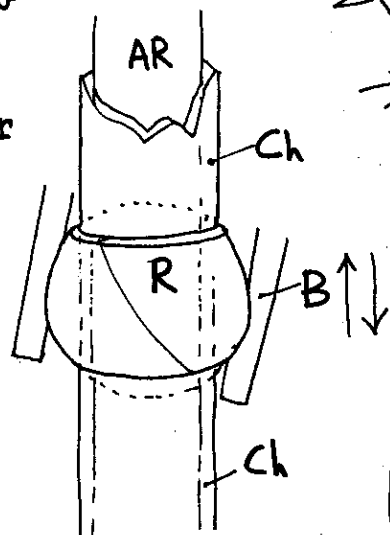
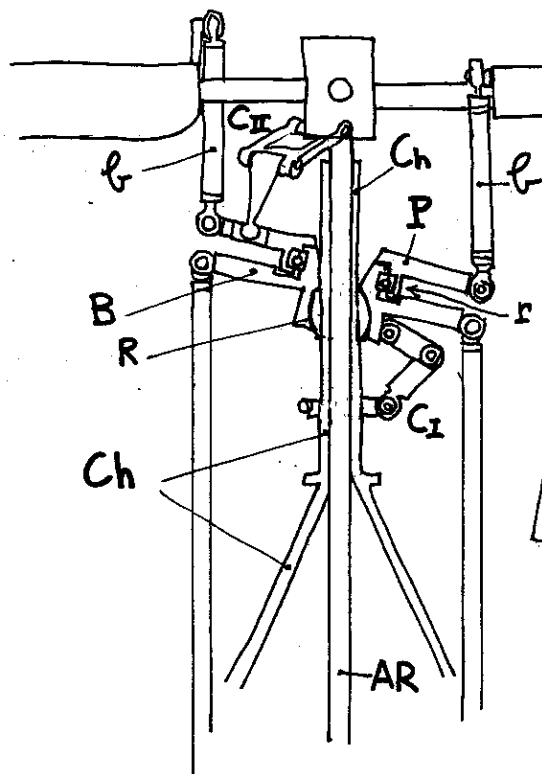
Поводок II
Зажимная втулка
Фланец, скрепленный болтами
Вращающаяся тарелка автомата перекоса
Невращающаяся тарелка автомата перекоса
Поводок I

Механика вертолета требует просто чудес ухищрений при наладке на простых, легких, прочных установках, содержащих только минимальное количество деталей





Вернемся к схематическому описанию, как наиболее четкому. Рычаг управления А, состоящий из трех тяг, поднимает, опускает и качает во всех направлениях невращающуюся тарелку В автомата перекоса, направляемую шаровым шарниром R, свободно скользящим по направляющей Ch, единому целому структуры вертолета. Первый поводок C1, расположенный на направляющей Ch, противостоит полному вращению тарелки В автомата перекоса относительно конструкции вертолета (направляющая Ch). Вращающаяся тарелка Р автомата перекоса, управляющая циклическим шагом, связана шарикоподшипником r с невращающейся тарелкой В автомата перекоса. Расположение тарелки В автомата перекоса фиксируется пилотом посредством рычага управления А. Тарелка Р автомата перекоса передает через тяги b этот приказ на лопасти. Второй поводок C2 обеспечивает единую работу карданового подвеса несущего винта Т и вращающейся тарелки Р автомата перекоса, управляющей циклическим шагом, по причине чего тяги привода шага b при выполнении этого немедленно сломались бы.

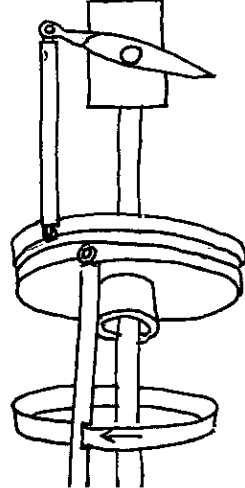
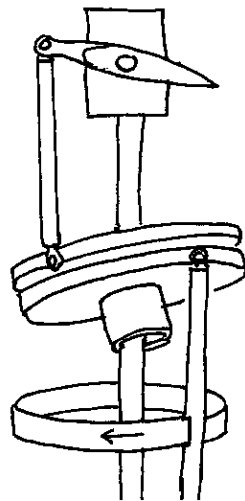
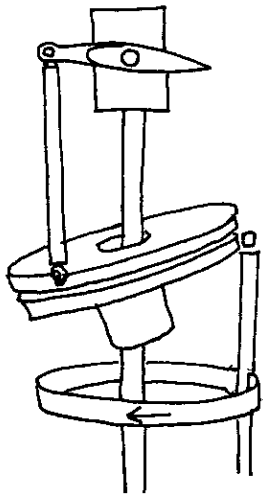
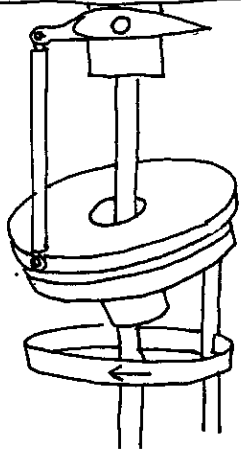


Теперь мне необходимо уяснить УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ путем приведения мной в действие трех вертикальных тяг

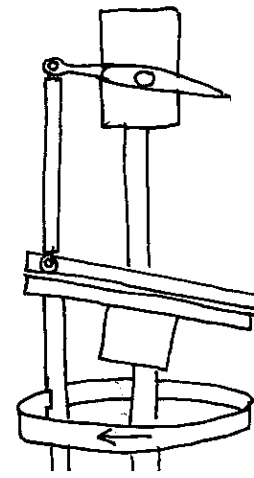
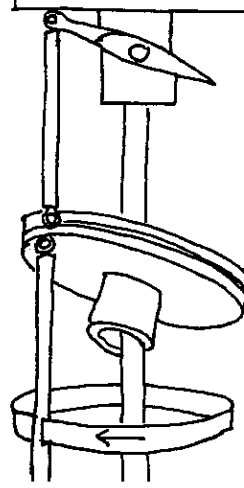


И дело будет сделано

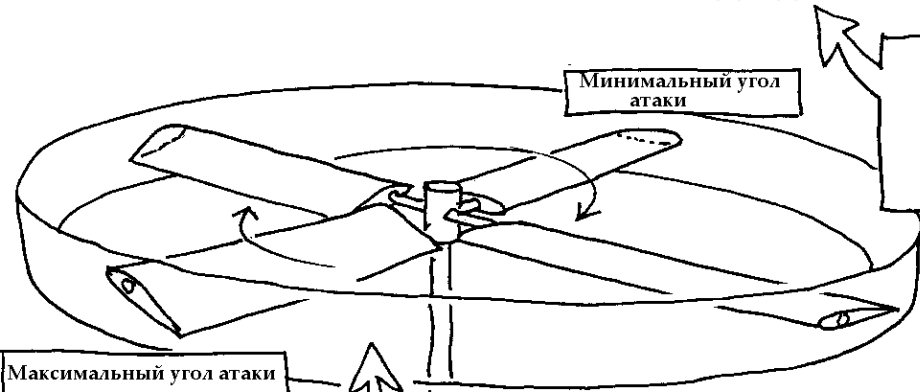
Минимальный угол атаки



Максимальный угол атаки



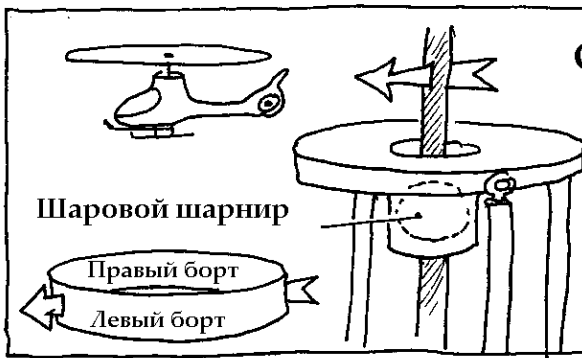
и тд ...
Внизу, движение приводится одним из рычагов управления



Вверху приводится в движение лопасть. Ее угол атаки периодически меняется между минимальным и максимальным значениями.

Максимальный угол атаки

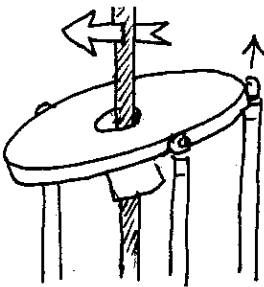
Здесь, в плоскости вращения, лопасти занимают четыре различные позиции



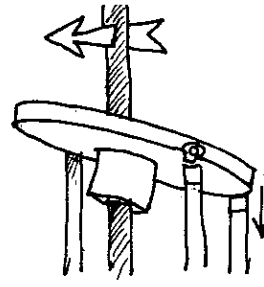
Стрелка, направленная к передней части аппарата

Достаточно трех рычагов для контроля положения не вращающейся тарелки автомата перекоса

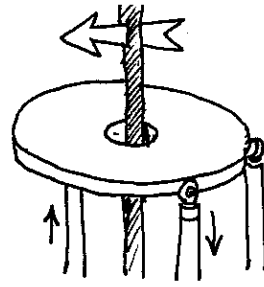
Пилотирование вертолета с увеличением угла атаки лопасти:



