



**Междисциплинарная многопрофильная олимпиада
«Технологическое предпринимательство»
Профиль «Авиатехнологии»
Заочный этап
8 – 9 класс**

Уважаемый участник!

Вы приступаете к выполнению заданий Междисциплинарной многопрофильной олимпиады «Технологическое предпринимательство». Прежде, чем Вы начнете, оргкомитет просит учесть несколько правил, выполнение которых необходимо:

1. Вы можете выполнять задания и загружать работу до окончания приема работ в 23:59 часов по московскому времени 6 февраля 2017 года. Иного таймера нет.
2. Просим не задерживать выполнение: при опоздании даже на 5 секунд система закроет прием работ, и Ваша работа не будет принята к рассмотрению.
3. Работа выполняется ТОЛЬКО самостоятельно. Коллективное выполнение работ запрещено: все одинаковые работы будут аннулированы.
4. Все решения необходимо печатать либо писать печатными буквами на белых листах формата А4, затем сохранять файл как PDF и после этого загружать в Личный кабинет. Пример для MS WORD: Файл→Сохранить как...→Тип файла PDF (*.pdf).
5. Прием работы через электронную почту не производится. Только через Личный кабинет.
6. Запрещено «переконвертировать» файл, просто переименовав у него расширение на PDF: в таком виде он не читается и не будет проверен. За него будет выставлена оценка 0 баллов.
7. После загрузки работы Вам будет направлено письмо. У Вас есть 24 часа (или менее, если до конца приема работ осталось меньше времени) на проверку загруженного файла и его замену. Просим не пренебрегать этой возможностью и проверять загруженный файл, в том числе на отсутствие технических сбоев при загрузке, препятствующих открытию и чтению файла.
8. Необходимо загружать работу только в специально отведенное поле, не путая профили.
9. Запрещено подписывать работы или иным способом указывать на автора. Работа с указанными персональными данными участника будет аннулирована.
10. Необходимо четко выполнять требования к объему работы, если он указан в задании.

№1 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Самолет совершал полет по прямолинейной траектории со скоростью 100 км/ч. Но из-за погодных условий его скорость начинает меняться. Прилагается график зависимости обратной величины скорости самолета от расстояния, которое пролетел самолет (Рис. 1) в турбулентной атмосфере, умноженной на 100. Используя данный необычный рисунок, необходимо определить время, затраченное самолетом на преодоление первых 50 км пути в турбулентной атмосфере.

