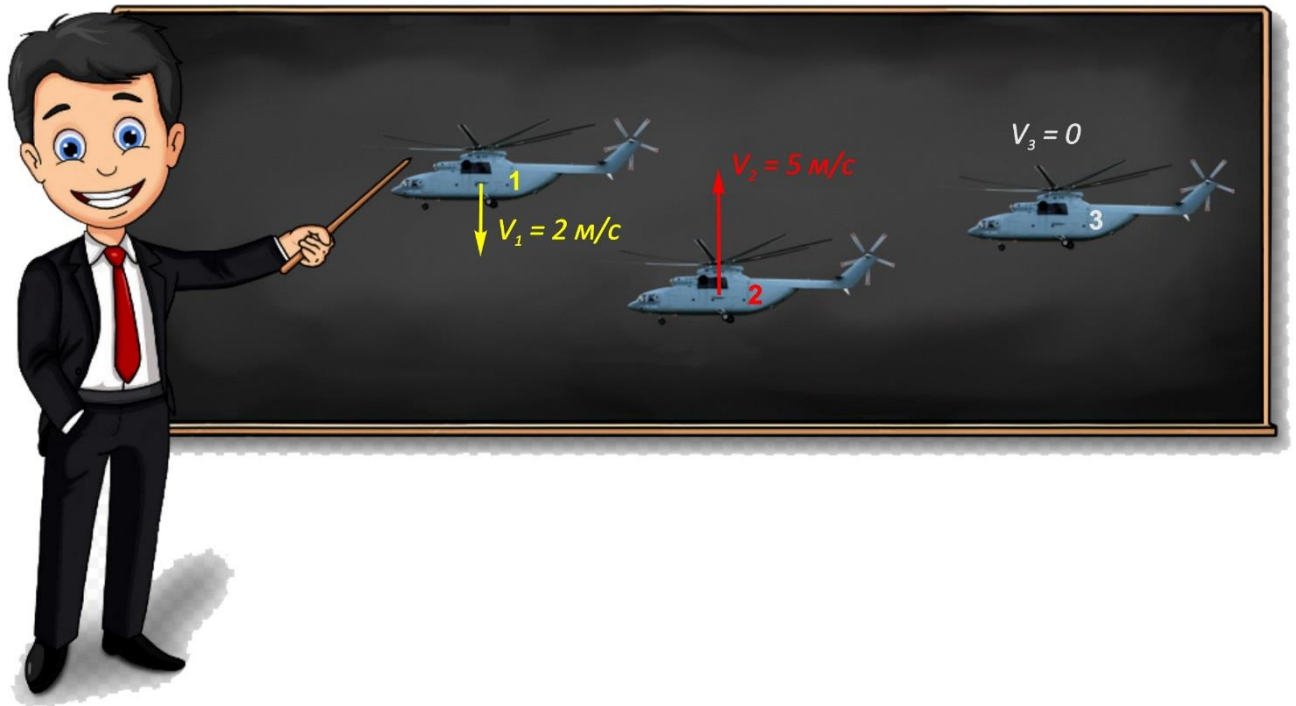


# Правильное решение задачи о трёх вертолётах.

(Как человеческая глупость  
не позволяет отказаться от ложных постулатов в физике)

Одна из моих любимых задач по механике, которую я люблю задавать людям, считающими себя экспертами в элементарной, базовой физике (преподавателям физики в школах и вузах, профессорам и академикам самых разных академий – РАН, РАЕН и т.д. и т.п.) – это задача о трех вертолётах:



Условия задачи: имеются три вертолёт Ми-26, каждый из которых имеет полётную массу  $m_1 = m_2 = m_3 = 50$  тонн. Первый вертолёт совершает посадку, равномерно спускаясь вниз со скоростью  $V_1 = 2$  м/с (относительно Земли), второй – равномерно поднимается со скоростью  $V_2 = 5$  м/с, а третий просто завис над землёй, то есть его горизонтальная и вертикальная скорости равны нулю:  $V_3 = 0$  м/с.

ВОПРОСЫ: чему равна мощность каждого из трёх вертолётных двигателей, или, более точно – чему равна мощность вертолётных двигателей каждого вертолёта? А также: чему равна работа, совершаемая каждым вертолётным двигателем (вертолётными двигателями) в течение минуты, десяти минут?

Эта задача тем интересна, что наглядно демонстрирует глупость некоторых старых догматов классической (школьной) физики. А также тех физико-теоретиков, которым государство регулярно платит из бюджета за развитие науки, которая называется фундаментальная физика. Если кто не знает, за развитие фундаментальной физики (основ физики) у нас отвечает Отделение физических наук Российской академии наук (ОФН РАН).

Вот эти физико-теоретики в процессе развития науки:



Как можно видеть, процесс развития науки академиками идёт полным ходом. Дедушки-академики глубоко пенсионного возраста (на снимке можно увидеть даже одного из Президентов РАН, ныне покойного – это единственный на снимке, у кого открыты глаза) работают в полном соответствии со народной мудростью – старый конь борозды не испортит, но и новую не проложит. Почему-то вторую часть этой народной мудрости обычно не цитируют. А зря. Ведь развитие науки – это и есть прокладка новых борозд на пашне. Тем более что сейчас совершенно четко видна необходимость продолжать вспахивать и перепахивать бескрайнее поле нашего невежества, невежества всего человечества, особенно в области важнейшей из точных наук – физики.

Вернёмся к задаче о трёх вертолётах.

В качестве примера «классического» решения этой задачи вспомним некоторые определения из школьного учебника «Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень». 2014 год / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под редакцией профессора Н.А. Парфентьевой и рассмотрим задачу из этого учебника.