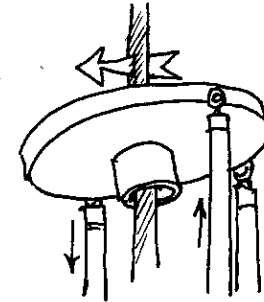
назад



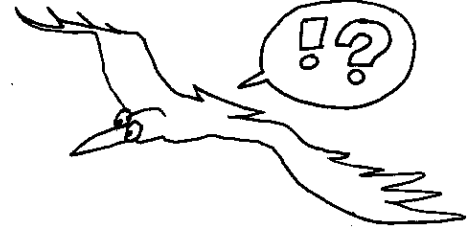
вперед

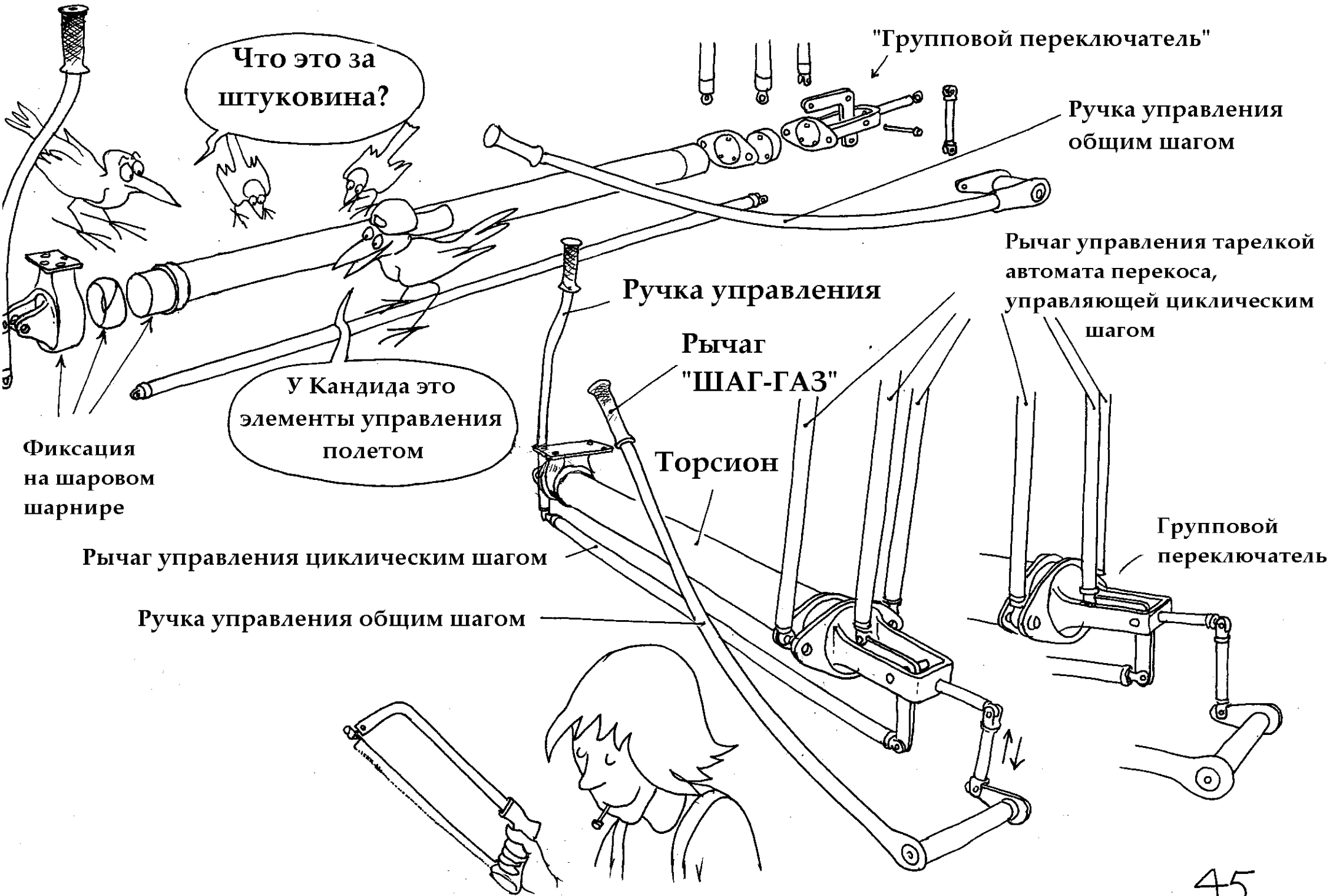


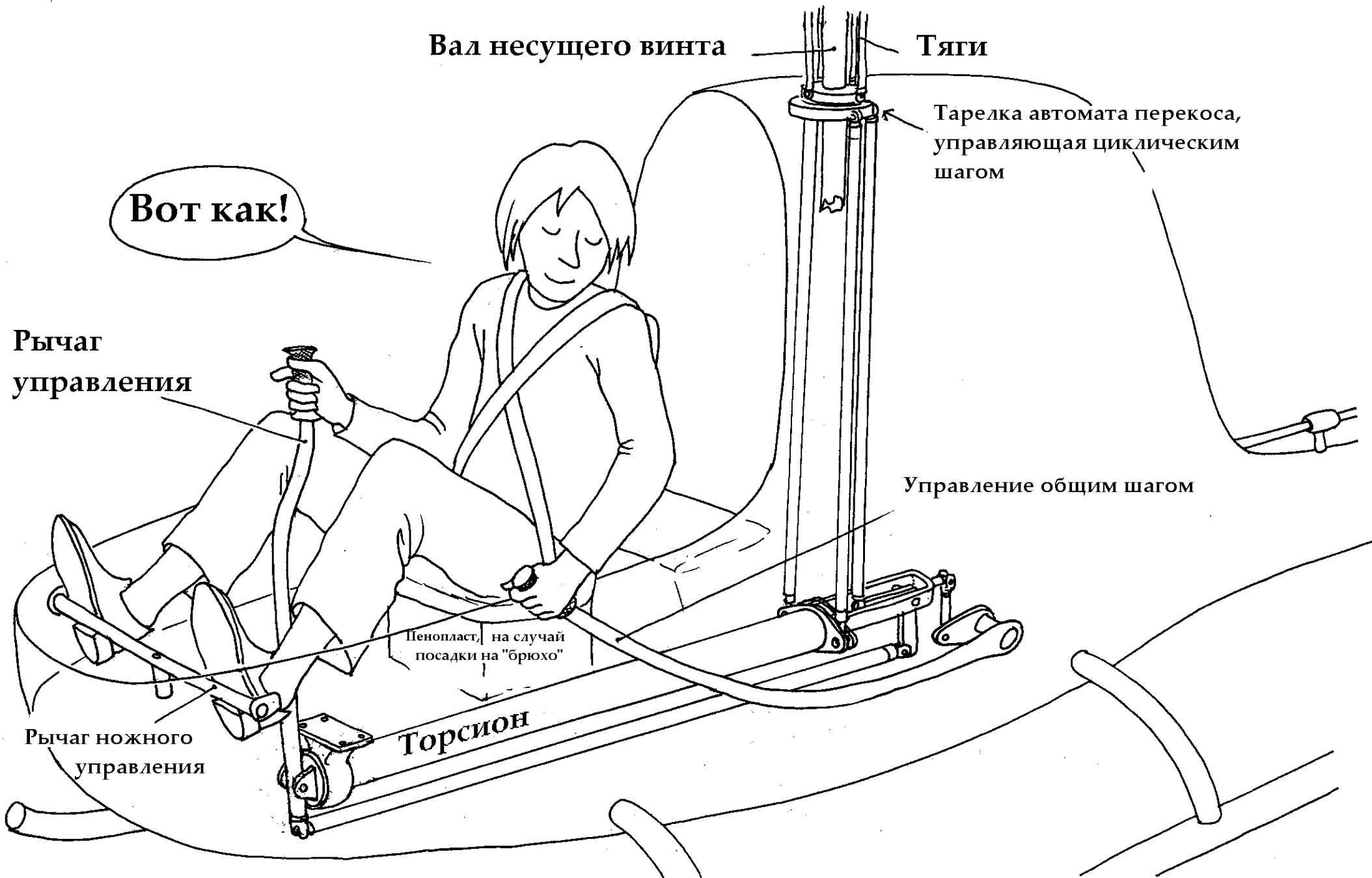
По правому борту



По левому борту







Вал несущего винта

Тяги

Тарелка автомата перекоса,
управляющая циклическим
шагом

Вот как!

Рычаг
управления

Управление общим шагом

Пенопласт, на случай
посадки на "брюхо"

Торсион

Рычаг ножного
управления

На этот раз, Панглос, все готово.
Таким вот образом я освобожу
мадемуазель Кунигунду



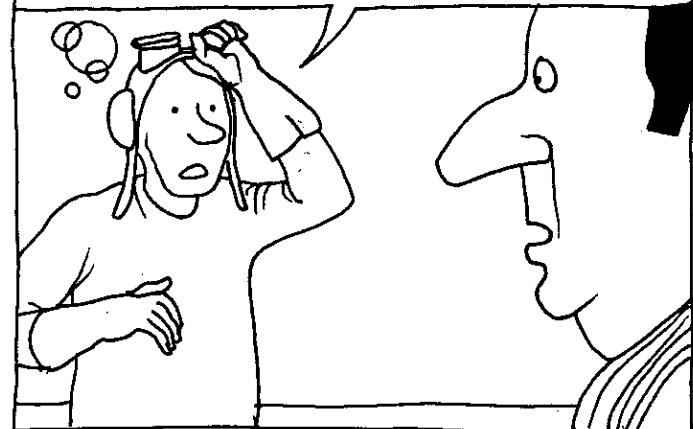
Вперед!



БАХ БАХ ТУМ
БАХ БАХ ТУМ
БАХ ТУМ



Это ужасно, учитель. Так
вибрировало, что я испугался,
как бы моя машина не
развалилась на тысячу осколков



Но это не
самое худшее ...

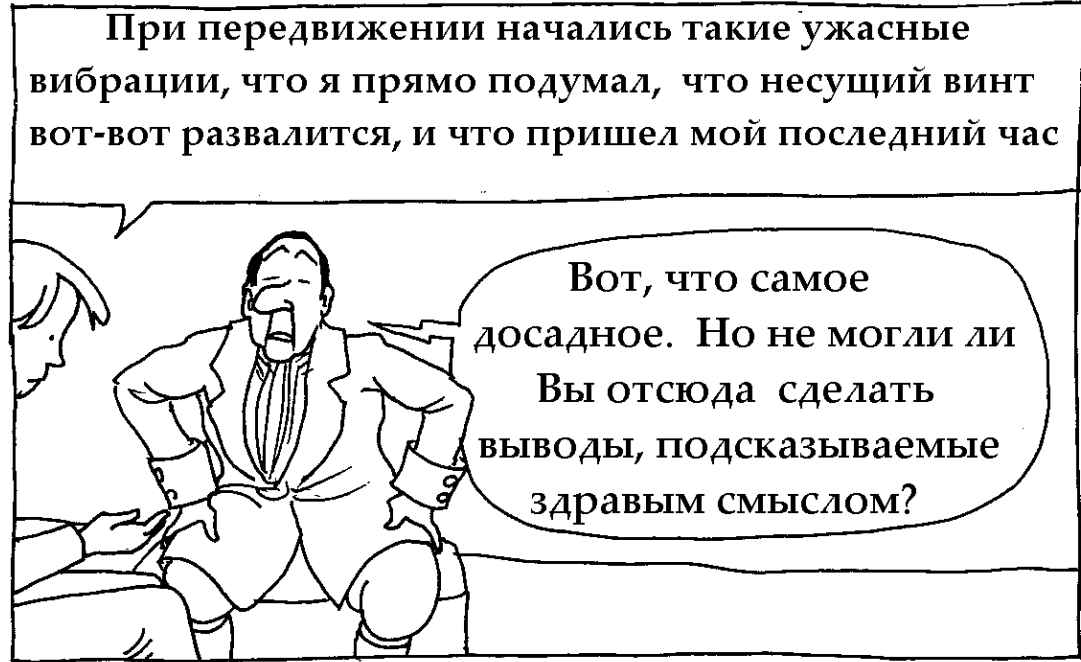


Ну, так
что же,
славный мой
Кандид?

Я полагал, что привел в действие лучшую
механику из всех возможных механик
текучих сред



Представьте себе, мой славный учитель, что когда я подвинул ручку вперед ...