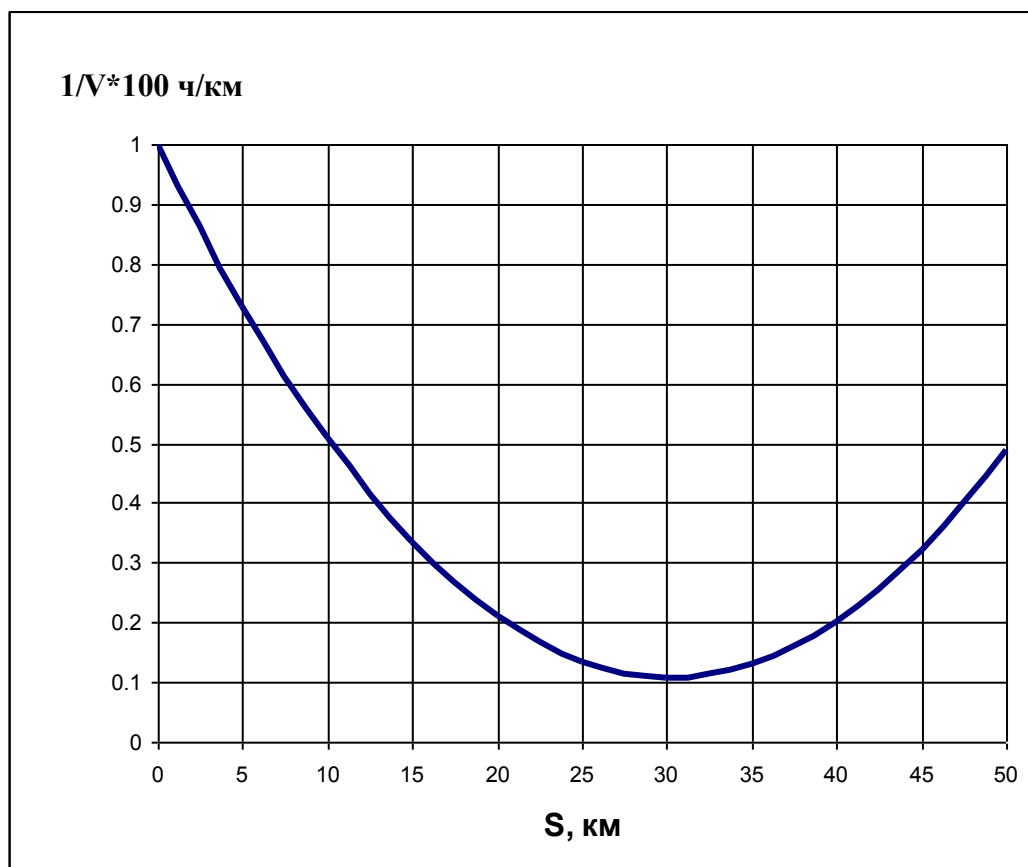


Рис.1

Решение

Время Δt , затраченное самолетом на преодоление ΔS может быть определена из условия: $\Delta S = V \Delta t$, где V – скорость полета на малом отрезке пути ΔS считается постоянной. Преобразовав формулу, получим: $\Delta t = (1/V) \Delta S$. Последнее произведение равно площади под графиком $(1/V)$ над расстоянием ΔS . Полное время t равно площади под линией $(1/V)$, приведенной на рисунке. Площадь достаточно для практического применения можно найти по рисунку – можно приблизительно (“на

глаз”) определить размеры неполных клеточек и сложить с площадью полных клеточек.

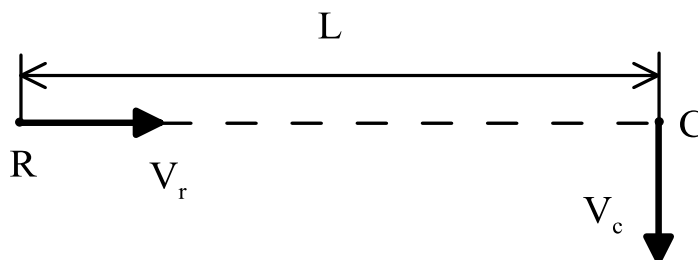
В данном случае получаем всего 34 клетки. Одна клетка соответствует времени $\Delta t = 0,005$ ч ($\Delta S = 5$ км, $(1/V) = 0,1/100$ ч/км = 0.001 ч/км).

Таким образом, полное время, затраченное самолетом на горизонтальный полет на расстояние 50 км составляет $t = 34 * 0,005$ ч = $0,17$ ч = $10,2$ мин. (Точное решение $10,12$ мин)

Критерии оценки	Баллы
Получен правильный ответ, приведены все необходимые для решения задачи доводы	10
Правильно показано, что площадь можно определить по клеточкам, но в процессе счета клеточек произошла ошибка	+2
Использован тот факт, что полное время равно площади под графиком	5
Определено только, что $t = (1/V) S$	3
Нет никакого решения	0

№2 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

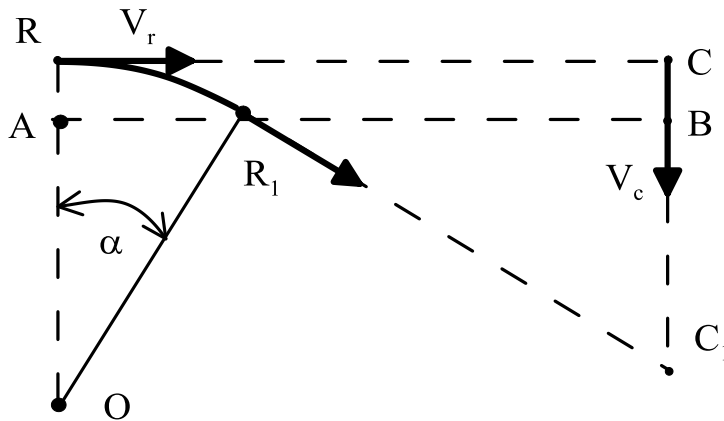
За самолетом, летящим прямолинейно и равномерно со скоростью V_c , летит ракета, скорость которой V_r постоянна по абсолютной величине и направлена все время на самолет. В тот момент, когда векторы скоростей v_1 и v_2 оказались взаимно перпендикулярны, расстояние между самолетом и ракетой было равно L .



Каково было ускорение ракеты в этот момент?

Решение

Предположим, что в момент времени t , когда векторы скоростей ракеты и самолета взаимно перпендикулярны, ракета находилась в точке R , а самолет – в точке C . Пусть за малый промежуток времени t самолет переместился в точку C_1 , а ракета – в точку R_1 .



Поскольку t мало, а скорость ракеты меняется только по направлению, можно считать, что ракета в данный момент времени $t+t$ движется равномерно по окружности радиуса OR_1 .

Если ω – угловая скорость ракеты, то $\omega = V_r/OR_1$, $\omega = R\omega = \dot{\alpha}$. Откуда ясно, что $BR_1C_1 = RC \cdot \omega t$. В силу малости t угол CRC_1 мало отличается от угла BRC_1 , поэтому $CC_1 = BR_1C_1 \cdot \omega t = RC \cdot \omega t = L \cdot \omega t = L \cdot \dot{\alpha} t$.