Хочу отметить, что этот учебник прошёл целый ряд различных экспертиз и был одобрен для использования в учебном процессе:

На учебник получены положительные заключения по результатам научной (заключение РАН № 10106—5215/20 от 15.10.2013), педагогической (заключение РАО № 01—5/7д—327 от 21.10.2013 и № 418 от 29.01.2014) и общественной (заключение РКС № 415 от 07.02.2014) экспертиз.

РКС, если кто не знает – это Российский книжный союз. Некая общественная организация. Жаль, мало что понимающая в реальной физике. РАО – Российская академия образования.

Итак, что такое работа и что такое мощность, согласно школьного учебника?

Работа:

**Важно** Работа постоянной силы равна произведению модулей силы и перемещения точки приложения силы и косинуса угла между ними.

То есть  $A = F \times S \times \cos \alpha$ .

**Мощность.** Работа может быть совершена как за большой промежуток времени, так и за очень малый. На практике, однако, далеко не безразлично, быстро или медленно может быть совершена работа. Временем, в течение которого совершается работа, определяют производительность любого двигателя. Очень большую работу может совершить и крошечный электромоторчик, но для этого понадобится много времени. Поэтому наряду с работой вводят величину, характеризующую быстроту, с которой она производится, — *мощность*.



**Запомни** **Мощность** — это отношение работы  $A$  к интервалу времени  $\Delta t$ , за который эта работа совершена, т. е. мощность — это скорость совершения работы:

$$N = \frac{A}{\Delta t}. \quad (5.4)$$

Откуда следует, что если скорость движения материального тела постоянна, то  $N = F \times S \times \cos \alpha / \Delta t = F \times V \times \cos \alpha$ , где  $V$  — скорость материального тела. В учебнике сказано то же самое:

Подставляя в формулу (5.4) вместо работы  $A$  её выражение (5.2), получаем

$$N = F \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \cos \alpha = Fv \cos \alpha. \quad (5.5)$$

То есть, говоря чуть другими словами, мощность — это работа, выполненная за единицу времени, обычно — за одну секунду. Также следует обратить внимание на то, что согласно того же учебника,

**Интересно** Наше бытовое представление о работе отличается от определения работы в физике. Вы держите тяжёлый чемодан, и вам кажется, что вы совершаете работу. Однако с точки зрения физики ваша работа равна нулю.

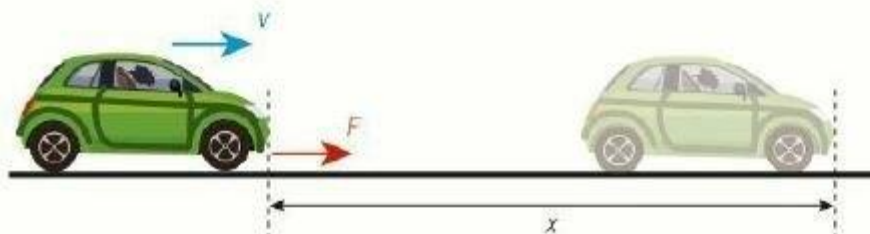
Таким образом, можно сделать логический вывод том, что существуют некое «классическое» и некое «бытовое» представления о мощности (работы в единицу времени).

Надо сказать, что само понятие «мощность» – это не российское изобретение. Британское. Power, в отличие от Force, силы. И хотя «мощность» сейчас измеряется в Вт, ваттах (надо бы в «уаттах»), в честь гениального великого шотландского инженера Джеймса Уатта, James Watt, 1736-1819 г.г., сама идея ввести в физику, в «экспериментальную философию» новое понятие, новую категорию, возникла еще до рождения Джеймса. Так, термин Power довольно часто используется Джоном Теофилиусом Деагулье в его «Курсе экспериментальной философии» (A Course of Experimental Philosophy, 1st edition, Vol I, 1734 и Vol II, 1744). Правда, в двух различных интерпретациях. Об этом я как-нибудь напишу поподробнее.

В современных британских школьных учебниках мощность, power, имеет «стандартный», общепринятый во всем мире, стереотипный смысл. Смотрим британский учебник A Level Physics for OCR. A Student Book.

## Power and motion

There are situation in physics where constant force has to be exerted on an object to maintain its constant speed. A good example of this is a car travelling on a level road at a constant speed (Figure 2). The net force on the car is zero. The rate of work done by the forward force provided by the car engine is equal to the rate of work done against the frictional forces acting on the car. It is possible to calculate the power  $P$  developed by the force provided by the car.



▲ **Figure 2** The power developed by the car depends on the force  $F$  and the speed  $v$

A constant force  $F$  moves the car a distance  $x$  in a time  $t$ .

work done by the force  $W = F \times x$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fx}{t}$$

The speed  $v$  of the car is  $\left(\frac{x}{t}\right)$ , therefore

$$P = Fv$$

This equation is not just for cars. You can use it in a variety of situations where a constant force is necessary to maintain a constant speed.

Насколько я знаю, OCR – это аббревиатура «Oxford Cambridge and RSA». OCR обозначает экзаменационную комиссию, которая принимает экзамены и присуждает квалификации (включая GCSE и A-levels) в наиболее «крутых», по версии самих британцев британских университетах: в Оксфорде, Кембридже и RSA. Это одна из пяти главных экзаменационных комиссий Англии, Уэльса и Северной Ирландии.

RSA – The Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce, Королевское общество поощрения искусств, промышленности и торговли, также известное просто как Royal Society of Arts, Королевское общество искусств, организация, ищущая практические решения социальных проблем. Штаб-квартира RSA расположена в Лондоне.

GCSE – The General Certificate of Secondary Education, свидетельство об общем среднем образовании в Великобритании.

A-level – Advanced Level, Продвинутый, Расширенный Уровень – это, говоря простым языком, часть общего сертификата об образовании GCE, необходим для дальнейшего поступления в высшее учебное заведение.