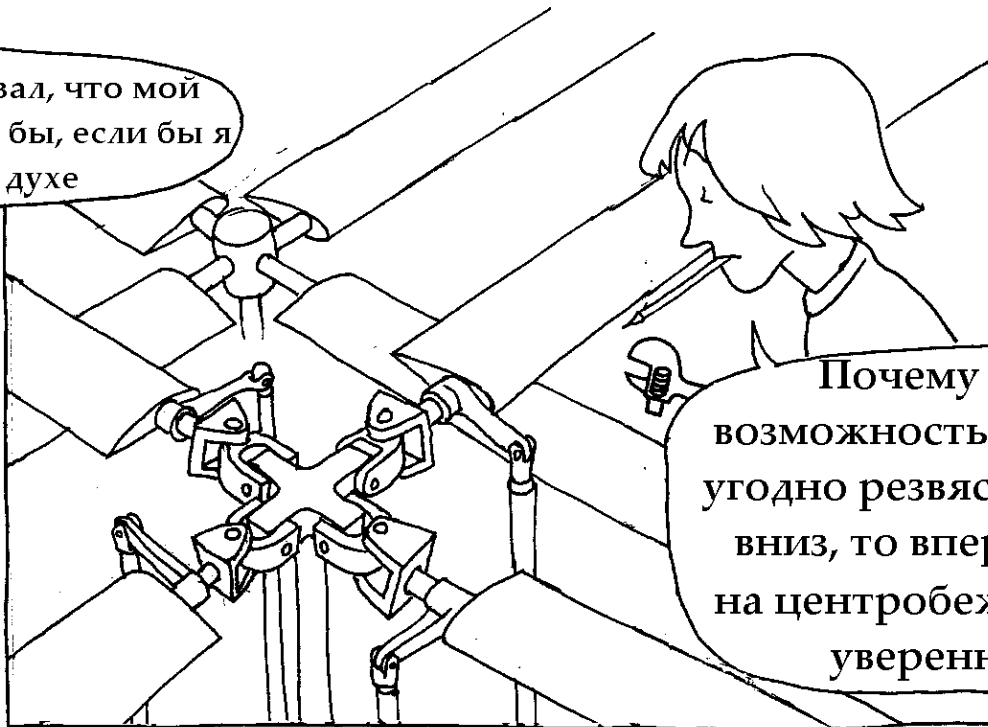


Я отчетливо почувствовал, что машину затрясло, как только я изменил циклический шаг. Было такое ощущение, что как - будто невидимая рука схватила ступицу несущего винта. Но, рассматривая это более глубоко, мне кажется, что я догадываюсь о действительной причине этого явления



Для двух диаметрально противоположных лопастей, где у одной увеличили шаг, а у другой его уменьшили, аэродинамические силы различаются по интенсивности и по направлению. Этим и объясняются все разрушающие вибрации

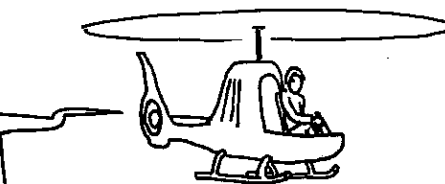
Я отчетливо почувствовал, что мой несущий винт развалился бы, если бы я продолжал в том же духе



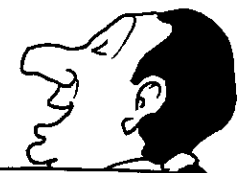
Почему бы не предоставить возможность этим лопастям, сколь угодно резвясь, бросаться то вверх, то вниз, то вперед, то назад, возложив на центробежную силу обязанность уверенно тянуть дальше



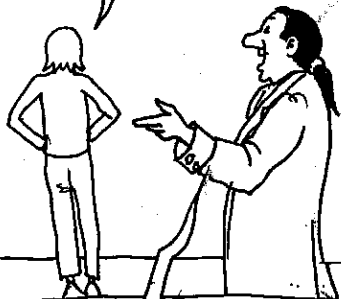
Пошло, Пангос, пошло! Машина все время невыносимо фыркает. Кроме всего, она совсем не реагирует на ручку. Ручка вперед: она заваливается на правый бок. Ручка направо: она кабрирует и пятится задом. Ручка налево: она пикирует носом, перемещаясь вперед. Ручка назад: она заваливается на левый бок.



Хочется сказать, что Ваша машина послушна Вашим приказаниям, но выполняет их на ... 90°

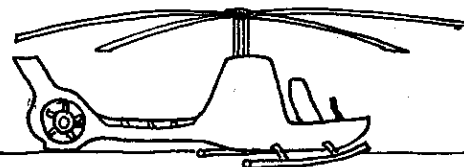


Это необъяснимо, но совершенно точно



Ну, хорошо, у Вас есть решение. Измените последовательность команд управления!

Я не смог бы сесть в машину, чье поведение выходит за рамки моего понимания, славный мой учитель



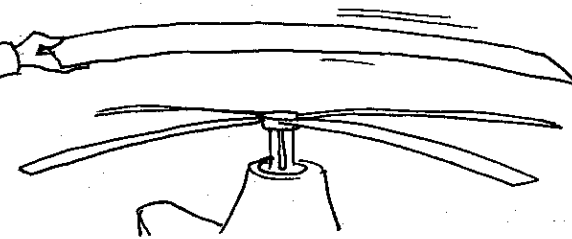
Кандид, Кандид, сколько вещей кажутся нам простыми в понимании, в то время, как их сущность остается для нас чуждой. Посмотрите: Солнце вращается вокруг Земли, и мы не знаем, почему. Нами не определена пугающая природа пустоты, заставляющая подниматься в барометрах ртуть. Общепринятое объяснение этой черной энергии, вызывающей постоянное расширение нашего Космоса, остается для нас странным. Должны ли мы из-за этого воздерживаться от наблюдения и измерения всех этих явлений, которые дарует нам ПРИРОДА?




А как же любовь, Кандид, нежные чувства, которые Вы питаете к мадемуазель Кунигунде?



Если эта механика полета - лучшая из всех возможных механик полета, что же тогда представляют собой другие ...



ЦИКЛИЧЕСКИЙ КРИЗИС



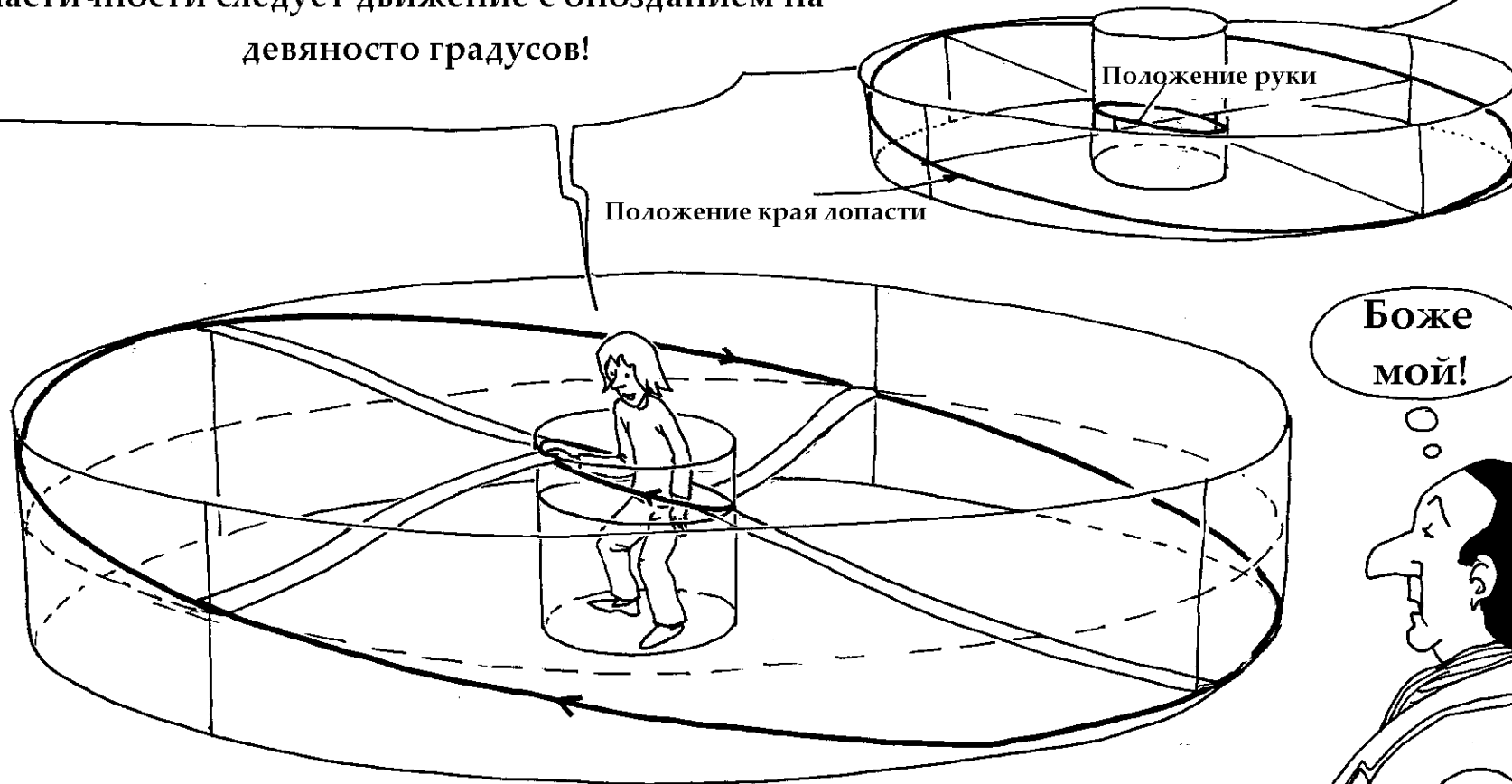
Так вот как Вы понимаете, что механика вертолета намного сложнее механики самолета

Я колыхаюсь, колыхаюсь ...

Вся эта наука, вся эта механика для того и существуют, чтобы достичь результатов в понимании этого дурацкого явления, которого я не понимаю

Нет действия без причины. Я должен найти удовлетворительное объяснение всему этому

Панглос, думаю, что понял. Когда я раскачиваю эту лопасть сверху вниз, полностью поворачиваясь вокруг себя, устроившись так, чтобы устанавливаемый мной на лопасти период колебаний, который я ей сообщаю, соответствовал моему периоду вращения, исходя из ее энергии и эластичности следует движение с опозданием на девяносто градусов!



Боже мой!

На научном языке это значит-
СИСТЕМА ВТОРИЧНОГО ПОРЯДКА

Этот довод кажется мне достаточным для утверждения, признаю, что это выше моего понимания

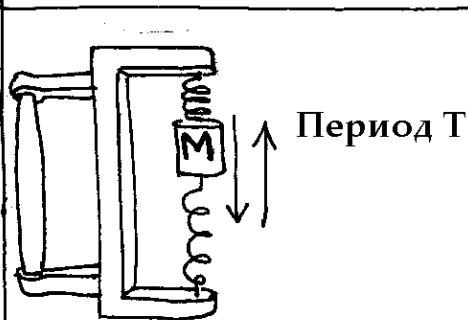
Вы поймете, мой учитель, благодаря этому аппарату, который называется ЭЛАСТОТРОН

Не ищите практического применения этому аппарату, единственной функцией которого является объяснение исключительного поведения лопастей вертолетов

Я полагал, что это происходило в механике текучих сред

Объясняю: если я вывожу массу M из ее положения равновесия, то она будет качаться с некоторым периодом, который называют **СОБСТВЕННЫМ ПЕРИОДОМ КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ**

Если я добьюсь того, что аппарат будет трясти сверху вниз с тем же периодом T , то центробежный инерционный груз M "ответит" **С ЗАДЕРЖКОЙ, НЕВПОПАД**



Я уверен, что Вы должны плавать так же, как и ходить!

Плавать?



Оставь, дорогой. Не нужно создавать конфликт с этим пингвином. Этот справочник и так достаточно сложен!