Вследствие малого времени t тангенс угла ωt и сам угол ωt , измеряемый в радианах, почти равны, поэтому $CC_1 = L \cdot \omega t$. Но $CC_1 = V_c t$, и вследствие этого $L = V_c / \omega$. Откуда будем иметь $V_r L / OR_1 = V_c$ и $OR_1 = L V_r / V_c$.

Окончательно получаем, что когда траектории ракеты и самолета перпендикулярны, ракета движется равномерно по окружности, поэтому на нее действует только центростремительное ускорение $a = V_r^2 / OR_1 = V_c V_r / L$.

Критерии оценки

Баллы

Получен правильный ответ, приведены все необходимые для решения задачи доводы	10
Определено, что ракета движется по окружности, и на нее действует центростремительное ускорение, но в процессе преобразования формул произошла ошибка	8

Показано, что ракета движется по окружности	5
Использован тот факт, что траектории полета ракеты и самолета перпендикулярны	3
Нет никакого решения	0

№3 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Самолёт массой 100т. совершает разбег с ускорением 1 м/с^2 с нулевой до взлётной скорости $V=216\text{ км/ч}$ по взлётно-посадочной полосе, имеющей уклон к горизонту $\alpha = 3^\circ$ (Рисунок 1). Определить потребную дистанцию разбега, если известно, что сила тяги двигателей на взлётном режиме $P = 30\text{ кН}$.



Решение:

в самом общем случае равноускоренного движения длина пути определяется по формуле:

$$L = \frac{V_0 + (V_0 + at)}{2} t = V_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

Т.к. начальная скорость $V_0=0$, то имеем:

$$L = \frac{1}{2} at^2.$$

Если домножить числитель и знаменатель в правой части уравнения на ускорение a , то имеем:

$$L = \frac{a^2 t^2}{2a}. \quad (1)$$

Т.к. для равноускоренного движения из состояния покоя в любой момент времени скорость определяется выражением:

$$V = at, \quad (2)$$

то, подставляя (2) в (1), имеем:

$$L = \frac{V^2}{2a}.$$

Подставляя числовые значения (предварительно приведя их в соответствие с системой СИ), имеем:

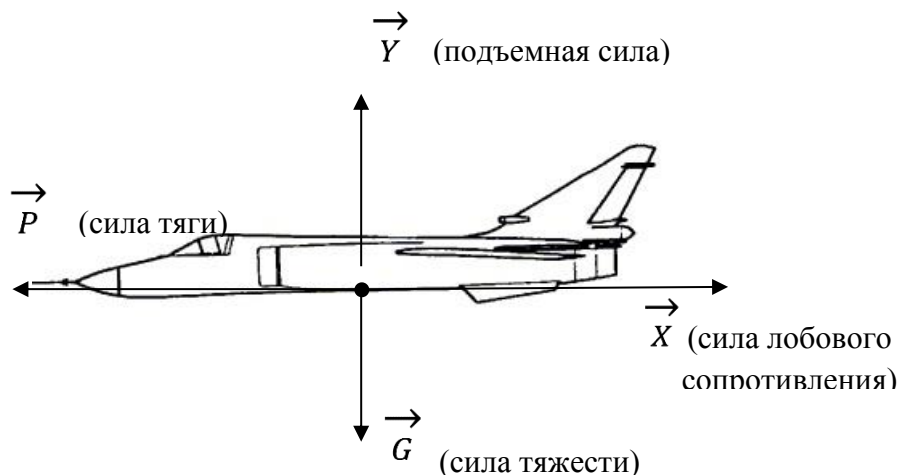
$$L=1800\text{м.}$$

Ответ:

Потребная дистанция разбега $L=1800\text{м.}$

№4 – Решите задачу (Максимум 20 баллов)

Выполняя горизонтальный равномерный прямолинейный полет на маневренном самолете, летчик резко убирает газ. Какая сила в этот момент будет отрывать летчика от спинки кресла, если масса летчика $m_{л} = 90$ кг, аэродинамическое качество самолета в данной полетной конфигурации $k=3$?



Указания:

- 1) аэродинамическое качество – это отношение модуля подъемной силы к модулю силы лобового сопротивления;
- 2) при убранном газе сила тяги $P = 0$;
- 3) ускорение свободного падения принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение:

Сила, отрывающая летчика от спинки кресла – это сила инерции.

Из условия, что самолет совершает горизонтальный равномерный прямолинейный полет, получаем, что $Y = G$, $P = X$. Таким образом, сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю. То есть, самолет и летчик движутся без ускорения.