Вот мой перевод текста из британского учебника:

### **Мощность и движение**

В физике бывают ситуации, когда к объекту нужно прикладывать постоянную силу, чтобы поддерживать его постоянную скорость. Хорошим примером этого является автомобиль, движущийся по ровной дороге с постоянной скоростью (рис. 2, figure 2). Суммарная сила, действующая на автомобиль, равна нулю. Скорость работы, совершаемая поступательной силой, создаваемой двигателем автомобиля, равна скорости работы, совершаемой против сил трения, действующих на автомобиль. Можно рассчитать мощность  $P$  (от Power – мощность), развиваемую силой, создаваемой автомобилем.

Постоянная сила  $F$  (от Force – сила) двигает автомобиль на расстояние  $x$  в течение времени  $t$ .

Выполненная силой работа  $W$  (от Work – работа)  $= F \times x$

$$P = W / t = Fx / t$$

Скорость автомобиля  $v$  (от velocity – скорость, быстрота) есть  $(x / t)$ , тогда

$$P = F \times v$$

Это уравнение не только для автомобилей. Вы можете использовать его для различных ситуаций, в которых постоянная сила необходима для поддержания постоянной скорости движения.

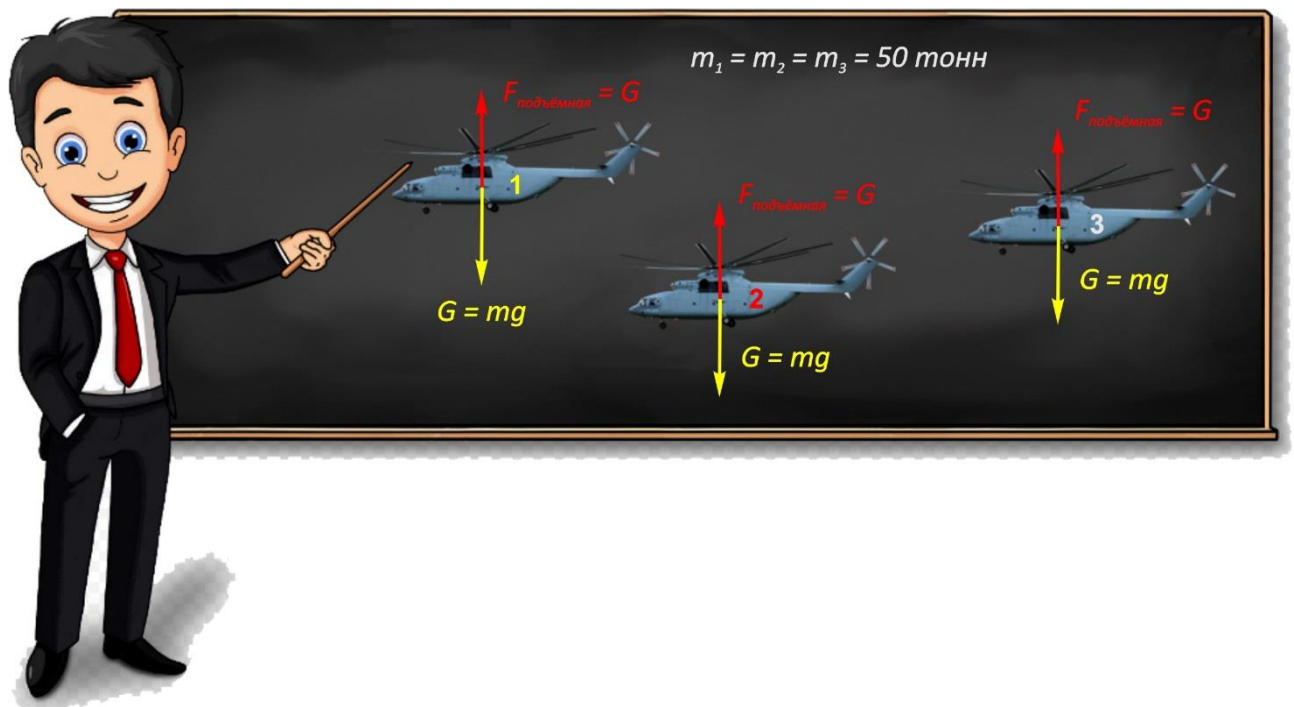
А теперь – «автомобильная» задача из «классического» русского учебника физики (Мякишев, Буховцев, Сотский):

**A4.** Под действием силы тяги 1000 Н автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя равна  
1) 10 кВт                      2) 20 кВт                      3) 40 кВт                      4) 72 кВт

Скорость движения автомобиля – постоянная, 72 км/час = 20 м/с. Следовательно, можно применить «классическую» формулу мощности:

$N = F \times V \times \cos \alpha = 1000 \text{ Н} \times 20 \text{ м/с} \times 1$  (так как вектор действия движущей силы автомобиля совпадает с направлением движения) = 20 кВт.

Теперь перейдём к задаче о мощности двигателей трёх вертолётов. Скорости движения вертолётов – постоянные. Из этого факта следует, что подъёмная сила, создаваемая винтами, равна силе тяжести, действующей на вертолёт:



Руководствуясь «классическими» формулами, получим. Мощность двигателей первого вертолёта:

$N_1 = F_1 \times V_1 \times \cos \alpha = 50000 \text{ кг} \times 9,81 \text{ м/с}^2 \times 2 \text{ м/с} \times (-1) = - 981 \text{ 000}$  ватт (минус 981 киловатт – довольно странный получился ответ, не так ли?)