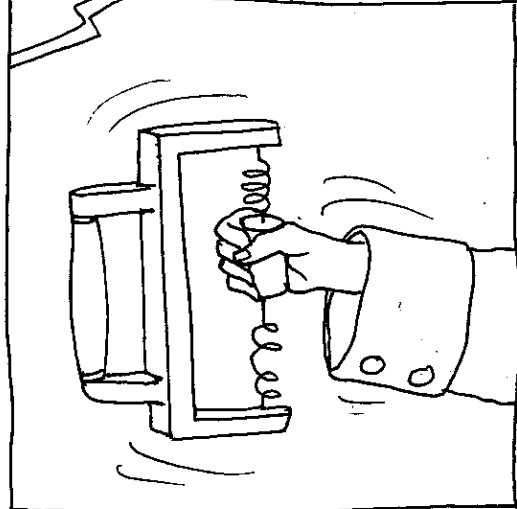
В таком случае, рамка отвечает ему также С ЗАДЕРЖКОЙ, НЕВПОПАД



Возьмите эластотрон за его центробежный инерционный груз и встряхните его согласно его же собственного периода колебания T

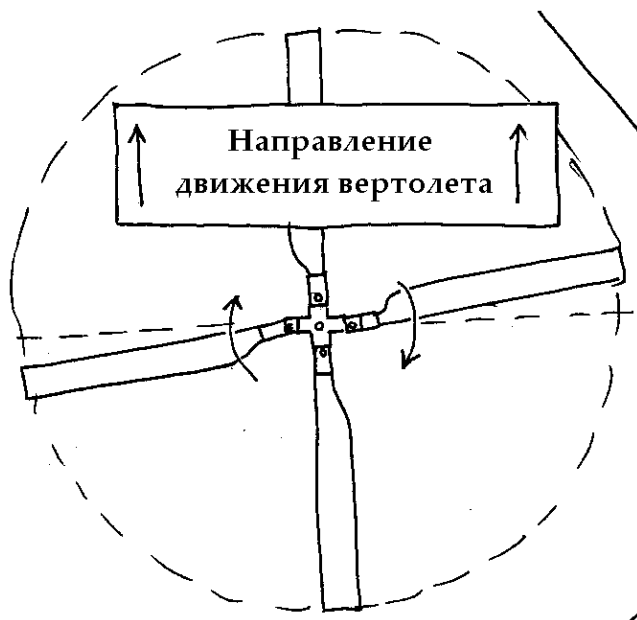
Хорошо, я хватаю его вот так и встряхиваю его согласно его же ... собственного периода колебания

Переместитесь в вертолет. Только что я встряхивал лопасти в **ОДНОЙ ФАЗЕ** со своим собственным вращением вокруг себя. В полете именно лопасти "встряхивают" машину. Отсюда и необходимость расположения на каждой лопасти **ШАРНИРНОГО КРЕПЛЕНИЯ** с **ВИНТОМ ИЗМЕНЯЕМОГО ШАГА**

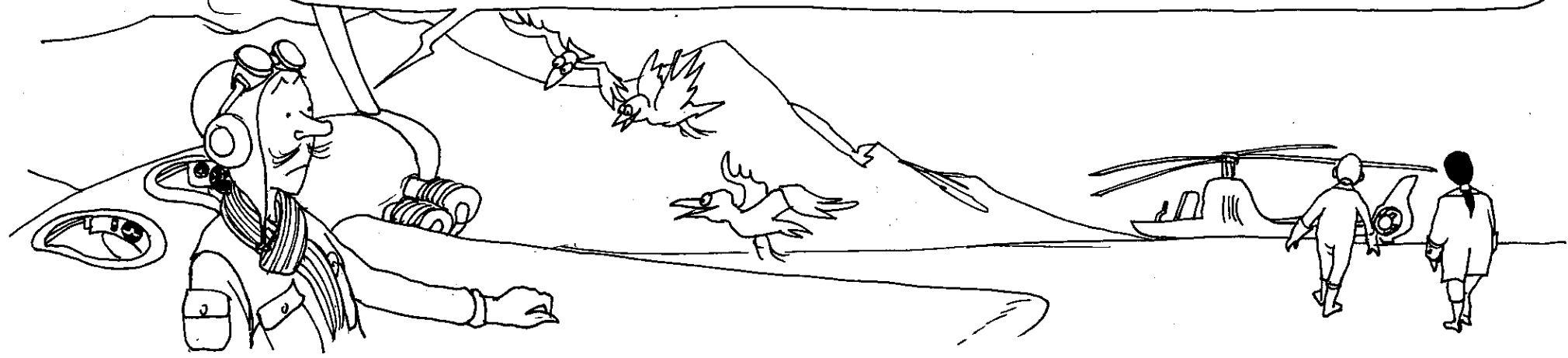


Гм, я вижу ...

Второе шарнирное крепление - это **ШАРНИРНОЕ КРЕПЛЕНИЕ ВИНТА с ФИКСИРОВАННЫМ ШАГОМ**, которое позволяет лопасти вот так раскачиваться. Если бы не существовало этих шарнирных креплений (или же гибких креплений), то вертолет был бы подвержен ужасным вибрациям, способным вызвать разрыв несущего винта (*)



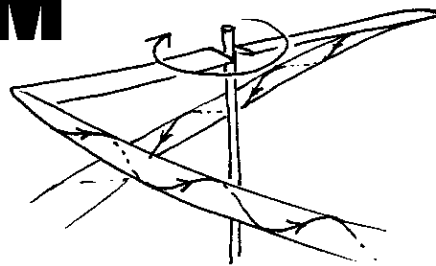
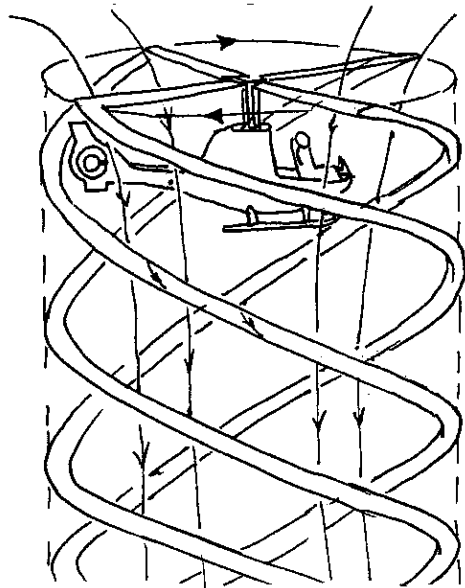
Разве у меня есть проблемы с ответной отдачей систем вторичного порядка?



(*) Начиная со своих первых испытаний АВТОЖИРА, испанец ДЕ ЛЯ СИЕРВА должен был очень быстро ввести эту систему "самых амортизированных лопастей с шарнирными креплениями" из-за страха увидеть свой несущий винт начисто разбитым

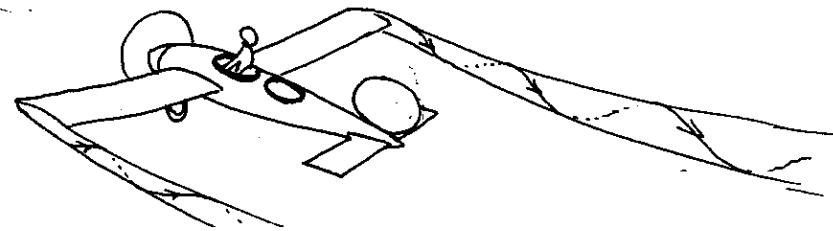


ПЕРЕХОДНЫЙ РЕЖИМ



Этот бесполезный турбулентный поток представляет потерю энергии

Лопастей вертолета - это сильно удлиненные крылья, которые оставляют в своем спутном течении **КОНЦЕВЫЕ ВИХРИ**



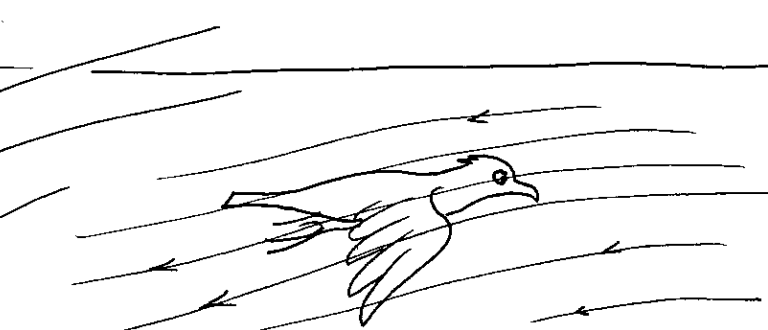
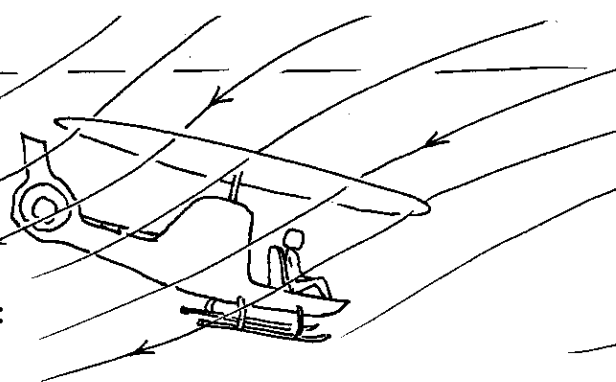
Это вихри, которые создаются по краю крыла и которые ведут к образованию на большой высоте водяного пара (следы конденсации)

В то время, как вертолет начинает поступательное движение по ходу потока, то выходит оттуда совершенно иначе. Вихри теряют свое значение, и от этого машина может держаться при **наименьшем потреблении энергии.**

УПРАВЛЕНИЕ



Птица в стационарном полете:
сильный вихревой поток



Птица в поступательном движении

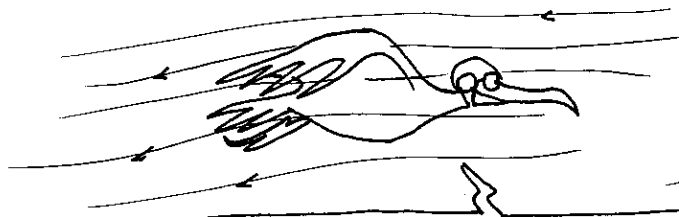
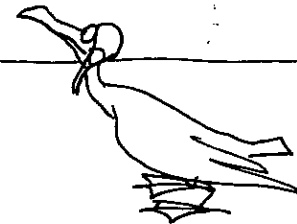
Признаюсь, что ничего не понимаю в этой истории с ПЕРЕХОДНЫМ РЕЖИМОМ



Все-таки, это просто. Смотри, как отрываются от земли

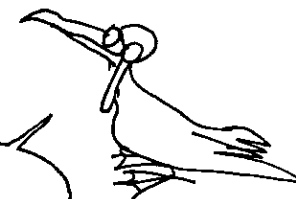


Чтобы держаться в стационарном режиме используют энергию турбулентного потока



При поступательном движении воздушный поток поступает на перья при наименьшей турбулентности. Воздух постоянно отбрасывается вниз, но при минимуме расхода энергии

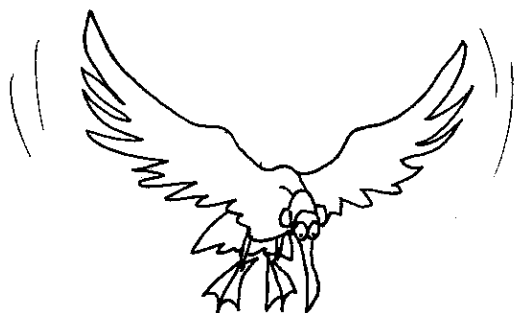
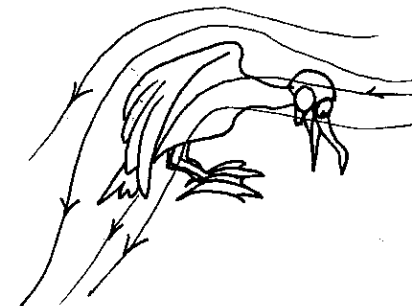
А при переходе в обратный режим?



