

Олимпиада «Физтех.Инженер» по физике

8 класс, 2025/26 год, онлайн-этап I, вариант 1

И. И. Кравченко

Физические олимпиады

Physway

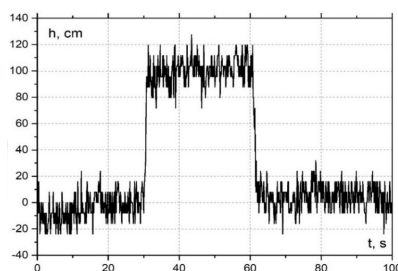
1. [Бензин] Для небольших беспилотных разведчиков в 1985–1991 годах производился П-032 — поршневой двухцилиндровый двухтактный двигатель малой мощности. В качестве горючего для двигателя П-032 используется смесь бензина АИ-93 и масла МС-20 в пропорции их объемов 25 : 1. Теплотворная способность бензина — 10 200 ккал/кг, а масла — 46 МДж/кг. Плотность бензина — 0,7550 г/см³, плотность масла — 0,897 г/см³.

Найти отличие удельной теплоты сгорания смеси от удельной теплоты сгорания чистого бензина, считая, что при смешивании компонентов химической реакции не происходит и объем жидкостей сохраняется неизменным. В 1 кДж содержится 238,846 калорий. Ответ нужно дать в кДж/кг, округляя до целого значения.

149 ($\pm 1\%$)

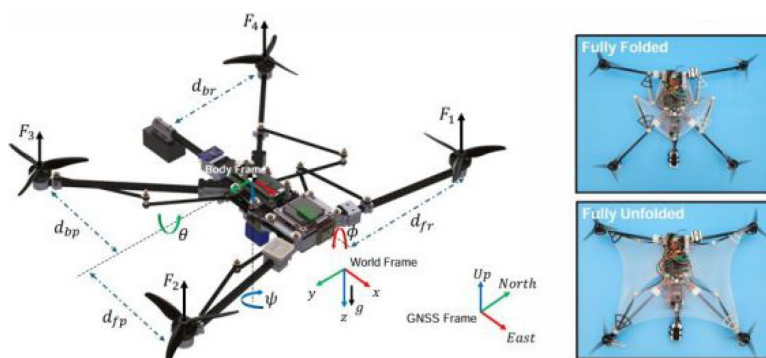
2. [Уклон] Велосипедистам при езде важно определять уклон дороги. В этом может помочь велокомпьютер. Для расчетов предлагается использовать датчик оборотов колеса велосипеда (герконовый) и датчик давления (высоты) на смартфоне. Плата датчика давления и его показания (измерения высоты) изображены на рисунках. Датчик оборотов выдает электромагнитные импульсы один раз за оборот колеса и состоит из двух частей, одна из которых установлена на спице около обода (магнит), а вторая (геркон) — на вилке колеса. Диаметр колеса — $R = 26$ дюймов, в дюйме примерно 2,54 см. Характерные размеры частей датчика оборотов — менее 1 см.

Оценить погрешность при определении значения уклона с частотой обновления данных один раз за $N = 1$ оборотов колеса. Под уклоном понимать отношение набранной высоты к пройденному пути (в одинаковых единицах измерения). Ответ дать в процентах, округляя до целого.



4–15% ($\pm 50\%$)

3. [Дрон] Южнокорейские инженеры создали дрон под названием «Летающая белка», и он действительно напоминает белку-летягу не только внешне, но и по своим возможностям! В то время, как обычные дроны зависят исключительно от мощности своих двигателей (поворачивают и двигаются благодаря винтам), «Летающая белка» сочетает работу винтов и сопротивление складных крыльев, что позволяет ей резко менять направление. Благодаря этому дрон может: точнее маневрировать; быстрее реагировать на препятствия, летая между деревьями или в узких помещениях; резко тормозить. С помощью дрона «Летающая Белка» можно будет осматривать труднодоступные места, например мосты или линии электропередач, помогать в поисково-спасательных операциях.



Крылья дрона сделаны из силиконовой пленки. Их масса $m = 46$ г, полный вес дрона $M = 548$ г. Крылья управляются сервомоторами, их площадь может увеличиваться в четыре раза движением ползунков, расположенных над и под ними. Работа привода осуществляется многозвенным рычажным механизмом, который реализует кривошипно-ползунную связь. Алгоритм управления полетом TWCC (Thrust-Wing Coordination Control) сам решает, когда и как раскрыть/сложить крылья, чтобы полет был максимально точным и устойчивым. TWCC обучили на настоящих полетах, используя нейросеть, которая умеет учитывать особенности формы крыла, угол и скорость квадрокоптера.

Пусть дрон со сложенным крылом, плашмя (сохраняя горизонтальную ориентацию), поднимается вертикально вверх с постоянной скоростью при силе тяги каждого мотора $F = 1,5$ Н. После раскрытия крыла дрон плашмя осуществляет вертикальный спуск с той же по модулю скоростью при работающих двигателях.

Найти, во сколько раз снизилось число оборотов двигателей при спуске. Влиянием струй от винтов на обтекание крыла пренебречь. Считать, что сила сопротивления дрона $F_c = CS\rho v^2$ пропорциональна площади крыла S , плотности воздуха ρ и квадрату скорости v , а коэффициент сопротивления дрона C почти не меняется при подъеме и спуске. Тяговая мощность пропеллера пропорциональна кубу числа оборотов, а скорость прокачки воздуха через винт пропорциональна угловой скорости лопастей винта. Ускорение свободного падения $9,81$ м/с². Дать ответ, округляя до десятых.