Соответственно, работа, которую выполняет первый вертолёт за минуту, тоже отрицательна:

$A_1 = N_1 \times \Delta t = - 981 \text{ кВт} \times 60 \text{ с} = 5,87 \text{ МДж}.$

Для вертолѐта номер 2:

$$N_2 = F_2 \times V_2 \times \cos \alpha = 50000 \text{ кг} \times 9,81 \text{ м/с}^2 \times 5 \text{ м/с} \times (+1) = 2\,452\,500 \text{ ватт}$$

Работа, которую выполняет второй вертолѐт за минуту:

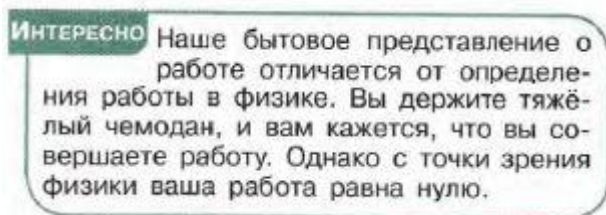
$$A_2 = N_2 \times \Delta t = 2452500 \text{ кВт} \times 60 \text{ с} = 14,72 \text{ МДж.}$$

Ну, а теперь – мощность и работа третьего вертолѐта

$$N_3 = F_3 \times V_3 \times \cos \alpha = 50000 \text{ кг} \times 9,81 \text{ м/с}^2 \times 0 \text{ м/с} \times (+1) = 0 \text{ ватт}$$

$$A_3 = N_3 \times \Delta t = 0 \text{ Вт} \times 60 \text{ с} = 0 \text{ Дж.}$$

То есть вспоминая мудрый учебник, прошедший три мудрые экспертизы мудрых академиков РАН, РАО и избранных общественных представителей из РКС:



двигателям вертолѐта, удерживающим тяжеленный вертолѐт в одном и том же положении лишь кажется, что они, двигатели, совершают работу. Потому что, по мнению мудрых дяденек и тѐтенек из очень уважаемых академий и союзов, с точки зрения классической физики их работа равна нулю.

Довольно странные получились результаты, Вы не находите? Подспудно, подсознательно, «на бытовом уровне», находясь в плену своих «бытовых представлений», мы понимаем, что на самом деле двигатели всех трёх вертолѐтов работают в примерно одинаковом режиме, создавая во всех трёх случаях одинаковую подъѐмную силу, и вроде бы как мощность двигателей должна бы совпадать или быть примерно одинаковой. Но, пользуясь классическими формулами фундаментальной классической механики мы получили, что мощность двигателей одного вертолѐта (номер три) равна нулю, а другого (номер один) – вообще отрицательна. Это самый настоящий парадокс – решение представляется нелогичным и противоречащим здравому смыслу.

Подобные ответы вызывают когнитивный диссонанс не только у меня и толковых читателей, но даже и у не растерявших мозги школьных и институтских преподавателей. Про академиков РАН я умолчу – там, в академии, на такие мелочи не обращают внимания.

Вспоминается анекдот по этому поводу: Идет операция на человеческом мозге. Нейрохирург достал из черепно-мозговой коробки левое полушарие мозга пациента и внимательно осматривает его. Вдруг в операционную врывается ассистент пациента и кричит: «Виталий Лазаревич!!! (или Валерий

Анатольевич!!!) Вас только что избрали действительным членом РАН !!!» Пациент вскакивает с операционного стола и кидается вон из операционной. Нейрохирург: «А левое полушарие?!!!» Виталий Лазаревич (или Валерий Анатольевич): «А на хрена оно мне теперь?!» (Любые совпадения случайны и не имеют под собой желаний оскорбить кого-либо конкретно.) Поэтому у академиков ОФН РАН состояние когнитивного диссонанса обычно не наблюдается. Ведь старый конь борозды не портит, а прокладывать какую-либо новую борозду академики ОФН РАН не собираются. Несмотря на очевидный парадокс, возникающий при «классическом» решении задачи про три вертолёт. А если рассматривать эту задачу в какой-то другой ИНЕРЦИАЛЬНОЙ системе отсчёта – например, в ИСО, привязанной к ступе Бабы Яги, оснащенной двигателем Шаубергера и поднимающейся вверх от Земли с постоянной скоростью 100 м/с ? Мы имеем полное право на решение задачи о трёх вертолётах в другой системе отсчёта. Ведь в том же «классическом» школьном учебнике Мякишева-Буховцева-Сотского, только изданном в 2010 году, в §4 мы читаем:

**Тело отсчета можно выбрать произвольно. Им может быть космодром, самолет, в котором мы летим, космический корабль, Земля, Солнце, звезды и т. д.**

И ступа Бабы-Яги, добавлю я. А в §1 русским по белому написано:

**Итак, одно и то же тело одновременно движется и не движется. Возможно ли такое? Согласно определению механического движения все так и есть.**

Речка движется и не движется... одновременно... Рассуждая дальше, мы приходим к забавному логическому выводу – если материальное тело одновременно движется и не движется, а так как без движения нет и работы (это один из основных догматов механики), а, значит, нет и мощности, то соответственно это материальное тело одновременно и выполняет какую-то полезную работу, и не выполняет. Одновременно оно обладает какой-то мощностью и не обладает.

Проблема заключается в том, что полученные по «классическим формулам» величины мощности вертолётных двигателей в ИСО ступы Бабы Яги вызовут у более-менее разумных граждан еще больший когнитивный диссонанс.

А поэтому отдельные, более-менее разумные граждане пытаются хоть как-то разрешить этот «парадокс трёх вертолётов», каким-либо способом примирить «классическую» физику и свой здравый смысл. Причем не нарушая старинный догмат механики, гласящий, что «без перемещения работы, а значит, и мощности – работы, выполненной в единицу времени – не бывает.» И, к сожалению, руководствуясь этим догматом, все эти более-менее разумные граждане не

придумали ничего лучше, как найти в процессе зависания вертолѐта перемещение – перемещение воздушных масс, и вести дальнейшие расчѐты, исходя либо из своих представлений о законе сохранения импульса, либо из своих представлений о законе сохранения энергии – у кого насколько хватает знаний, эрудиции и особенно – фантазии.