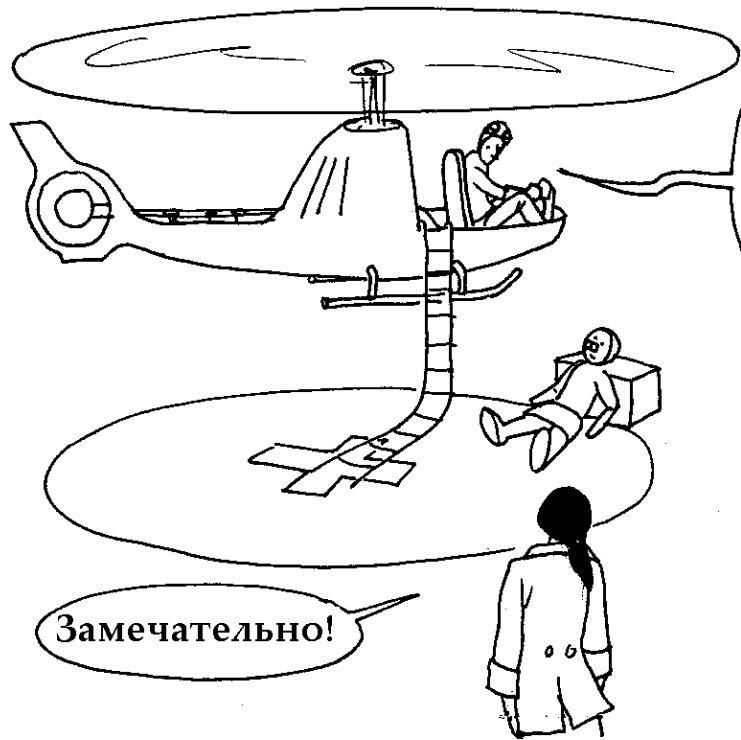
Это нетрудно. Ты видишь внизу
интересную штучку, рыбку ...



Ты встаешь на дыбы, чтобы
сбавить свою скорость и неподвижно
сконцентрироваться в воздухе



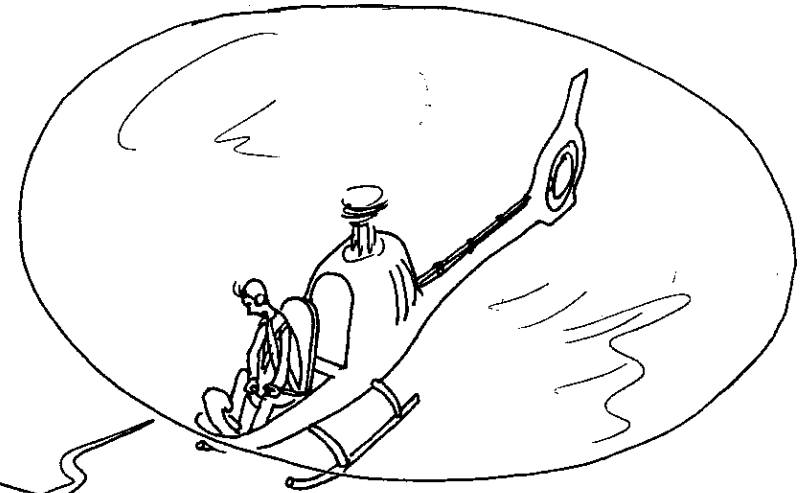
И вот тут ты возвращаешься в режим стационарного
полета, создавая сильный турбулентный поток при
максимальном расходе энергии



Панглос, теперь я окончательно подготовлен. Эта машина в высшей степени устойчива и легка в обращении. Как только Кунигунда поднимется, я очень быстро пройду, чтобы быть вне досягаемости лучников барона

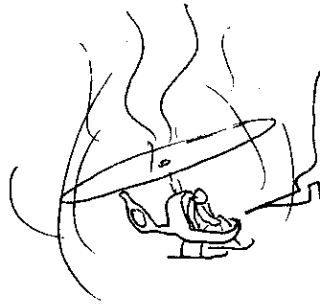
Замечательно!

Мне ничего не остается, как приблизиться на большой высоте. Люди никогда не смотрят в воздух. Потом на быстрой скорости я спущусь к террасе



О, ля, ля, совершенно
неустойчиво

А как
сильно
вибрирует!



У меня такое чувство, что вертолет
опирается на некую бесформенную
массу, совершенно неустойчивую. Мне
нужно выйти отсюда как можно скорее.
Решительно, быстрый вертикальный
спуск - это совсем плохо!

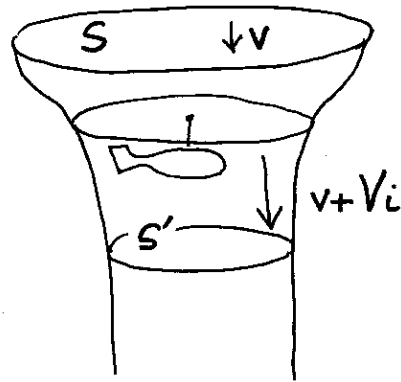
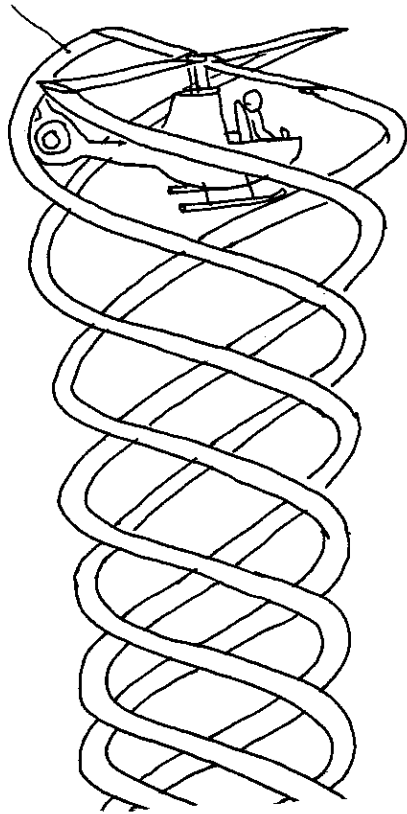
Я упустил цель, Пангос.
Не получается полностью вертикального
приближения



НАВЕДЕННАЯ СКОРОСТЬ

Вихревые потоки по краям лопастей (Режим вихревого кольца)

6m/s



$$\rho v S = \rho (v + V_i) S' \quad (*)$$

Тот факт, что вертолет держится за счет "перемещения воздуха вниз", означает сообщение ему НАВЕДЕННОЙ СКОРОСТИ V_i , порядка 6 метров в секунду. При выпускании дыма по краю лопастей можно увидеть это явление материализованным



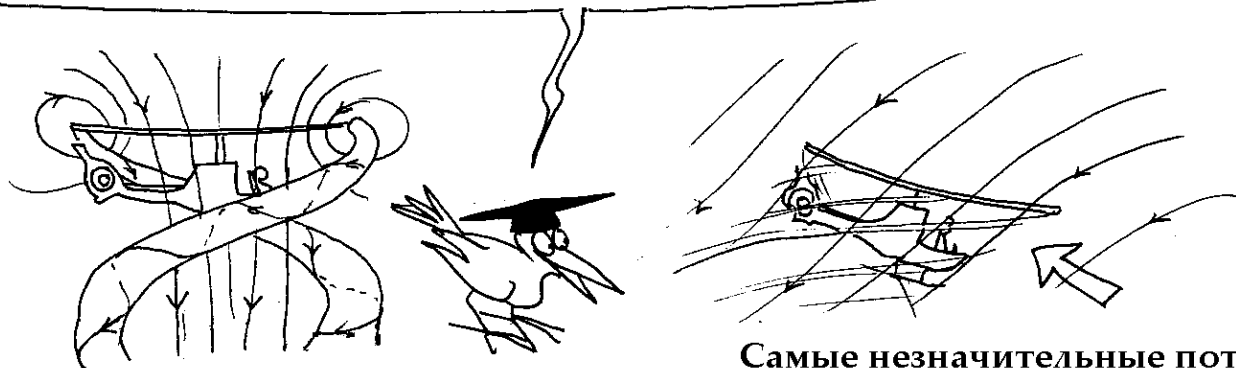
Краевой вихревой поток (Режим вихревого кольца)

Самолет также летит, "выталкивая воздух вниз", хотя это действие наведенной скорости едва заметно

(*) Эта зависимость объясняет сохранение воздушного потока при постоянной плотности ρ . Это значит, что сечение S' будет намного меньше сечения S

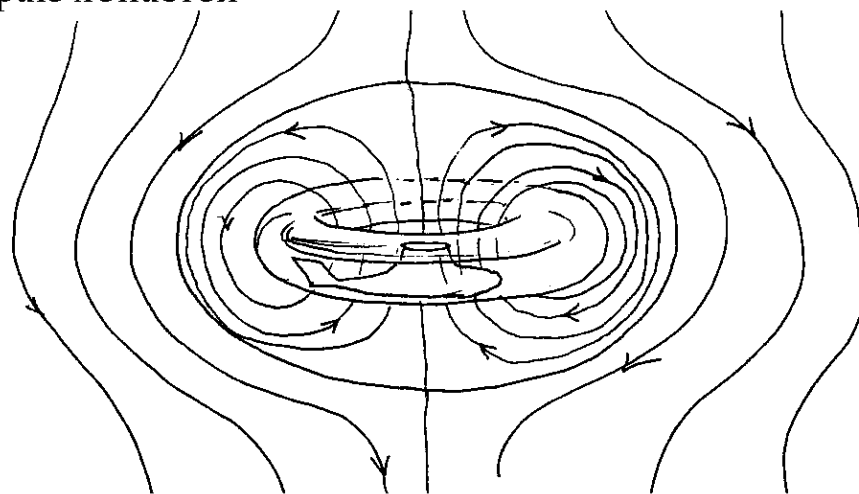
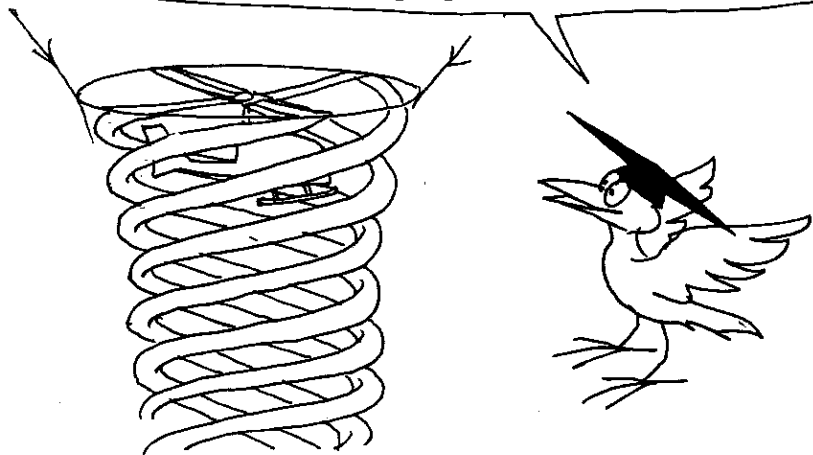
В любой ТУРБУЛЕНТНОСТИ присутствует потеря энергии. Полет при поступательном движении препятствует установлению турбулентного режима. Значит, этот способ удерживания на постоянной высоте требует наименьшего расхода энергии