1,4 ($\pm 10\%$)

4. [БЭК] Безэкипажный катер (БЭК) для скорости и дешевизны конструкторской разработки решили спроектировать по подобию некоего «прототипа» — скоростного катера, перевозящего людей. При этом уменьшили в $N = 3$ раза все линейные размеры прототипа. Однако геометрическое подобие не является полным, поэтому дополнительно надо исследовать, например, подобие силовых и энергетических характеристик двигательных установок. Заметим, что отсутствие людей на БЭК дало увеличение доли полезной нагрузки к полной массе судна, которое решили использовать для дополнительного вооружения, но не для дополнительных запасов топлива.



1. Во сколько раз можно уменьшить полезную мощность силовой установки БЭК по сравнению с прототипом, чтобы БЭК развивал такую же максимальную скорость, как у прототипа? Ответ дать в целых числах.
2. Если уменьшить скорость БЭК по сравнению с прототипом в $K = 2$ раза, то во сколько раз возрастет дальность плавания БЭК по сравнению со случаем, когда его скорость равна скорости прототипа? КПД двигателя при этом считать неизменным. Ответ дать в целых числах.
3. Найти отношение установившихся скоростей (БЭК/прототип) в режиме работы их силовых установок с одинаковой тяговооруженностью, если под тяговооруженностью понимать удельную величину силы тяги, то есть силу, приходящуюся на единицу массы судна. Ответ округлить до сотых.

Примечание: считать, что как при скоростном режиме судна, так и в состоянии покоя глубина его осадки остается неизменной. Причем как для БЭК, так и для его прототипа относительная глубина осадки в процентах от длины судна одинакова. Сила гидродинамического сопротивления пропорциональна произведению квадрата скорости движения судна и площади поперечного сечения погруженной части корпуса (миделя). Сила сопротивления направлена строго горизонтально против скорости.

1) 9 ($\pm 10\%$); 2) 4 ($\pm 10\%$); 3) 0,58 ($\pm 10\%$)

5. [Осадки] В настоящее время бурно развивается техника беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), применяемых в ситуациях, когда участие человека затруднено, нежелательно или невозможно. Основными функциями БПЛА являются мониторинг, разведка, военные цели. Очевидно, что эффективность применения аппаратов напрямую зависит от ресурса их работы и функциональных возможностей, что, в свою очередь, определяется их энерговооруженностью. Также важна способность БПЛА перезаряжать аккумуляторные батареи бесконтактно, без возврата к оператору. Известно несколько методов бесконтактного энергоснабжения БПЛА (зарядка происходит, например, от линий электропередач (вблизи) посредством явлений электромагнитной индукции или за счет других видов направленного излучения).

В обзоре [1] показано, что для эффективного энергоснабжения БПЛА на расстояниях в несколько сотен метров целесообразно применять сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение. СВЧ-излучение обладает рядом преимуществ по сравнению с другими видами электромагнитного излучения, но ограничено в связи с затуханием и рассеянием при наличии посторонних объектов (например, туман или дым). Как видно из рис. 1, коэффициент потерь зависит от интенсивности осадков и от длины волны излучения.

Пусть осадки формируются каплями дождя радиуса $R = 1$ мм, которые летят вниз с установившейся скоростью $v = 6,3$ м/с, а их концентрация (количество капель в кубическом метре) составляет $n = 42$ м⁻³.

Найти приблизительное значение коэффициента потерь (дБ/км) СВЧ-излучения с длиной волны $\lambda = 1$ см, используя ближайшие числа по ординате графика.

Справка: коэффициент потерь $\Gamma = 10 \cdot \lg(J_0/J_1)$ измеряется в децибелах на километр. Под знаком десятичного логарифма записывается отношение начальной интенсивности сигнала J_0 к интенсивности ослабленного сигнала J_1 , прошедшего в атмосфере дистанцию 1 км. Десятичный логарифм — это показатель степени, в которую надо возвести число 10, чтобы получить число, указанное в скобках под знаком логарифма.

Список использованных источников:

1. Жуков А. А., Кудров М. А., Зудов К. А., Гелиев А. В., Заводсков С. Д. Проблемы создания мобильной системы дистанционного электроснабжения сверхвысокочастотным излучением малых беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника и Электроника, 2017, том 62, № 7, с. 623–631.
2. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1973.

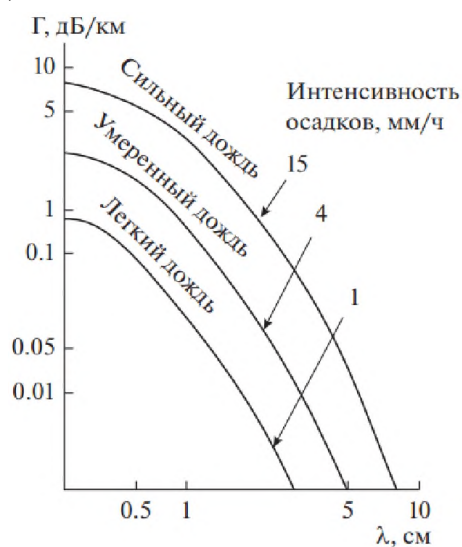


Рис. 1. Зависимость затухания радиоволн в атмосфере на единицу длины, вызванного рассеянием излучения под действием дождя, от длины волны [2]