Следует отметить, что задачи о мощности «зависших» вертолѐтов, то есть о мощности двигателей «зависших вертолѐтов» рассматривались еще в СССР, в рамках «вышей школы», в частности, например, в «Задачнике по физике» А.Г. Чертова и А.А. Воробьѐва (у меня есть четвертое издание «Задачника...» образца 1981 года). Рецензентами этого «Задачника...» выступила кафедра общей физики МИЭМ во главе с зав. Кафедрой профессором А.Н. Губкиным. МИЭМ – ныне это Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова. Как бы не совсем по профилю расчѐта «зависших вертолѐтов». Хотя, при основании в 1962 году он назывался Московский институт электронного машиностроения. Все равно, я считаю, что рецензировать задачи про «зависшие вертолѐты» следовало бы какому-нибудь авиационному институту. Потому что «общие физики» иногда несут страшно, невообразимо безмозглую пургу, основываясь на своих стереотипных знаниях, представлениях, эрудиции и особенно – на своей безграничной фантазии. Итак:

## ЗАДАЧНИК ПО ФИЗИКЕ

ИЗДАНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено  
Министерством высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших технических  
учебных заведений

Обращаю внимание: допущено для студентов ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ учебных заведений. То есть, этот «Задачник...» предназначен для формирования новых и закрепления полученных в средней школе знаний у студентов – будущих инженеров, а не гуманитариев. То есть, даже если эта задача из курса общей физики, она не должна быть бестолковой с чисто инженерной точки зрения.

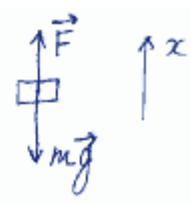
И вот «вертолѐтная» задача из этого «Задачника...»:

2-66. Вертолет массой  $m = 3$  т висит в воздухе. Определить мощность  $N$ , расходуемую на поддержание вертолета в этом положении, при двух значениях диаметра  $d$  ротора: 1) 18 м; 2) 8 м. При расчете принять, что ротор отбрасывает вниз цилиндрическую струю воздуха диаметром, равным диаметру ротора.

Решение этой задачи предлагается следующее. Обратите внимание, что уже тогда, в далёком 1981 году, авторами «Задачника...» и рецензентами «классическое» решение по «классическим» школьным формулам  $N = A/t$  или  $N = F \times V$  было отвергнуто. Почему? Очевидно, потому что и авторы «Задачника...», и рецензенты подсознательно понимали несуразность «классического» решения, при котором  $N = 0$ , и придумали, исходя из своей эрудиции и фантазий, следующий вариант решения:

**2.66 Дано:**  
 $m = 3000 \text{ кг}$   
 1)  $d = 18 \text{ м}$   
 2)  $d = 8 \text{ м}$   
 $N = ?$

**Решение:**  
 $F + m\vec{g} = 0$   
 В проекции на ось  $x$ :  
 $F - mg = 0 \Rightarrow F = mg$   
 Пусть  $M$  — масса перемещаемого за время  $t$  воздуха  
 $M = \rho V = \rho \pi \frac{d^2}{4} vt \quad (1)$   
 $A = \Delta T = \frac{Mv^2}{2} = \frac{1}{8} \rho \pi d^2 v^3 t$   
 $N = \frac{A}{t} = \frac{\rho \pi d^2 v^3}{8} = \frac{1}{8} \rho \pi d^2 v^3 \quad (2)$   
 Найдём скорость движения воздуха  $v$ :  
 $F = \frac{p}{t} = \frac{Mv}{t} \quad (3)$   
 Подставим (1) в (3):  
 $F = \frac{\rho \pi d^2 v^3}{4} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4F}{\rho \pi d^2}} = \sqrt{\frac{4mg}{\rho \pi d^2}} \quad (4)$   
 Подставим (4) в (2):  
 $N = \frac{1}{8} \rho \pi d^2 \sqrt{\frac{64 m^3 g^3}{\rho^3 \pi^3 d^6}} = \sqrt{\frac{64 m^3 g^3 \rho^2 \pi^2 d^4}{64 \rho^3 \pi^3 d^8}} = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{m^3 g^3}{\pi \rho}}$   
 1)  $N = \frac{1}{18} \sqrt{\frac{3000^3 \cdot 9,8^3}{3,14 \cdot 1,29}} = 139 \text{ кВт}$   
 2)  $N = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{3000^3 \cdot 9,8^3}{3,14 \cdot 1,29}} = 313 \text{ кВт}$   
 Ответ: 1) 139 кВт; 2) 313 кВт



Ответы совпадают с теми, что приведены в конце «Задачника...». Чем хорошо это решение? Тем, что вопреки «классическому» решению, в котором мощность двигателей зависшего вертолётa равна нулю, и им, двигателям, лишь кажется, что они выполняют какую-то работу, это решение признает, что и у зависшего вертолётa двигатели все же некую работу выполняют. Хотя

полученные результаты все же довольно странные, если посмотреть на них критически: согласно этим результатам, этим чудесным формулам, стоит лишь в несколько раз увеличить диаметр винтов вертолѐта (количество лопастей неважно), как во столько же раз падает требуемая мощность вертолѐтных двигателей (работа, выполняемая двигателями в единицу времени).

То есть изначально попытка представить вертолѐт как обычный вентилятор, подогнав под эту «гениальную» идею условие задачи (ротор отбрасывает вниз цилиндрическую струю воздуха диаметром, равным диаметру ротора) с инженерной точки зрения, особенно с точки зрения тех инженеров, которые знакомы с наукой «аэродинамика» (а это один из «прикладных» разделов физики) – глупа, я бы даже сказал – излишне бестолкова.