Мощность, необходимая для полета



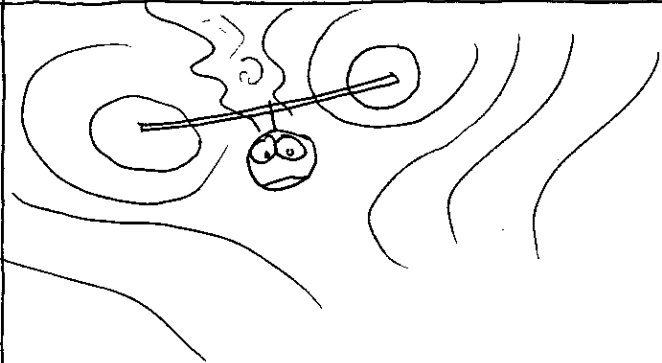
Самые незначительные потери, связанные с вихревыми потоками по краю лопастей

Когда вертолет начинает вертикальный спуск, то при вертикальной скорости $(1/4)V_i$ начинают действовать краевые турбулентные потоки

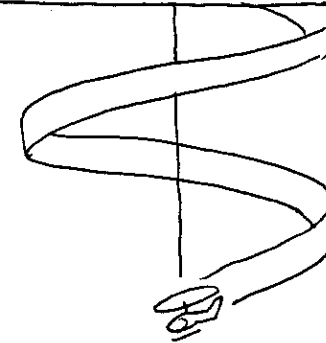


Когда скорость спуска достигает $3/4$ от наведенной скорости V_i , вихревые потоки ослабевают, зарождая огромный, кольцеобразный ВИХРЕВОЙ ПОТОК

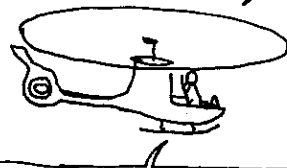
Каждая лопасть "перехватывает" краевой турбулентный поток, увеличивая его. Потери возрастают. Более того, эта аэродинамическая геометрия неустойчива



Поэтому, чтобы спуститься к месту приземления, пилоты отдадут предпочтение спиральному снижению при сохранении режима поступательного движения



Мораль такова: я подойду на высоту башни при горизонтальном полете. В последний момент я сбавлю свою скорость, перейдя в режим висения и осуществляя последний спуск с умеренной вертикальной скоростью, скажем, один метр в секунду



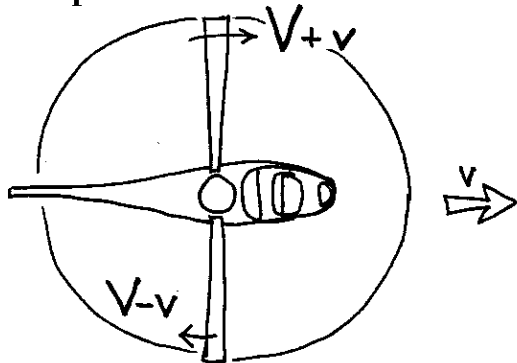
Во избежание этого опасного перехода в РЕЖИМ ВИХРЕВОГО КОЛЬЦА

Теперь, возобновим наши летные испытания

СРЫВ ТЕЧЕНИЯ НА ЛОПАСТИ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ВДОЛЬ ПОТОКА



Левая лопасть, движущаяся по направлению полета



Правая лопасть, движущаяся вдоль воздушного потока

Пусть V - скорость на краевом участке лопасти. Пусть v - скорость полета вертолета.

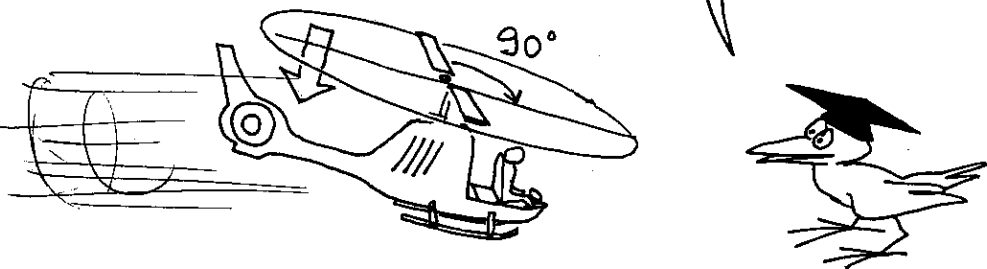
У ВОЗДУШНОГО ПОТОКА, по которому проходит ЛЕВАЯ лопасть в НАПРАВЛЕНИИ ПОЛЕТА, скорость - $V+v$, а по которому проходит ПРАВАЯ ЛОПАСТЬ - $V-v$. Силы давления, действующие на две лопасти - различны.



Правая лопасть, движущаяся вдоль воздушного потока

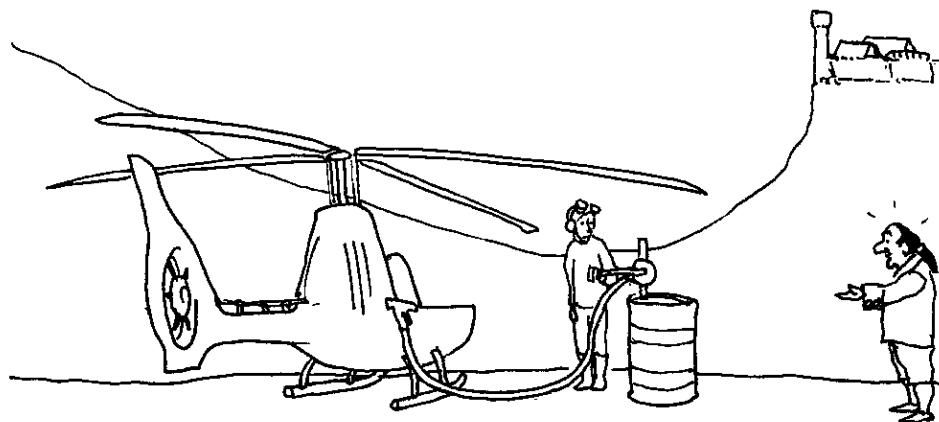
Левая лопасть, движущаяся по направлению полета

Принято считать, что при высокой скорости у вертолета есть тенденция к опрокидыванию по крену. Но, из-за отставания на 90° "ответной реакции" машины, у нее появляется тенденция к кабрированию



Направление вращения несущих винтов в разных странах различны. Таким образом, у французских вертолетов лопасть, движущаяся в направлении полета, находится слева, в то время, как у американских машин - она справа. Но это ничего не меняет во всем сказанном здесь.

УПРАВЛЕНИЕ



Кандид, я думаю вот о чем. Барон игнорирует все из Ваших проектов. Но так ли мадемуазель Кунигунда? Что Вам послужит подтверждением того, что она будет на террасе башни, когда Вы прибудете сверху?

Учитель Панглос,
Вы правы. Но, что
делать?

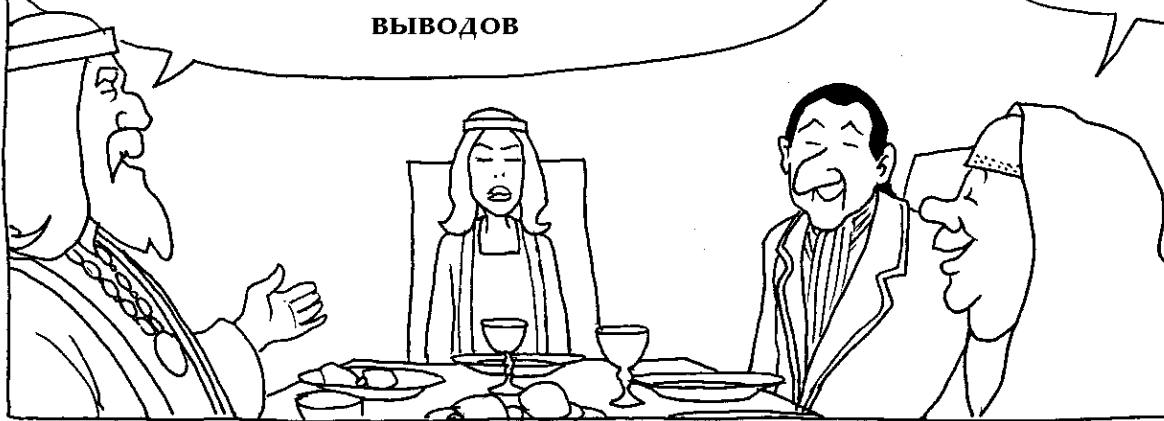


Сегодня вечером я
должен ужинать в замке.
Я подыщу хороший способ
предупредить ее



Ну, и
хитер же
учитель
Панглос!

А-х, учитель Панглос, не поведаете ли Вы
нам прекрасную историю, полную
философии, из которой наша ветреная дочь
смогла бы сделать побольше мудрых
выводов

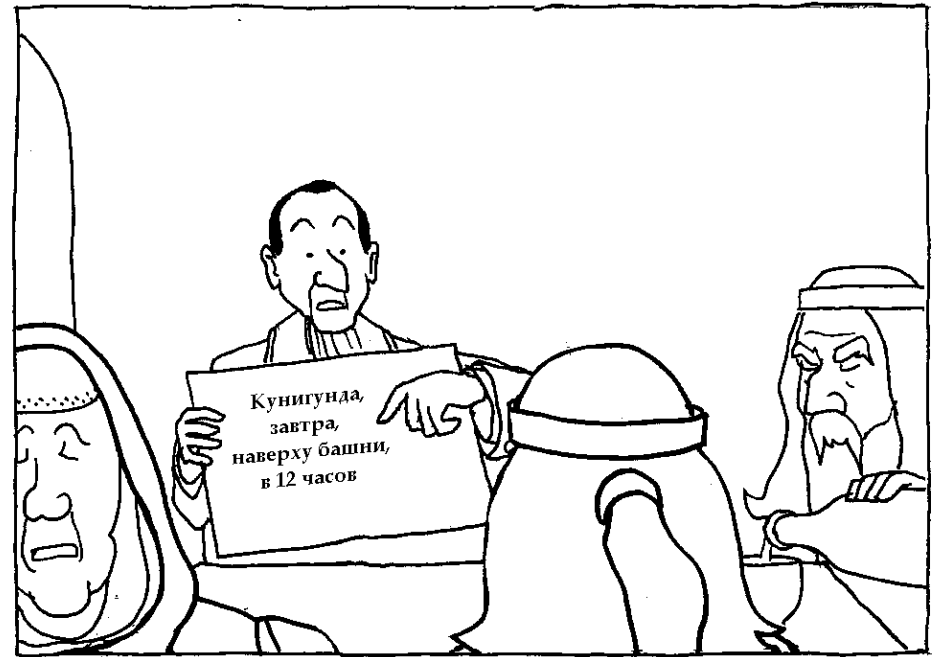


О, да, учитель, здесь для
нас совершенно бесценны Ваши
философские сказки



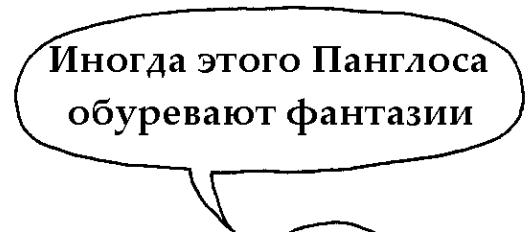
Однажды ...