Когда летчик убирает газ, то сила тяги становится равна нулю, а все остальные силы остаются прежними по величине и направлению. Сумма всех сил, действующих

на самолет, станет равна силе лобового сопротивления. Эта сила вызовет движение самолета с отрицательным ускорением a (торможение), относительно инерциальной системы отсчета, связанной с землей. В этой системе отсчета летчик также движется с ускорением a , которое придает ему сила, действующая со стороны самолета через ремни привязной системы.

В неинерциальной системе отсчета, связанной с самолетом, летчик покоится, что можно объяснить действием силы инерции.

Величина силы инерции летчика определяется как $F_{и} = m_{л} \cdot a$.

Найдем ускорение a , вызванное, как было сказано выше, силой лобового сопротивления X . То есть, $a = X/m_c$, где m_c – масса самолета, которую можно выразить как $m_c = G/g = Y/g$. Таким образом, $a = X \cdot g/Y = g/k$, сила инерции летчика $F_{и} = m_{л} \cdot g/k = 90 \cdot 10/3 = 300$ Н.

Ответ: сила, отрывающая летчика от спинки кресла, равна 300 Н.

№5 – Решите задачу (Максимум 10 баллов)

Студенты авиационного института собираются наладить производство беспилотных летательных аппаратов в рамках собственного бизнес-инкубатора. Предполагаемый срок работы недавно приобретённого для дальнейшего использования оборудования составляет 20 лет. Его стоимость составила 30 миллионов рублей.

1. Рассчитайте сумму начисленной амортизации за 5 лет линейным способом и способом уменьшаемого остатка.
2. Вычислите остаточную стоимость оборудования в обоих случаях.

Решение

1. Линейный способ: $1/20 \cdot 100\% = 5\%$ - ежегодная начисляемая амортизация.
 $3 \cdot 10^7 \cdot (1/20) \cdot 5 = 7,5 \cdot 10^6$ рублей – сумма начисляемой амортизации за 5 лет.

Способ уменьшаемого остатка:

1) $1/20 \cdot 100\% \cdot 2 = 10\%$ - ежегодная начисляемая амортизация.

$3 \cdot 10^7 \cdot 0,1 = 3 \cdot 10^6$ рублей – за первый год.

$30000000 - 3000000 = 27000000$ рублей – остаточная стоимость в конце 1-го года.

2) $27000000 \cdot 0,1 = 2700000$ рублей – амортизация за 2-й год

$27000000 - 2700000 = 24300000$ рублей – остаточная стоимость в конце 2-го года.

3) $24300000 \cdot 0,1 = 2430000$ рублей – амортизация за 3-й год

$24300000 - 2430000 = 21870000$ рублей – остаточная стоимость в конце 3-го года.

4) $21870000 * 0,1 = 2187000$ рублей – амортизация за 4-й год

$21870000 - 2187000 = 19683000$ рублей – остаточная стоимость в конце 4-го года.

5) $19683000 * 0,1 = 1968300$ рублей – амортизация за 5-й год

$19683000 - 1968300 = 17714700$ рублей – остаточная стоимость в конце 5-го года.

Итого: $3000000 + 2700000 + 2430000 + 2187000 + 1968300 = 12285300$ рублей – сумма начисляемой амортизации за 5 лет.

2. Остаточная стоимость:

1) Линейный способ: $30000000 - 7500000 = 22500000$ рублей

2) Способ уменьшаемого остатка: $30000000 - 12285300 = 17714700$ рублей.

№6 – Решите задачу (Максимум 10 баллов)

Начинающий предприниматель Станислав собирается организовать производство дронов, предназначенных для доставки почтовой корреспонденции, максимальная масса которой составляет 3 кг. Важной особенностью своего стартапа Станислав считает облегченную конструкцию своих летательных аппаратов.

1. Приведите один способ снизить массу дрона без потери прочности конструкции и раскройте его.
2. Чтобы снизить финансовую нагрузку, Станислав решил инвестировать 1000000 рублей в композитные материалы. Ежегодная прибыль составляет 390000 рублей, а норма доходов - 12%. Вычислите чистую текущую стоимость прибыли, которую Станислав получит за 3 года.
3. Рассчитайте чистую текущую прибыль при вышеперечисленных условиях, если с каждым последующим годом прибыль будет увеличиваться на 5%

Решение

1. Да. Если оставить моторы с такой же мощностью, то скорость дрона при той же нагрузке вырастет по сравнению с предыдущей конструкцией.
2. Использование углепластика. Данный композитный материал обладает очень высокой прочной, но высокой стоимостью. Так как стоимость материалов не была обговорена в условии задачи, то ее мы не рассматриваем
3. $PV = 390000 * ((1 - 1,12^{-3}) / 0,12) = 936714,19$ рублей
4. $PV = 390000 / 1,12 + (390000 * 1,05) / 1,12^2 + (390000 * 1,05^2) / 1,12^3 = 980712,89$ рублей