И каково же было моё удивление, когда я обнаружил слегка кастрированный клон этой задачи в современных учебниках НИЯУ «МИФИ», Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (бывший Московский инженерно-физический институт). После чего рейтинг НИЯУ «МИФИ» существенно упал в моих глазах. Вот эта, слегка кастрированная задача из старого «Задачника...» 1981 года и начало её решения. Почему задача слегка «кастрированная». Да потому что выпал вариант сравнения мощности для разных диаметров винтов – остался лишь вариант с  $d = 8$  метров:

**Пример.** Вертолет массой  $m = 3\text{ т}$  висит в воздухе. Определить мощность, развиваемую мотором вертолета, если диаметр ротора равен  $d = 8\text{ м}$ . При расчете принять, что ротор отбрасывает вниз цилиндрическую струю воздуха диаметром, равным диаметру ротора. Плотность воздуха  $1.29\text{ кг/м}^3$ .

При решении этой задачи надо применить все известные нам законы динамики. Поскольку это — не одно- и не двухходовая задача, попробуем сначала найти вид окончательного выражения, пользуясь анализом размерности (см. тему 1.3). Искомая мощность зависит от: 1) веса вертолета  $mg$ ; 2) диаметра винта  $d$ , 3) плотности воздуха  $\rho$ , то есть искомая формула должна иметь вид

$$P = (mg)^\alpha d^\beta \rho^\gamma.$$

Размерность мощности будет  $[N] = [ML^2T^{-3}]$ . Составляем равенство размерностей в обеих частях искомой формулы:

$$\begin{aligned} [ML^2T^{-3}] &= [ML^2T^{-2}]^\alpha [L]^\beta [ML^{-3}]^\gamma = \\ &= [M]^{\alpha+\gamma} [L]^{\alpha+\beta-3\gamma} [T]^{-2\alpha}. \end{aligned}$$

Решая систему уравнений

$$\begin{aligned} 1 &= \alpha + \gamma; \\ 2 &= \alpha + \beta - 3\gamma; \\ -3 &= -2\alpha, \end{aligned}$$

находим

$$\alpha = \frac{3}{2}; \quad \beta = -1; \quad \gamma = -\frac{1}{2},$$

то есть искомая мощность двигателя вертолета будет

$$N = C \frac{(mg)^{\frac{3}{2}}}{d\sqrt{\rho}},$$

где  $C$  — некий числовой коэффициент.

Как видим, все новое - это хорошо и основательно подзабытое старое.

Уже начало решения этой задачи по версии преподавателей из НИЯУ «МИФИ» вызвало у меня лёгкую оторопь своей «научнообразностью». Это примерно такой же научнообразный бред, как «математические» доказательства справедливости СТО Эйнштейна, опровергнутой полномасштабными экспериментами Дэйтона Миллера в 20-ых...30-ых годах прошлого века. Проблема в том, что ни школьникам, ни студентам про эти эксперименты обычно не рассказывают. Про эксперименты Дэйтона Миллера знает не более 2% преподавателей физики в школах и вузах – и я убеждён, что не более 50% академиков из ОФН РАН.

Поэтому я не стал публиковать тут всё решение по версии НИЯУ «МИФИ» целиком – если кому интересен этот псевдонаучный бред, может сам поискать его на сайте НИЯУ «МИФИ».

Тем более что подобные решения задач про равномерно поднимающиеся, равномерно спускающиеся и «зависшие» вертолёт – невероятная глупость. А существует очень простое решение этих и подобных им задач.

А все эти «общие физики», на самом деле ничего не понимающие в реальной физике, предлагающие «вентиляторный» вариант решения «вертолётных» задач, напоминают мне выпускника факультета Гриффиндор, отца ближайшего друга Гарри Поттера, мистера Артура Уизли (цитирую Джоан Роулинг «Гарри Поттер и Принц-полукровка»):

*И в самом деле, очень скоро в дверь постучали. Миссис Уизли вскочила, кинулась к черному входу и, взявшись за ручку, прижала ухо к двери и тихо позвала:*

*– Артур, это ты?*

*– Да, – донесся усталый голос мистера Уизли. – Только, будь на моем месте Пожиратель Смерти, он ответил бы то же самое. Задавай вопрос!*

*– Ох, что ты, право...*

*– Молли!*

*– Ну ладно, ладно... Какая у тебя самая заветная мечта?*

*– **Выяснить, почему самолеты не падают.***

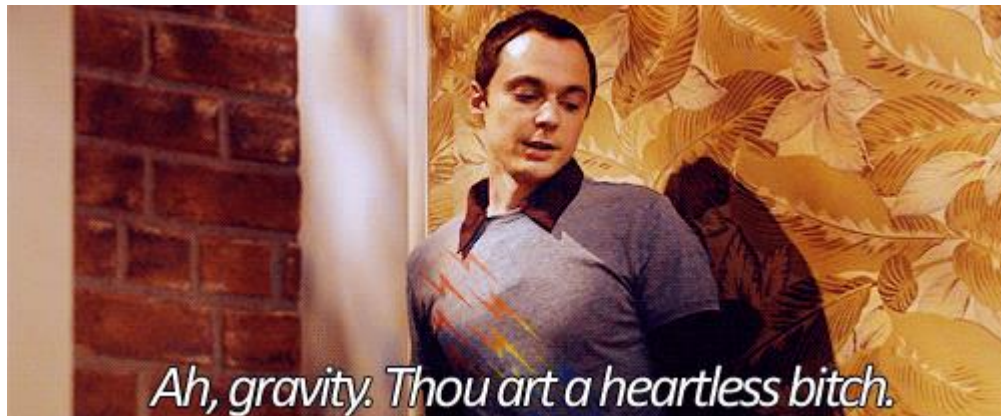
*Миссис Уизли кивнула и повернула дверную ручку...*

Понятно, что выпускнику Хогвардса, будь он из Слизерина или Гриффиндора, лекций по физике, по аэродинамике, по алгебре и началам математического анализа не читают. Что вполне естественно при наличии волшебных палочек и заклинаний «левикорпус», волшебных мётел, мотоцикла Хагрида, старого фордика «Англия», слегка доработанного тем же самым мистером Артуром Уизли, невидимых фестралов, дружелюбных гиппогрифов и опасных драконов. Хотя все последние магические зверушки, а также

неизменные совы-почтальоны, если верить фильмам, совершенно очевидно используют для полёта человеческие (маггловские) физические эффекты и законы, в частности, эффект Вентури.