... и тогда принц, в час, когда пробило двенадцать полуденных ударов, поднялся на своем ковре - самолете и освободил принцессу, которая ждала его наверху самой высокой башни своего небольшого замка

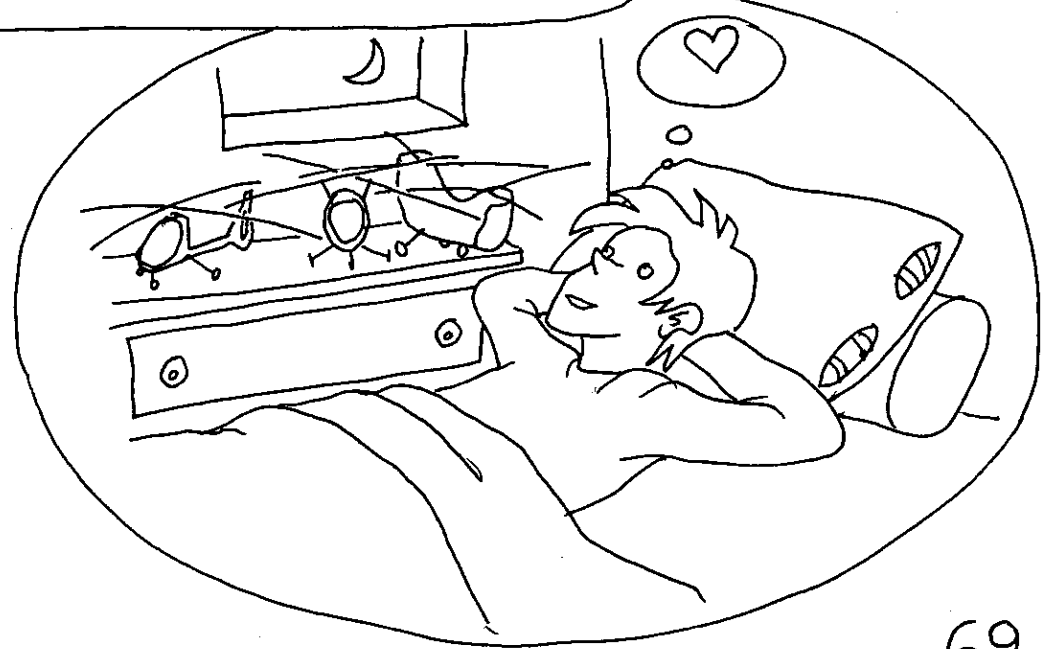


Это была прекрасная история, Пангос, хотя я не уловил ... гм ... всех философских выводов





Принцы, которые прибывают на коврах-самолетах! Это противоречит законам физики!!

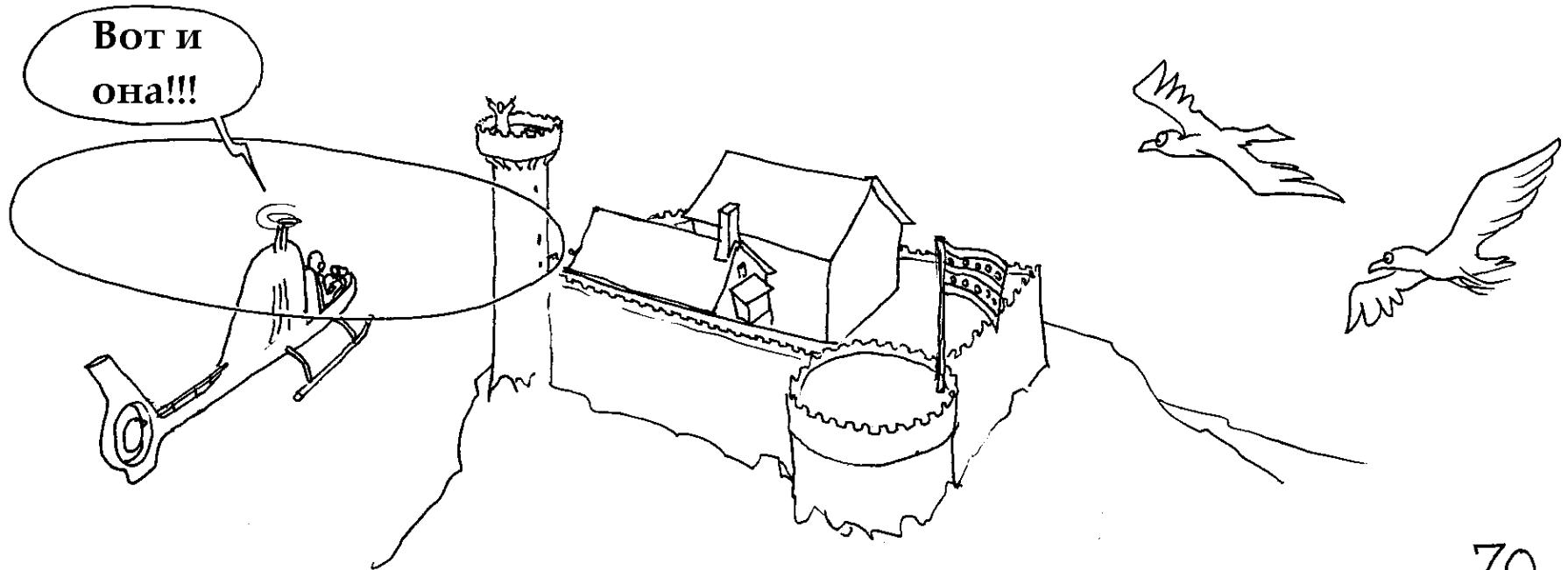




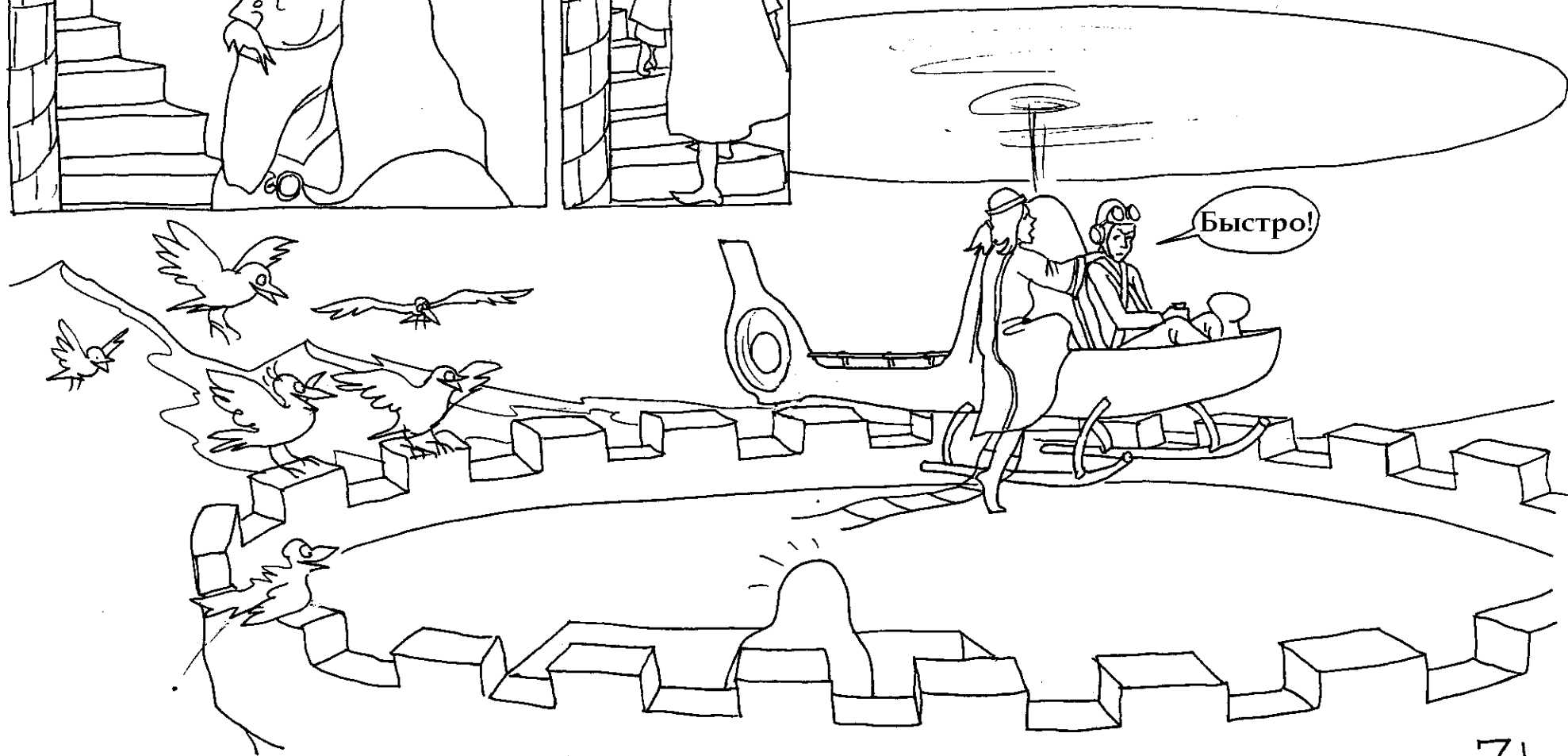
Взлет через
пять минут. Вы
можете прогреть
мотор

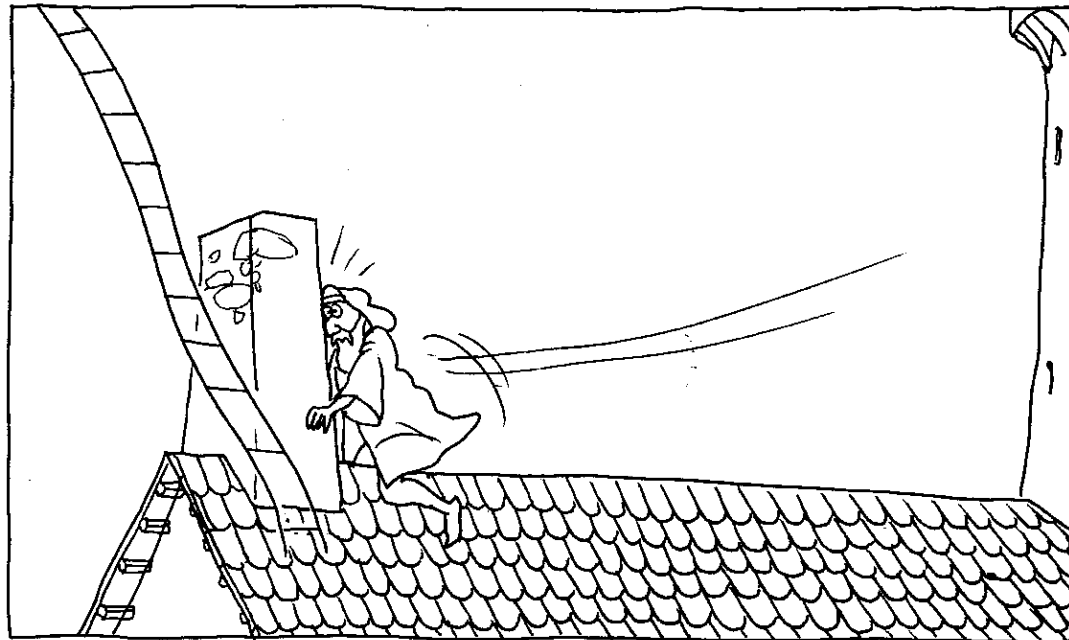


Панглос сказал: "В полдень".
Начинают звонить башенные
часы. Мне нужно подняться на
террасу



Вот и
она!!!