Проблема самих магглов, пардон, обычных людей лишь в том, что, «благодаря» вот такому обучению физике в школах и в вузах, «благодаря» таким преподавателям, как в НИЯУ «МИФИ», они и сами не знают, «почему самолёты и вертолёт не падают». И тем более не знают, как определить мощность двигателей у трёх вертолётов из начальной задачи, хотя ПРАВИЛЬНОЕ решение лежит прямо перед их глазами во многих школьных учебниках на протяжении многих десятилетий.

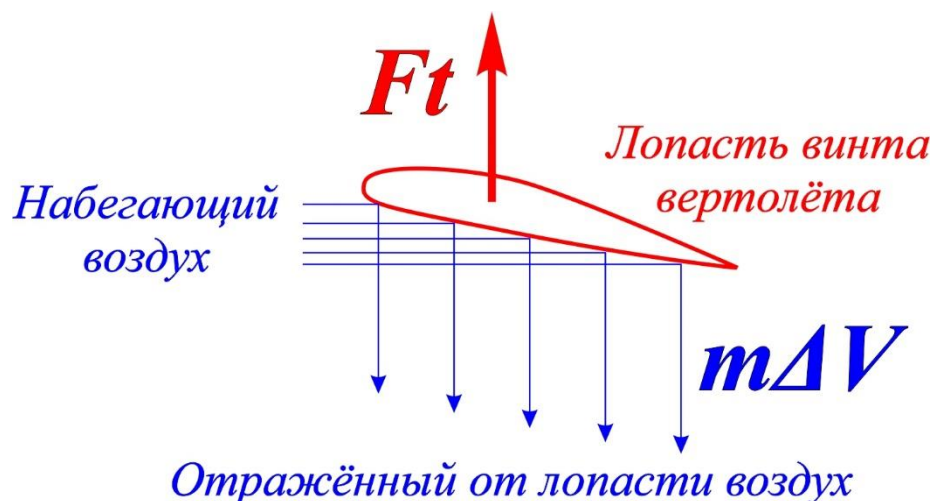
Почему же самолёты и вертолёт не падают? Ответ прост – потому что в результате полёта (или зависания) создаётся подъёмная сила, которая уравнивает или даже превышает силу тяжести, ту самую, которую создает



та самая гравитация, бессердечная сука.

Существует два основных способа создания подъёмной силы для самолётов и вертолёт (дирижабли и воздушные шары тут не рассматриваем), упрощенно:

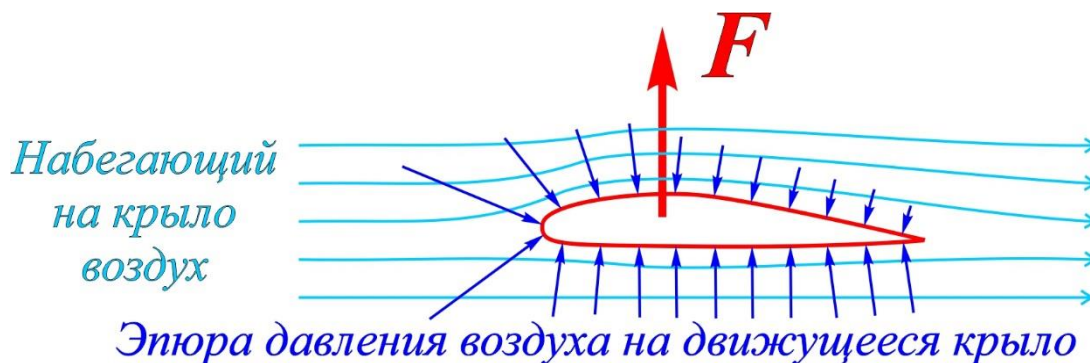
1. За счёт отбрасывания крылом самолёта или винтом вертолёта набегающего воздуха вниз:



В общем-то такой вариант обычно используется в вертолётах, у современных вертолётов, в т.ч. и у Ми-26 даже меняется «угол атаки» лопастей, а обороты двигателя остаются почти неизменными.

2. За счёт эффекта Вентури (чисто сила Жуковского) – чем выше скорость потока жидкости/газа, тем меньше давление на поверхность:

3.



Из-за профиля крыла (вертолётной лопасти) скорость воздуха над верхней плоскостью выше, чем под нижней, соответственно, суммарное давление на крыло (лопасть) сверху и снизу как раз и формирует эту самую подъёмную силу  $F$ . Обычно это свойственно самолётам, летящим с крейсерской скоростью на высших эшелонах.

Чаще всего подъёмная сила у самолётов и вертолётов – это результат суммирования обоих этих эффектов. Поэтому любой чисто «вентиляторный» расчёт – профанация и неверное информирование учащихся, создание у них неверных представлений об основах аэродинамики (раздела физики).

К тому же следует учесть, что отбрасываемый винтом вертолёта воздух имеет вовсе не цилиндрическую форму, что линейная скорость винта увеличивается от оси вращения к концу винта, следовательно, скорость «отброса воздуха» не одинакова (в приведенных выше расчётах она принимается одинаковой). И к тому же требуемая для удержания вертолёта в воздухе подъёмная сила может создаваться вертолётными лопастями исключительно за счёт эффекта Вентури, то есть это целиком и полностью будет сила Жуковского.

Ну а теперь – самое главное. Правильный расчёт мощности вертолётных двигателей. Который почему-то не встретился мне ни в одном учебнике, написанным кем-то из «общих физиков».

А поможет нам с расчётными формулами ГОСТ Р 53639-2009 (ИСО 3046-3:2006, ИСО 15550:2002), «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приёмка. Методы испытаний.» Читаем:

6.4.1 Мощность двигателя  $P$ , кВт, определяют по формулам:  
- при измерении крутящего момента (гидротормозом, электрической балансирной машиной и т.д.) и частоты вращения:

$$P = \frac{T_{\text{кр}} n_d}{9550}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{кр}}$  — крутящий момент, Н·м;  
 $n_d$  — частота вращения, мин<sup>-1</sup>;

Методы испытаний пока пропустим. Сосредоточимся на основных моментах.

1. Мощность двигателя  $P$  равна (используем более привычное для меня обозначение  $P$  – Power ) произведению крутящего момента на частоту вращения  $P = M_{\text{кр}} \times n$ . Я называю эту величину инженерной мощностью, в отличие от школьной «классической».
2. При чем тут 9550 в знаменателе? Очень просто: это перевод из оборотов в минуту в радианы в секунду, 1 радиан в секунду  $\approx 9,5493$  оборота в минуту и вдобавок перевод из ватт (Вт) в киловатты (кВт).

Некоторые остолопы-теоретики утверждают, что эта формула из ГОСТа (ISO) неким образом выведена из «классической» школьной формулы мощности  $N = A/t$ . Это не так. Дело в том, что формула  $N = A/t$  даёт неинвариантный результат мощности, то есть результат, полученный по «классической» формуле из школьного учебника, зависит вы выбранной Вами ИСО, что, в принципе, для нормальной, реальной физики в корне неверно. Конечный результат расчётов о произведенной работе и о мощности – работе, произведенной в единицу времени, не должен зависеть от места расположения наблюдателя.

Ведь именно поэтому «общие физики» придумывали разные способы подсчёта мощности – потому что подсознательно хотели получить ИНВАРИАНТНЫЙ результат. Формула мощности двигателей, которые выдают «на гора» крутящий момент  $P = M_{\text{кр}} \times n$ , встречается и в некоторых школьных и вузовских учебниках. Почему же никто из «общих физиков» за несколько десятилетий не догадался использовать эту простую и известную формулу для определения мощности вертолёт, вертолётных двигателей? Этот вопрос остаётся для меня не решённым окончательно. Подозреваю, что ответ довольно прост – человеческая глупость.

Применительно к задаче о трёх вертолётах Ми-26. Известно, что вертолёты оснащались двумя турбовальными двигателями Д-136 со взлётной мощностью по 10000 л.с. каждый. В Интернете можно разыскать информацию, что мощность при максимальном взлётном режиме составляет 11400 л.с., при номинальном – 8500 л.с., при крейсерском – 6100 л.с.. Как Вы полагаете, при помощи какой

формулы были получены эти результаты? Очевидно, что при использовании формулы «инженерной мощности»  $P = M_{кр} \times n$ .

Почему в НИЯУ «МИФИ» преподаватели общей физики не знают об этом? Видимо, ответ тот же – человеческая глупость.

А возможно, дело в другом? Если начинать считать мощность по инженерной, ИНВАРИАНТНОЙ формуле мощности  $P = M_{кр} \times n$ , то впоследствии окажется, что основной догмат механики, как его понимают многие физико-теоретики – без линейного перемещения нет работы – неверен.

А война с догматами никогда не была простой. Взять того же Джордано Бруно, который пытался опровергнуть кое-какие догматы католицизма. Цитирую донос на него: *«...я много раз слышал от Джордано Бруно, ...что мир вечен и существуют бесконечные миры... что Христос совершал мнимые чудеса и был магом, что Христос умирал не по доброй воле и, насколько мог, старался избежать смерти; что возмездия за грехи не существует; что души, сотворённые природой, переходят из одного живого существа в другое. Он рассказывал о своём намерении стать основателем новой секты под названием «новая философия». Он говорил, что Дева Мария не могла родить; монахи позорят мир; что все они — ослы; что у нас нет доказательств, имеет ли наша вера заслуги перед Богом.»*

Я могу сказать примерно то же самое – что академики РАН позорят науку, что все они – ослы, и что у нас нет никаких доказательств, имеет ли их истовая вера в непогрешимость старых догматов, например того, что работа равна произведению силы на перемещение, заслуги перед наукой.

Я не собираюсь становиться основателем новой секты под названием «Новая физика» - я просто хочу очистить физику от глупостей, ошибок и заблуждений – таких, как СТО Эйнштейна, от теорем и цикла Карно, от представлений о том, что именно обеспечивает давление газов и жидкостей и т.д. Настало время для переосмысливания старых «незыблемых» догматов, «прописных истин» и представлений. Только вот старые лошади, оккупировавшие ОФН РАН, не позволяют прокладывать новые борозды...

Петр Иванович Дубровский,  
добросовестный инженер – исследователь,  
честный и непредвзятый частный научный детектив  
[d-pi@yandex.ru](mailto:d-pi@yandex.ru)

Это незавершенный вариант статьи по состоянию на 02 марта 2023 года. Просто появилась работа, с которой надо разобраться побыстрее. Разберусь – продолжу писать.

Рекомендую поделиться этой статьёй со своими знакомыми, которым небезразлична физика. И – ПРОДЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ !!!

Готов выслушать все критические замечания по содержанию и стилю изложения этой статьи. Точнее, этой части статьи. Только, пожалуйста, глупостей мне не пишите.

Но знайте – дальше будет еще интереснее.