Так и есть, воздушный поток теперь в обратном направлении. Он поступает снизу вверх. Мы перешли в режим САМОВРАЩЕНИЯ. Мой вертолет превратился в автожир. Самовращающаяся, двигательная часть моего несущего винта приводит в движение остальное

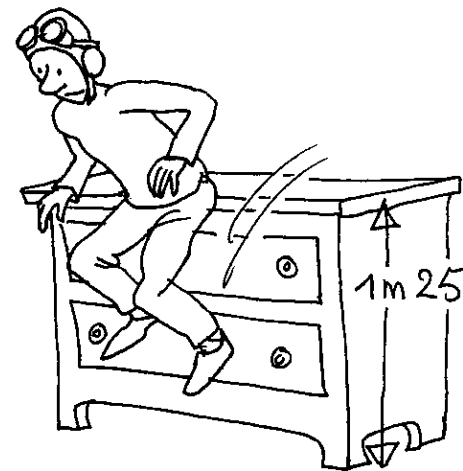
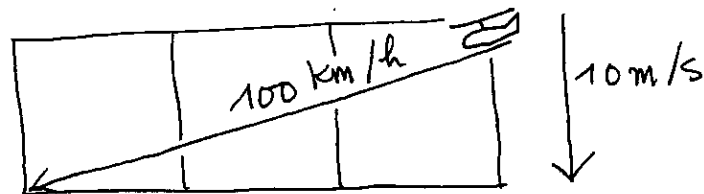
В таком случае, здесь вертолет может планировать?

Надо думать

Даже если при чертовски быстром спуске: 10 м/сек - это как булыжник, или что-то около того

В режиме самовращения у вертолета скорость 100 км/час. При вертикальном самовращении скорость падения была бы 20 м/сек, и шок от этой скорости убил бы пассажиров. Чтобы иметь представление: человек может перенести удар от воздействия скорости 5 м/сек, что соответствует прыжку с буфета (*). Ударное испытание при скорости 10 м/сек соответствует прыжку с высоты 5 метров.

УПРАВЛЕНИЕ



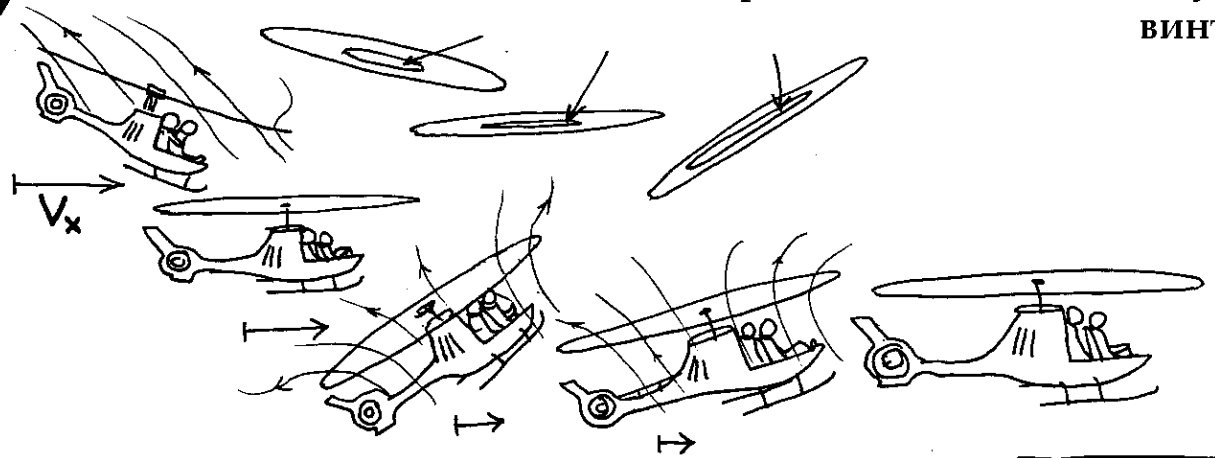
Шоковый удар от скорости 5 м/с

$$(*) V_{(m/s)} = \sqrt{2gz} = \sqrt{20z} \text{ (метров)}$$

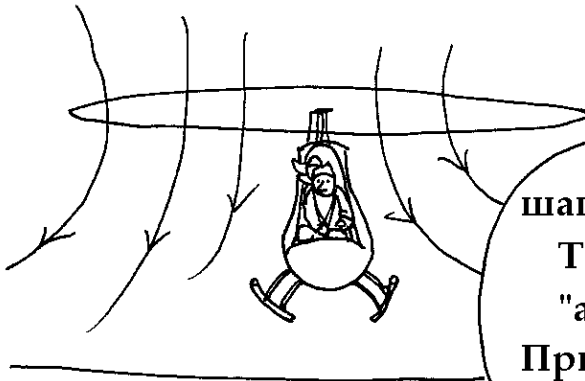
"ВСПЫШКА"

Двигательная (самовращающаяся) часть несущего винта

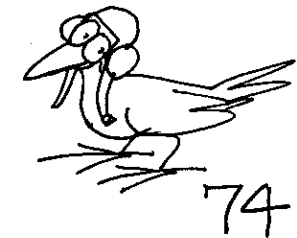
Нужно, чтобы я в последний момент придумал маневр



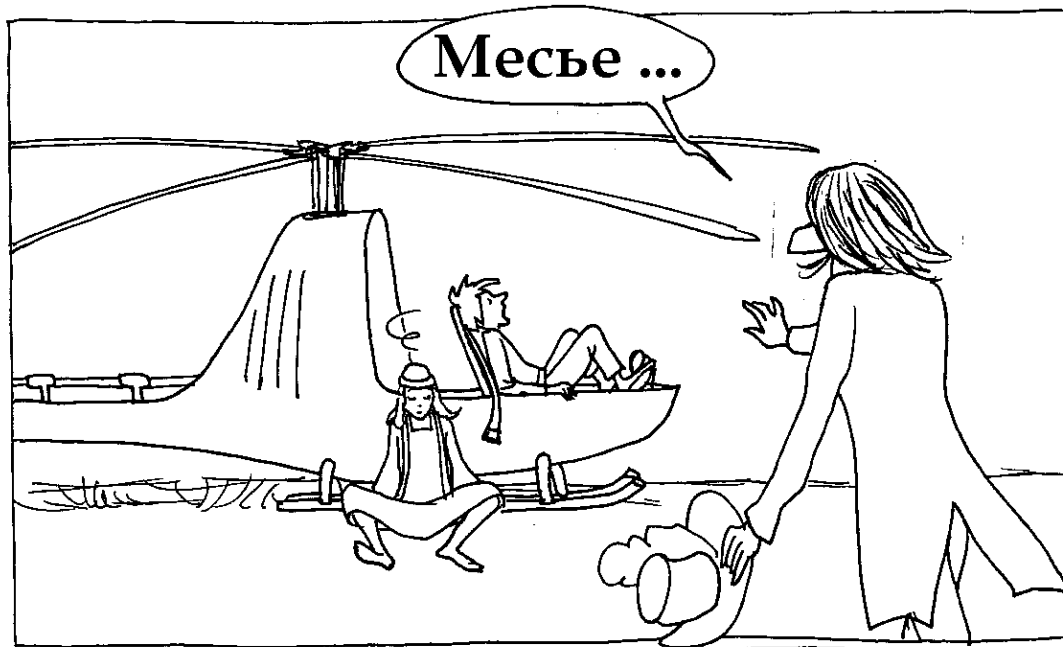
На десяти метрах высоты Кандид тянет напрямик вниз свою машину, удерживая на минимуме общий шаг. Машина кабрирует, и попутно лопасти атакуются очень сильным воздушным потоком, что увеличивает самовращающуюся "двигательную" часть несущего винта. Осуществляя это, он конвертирует кинетическую энергию поступательного движения $1/2 MVx^2$ в энергию вращения. Потом он нажимает на рукоятку



Затем он нажимает на рычаг общего шага. Воздушный поток меняет направление. Тогда несущий винт переходит из режима "автожира" в "вертолетный" режим. Применяя преимущество эффекта близости земли, он использует накопленную несущим винтом кинетическую энергию (*)



(*) Этот маневр - сильный потребитель адреналина



Месье ...



Его Величество был чрезвычайно заинтересован Вашим замечательным показательным выступлением на борту своего летающего ястреба

Моего, чего?



А-а, вот ты, несчастный, гнусный совратитель! Ты закончишь свои дни в моих темницах

Что это за скандал?



О-о, сир, я Вас совсем не узнал. Этот парень хочет жениться на моей дочери, но у него нет и четверти обязательного благородного происхождения, чтобы претендовать на нее

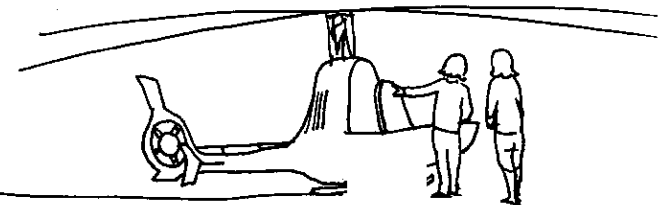
Как скучен этот барон. Только раз появляется сколько-нибудь стоящая вещь, как он собирается запереть на замок ее изобретателя. Мы исправим это. Плиссоно, прошу Вас, передайте мне мою шпагу



Преклоните колено, молодой человек. Я сделаю из Вас вертолетного маркиза. Отныне, Вы будете моим Министром Транспорта



А маркиз - это намного лучше, чем барон. Тогда, наконец, папа, ты нас хоть немного оставишь в покое



КОНЕЦ

Итак, Вы видите, мой дорогой Кандид, что все к лучшему в этом лучшем из возможных миров. Так, если бы Вы не были выброшены из замка господином бароном большим пинком под зад, то Вы никогда бы не изобрели вертолет

