



ИЗУМРУД.СТУДЕНТ
ОЛИМПИАДА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



3101615086787

Титульный лист

Направление Естественные науки Инженерные науки
 Математика и информатика Социальные и гуманитарные науки
 Экономика и управление

Вариативный блок 1 2 3 4 5

Курс 1 2 3 4 5 отсутствует

Фамилия **КАЮМОВА**

Имя **ЮЛИЯ**

Отчество **ЕВГЕНЬЕВНА**

Дата рождения **04 06 2002**

Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

Аудитория **201**

Телефон **89655052797**

Дата **05 02 2024**

Подпись

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



ИЗУМРУД.СТУДЕНТ
ОЛИМПИАДА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



3101615086787

Проверочный лист
Заполняется участниками

- Направление** Естественные науки Инженерные науки
 Математика и информатика Социальные и гуманитарные науки
 Экономика и управление
- Вариативный блок** 1 2 3 4 5

- Курс** 1 2 3 4 5 отсутствует
- Город участия** **ЕКАТЕРИНБУРГ**

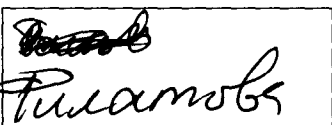
Заполняется организаторами

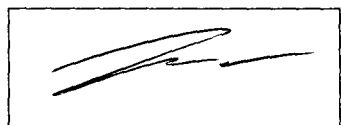
- Количество доп. листов** **Количество черновиков к проверке : 03**
- Время выхода с** **до :**

Протокол проверки
Заполняется жюри

| Номер задания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------|---|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Балл члена жюри №1 | 8 | 46 | | | | | | | | |
| Балл члена жюри №2 | 8 | 46 | | | | | | | | |

Итоговый балл **54**

Подпись члена жюри №1 

Подпись члена жюри №2 

Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Инвариантная часть

$M = 7 \text{ км}$

$M_1 = 4 \text{ км}$

$M_2 = 3 \text{ км}$

1 мин, 0,5 мин, $\frac{1}{4}$ мин, $\frac{1}{8}$ мин, ...

| | | | | | | | |
|-------|------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| m_1 | 4 км | $4 - x_1 = 3$ $x_1 = 1 \text{ км}$ | $4 - x_1 - v_1$ | $4 - x_1 - v_1$ | $4 - x_1 - v_1$ | $4 - x_1 - v_1 - x_3$ | $4 - x_1 - v_1 - x_3 - v_3$ |
| m_2 | 3 км | 3 | 3 | $3 - x_2$ | $3 - x_2 - v_2$ | $3 - x_2 - v_2$ | $3 - x_2 - v_2$ |

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----|
| $4 - x_1 - v_1 - x_3 - v_3$ | $4 - x_1 - v_1 - x_3 - v_3$ | ... |
| $3 - x_2 - v_2 - x_4$ | $3 - x_2 - v_2 - x_4 - v_4$ | ... |

1) Д-во, что лиса бесконечно много раз откусывала сыр: посмотрим на время, в течение которого лиса кусала сыр $1 \text{ мин} = \frac{1}{1}$; $\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots = 1 + \frac{3}{4} + \frac{1}{8} + \dots = 1 + \frac{7}{8} + \frac{1}{16} + \dots = 1 + \frac{15}{16} + \dots$ таким образом, можно увидеть закономерность: мы построили к 1 прибавим $\frac{x-1}{x}$, таким образом, что $\frac{x-1}{x}$ стремится к 1, но её не достигает при каждом новом $x = 1, 2, 3, \dots$. Таким образом, получается, что 2-х минут мы не достигали, а лишь стремились к ним. И этот промежуток остановится бесконечно с увеличением x . В то же время лиса всё меньше времени тратит на сведение сыра от куска. Это время поддается закону $\frac{1}{2^n}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$ - это номер попытки съесть кусочек сыра. При увеличении n дробь $\frac{1}{2^n}$ стремится к 0, т.е. лиса на укусе тратит настолько мало времени, что кусает почти мгновенно. Итак, у лисы почти неограниченное время (бесконечно уменьшающийся промежуток в 2 минуты) и ~~стремится к 0~~ время укуса стремится к 0. Если рассмотреть кол-во укусов при таком раскладе, получается $\frac{\infty}{0}$, что является неопределенностью. Но если подумать логически, то лиса действительно за ∞ количество времени ~~с~~ с временем на укус, стремящимся к 0, совершит бесконечно много укусов, что и требовалось доказать +8

2) Сколько согра досталось Лисе

$$v_n = \frac{2}{n(n+2)}, n = 1, 2, 3, \dots$$

треугольная

В пункте 1 доказано, что время у Лисы стремится к 2м минутам, но 2х минут не достигает и Лиса бесконечно много раз совершает обгрызные укусы \Rightarrow количество укусов v_n также становится бесконечно много $\rightarrow n \rightarrow \infty$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{n \cdot (n+2)} = \frac{2}{\infty \cdot (\infty+2)} \rightarrow 0$$

НЕТ

За эти 2 минуты Лиса съела согра почти M , так как каждый укус отнимал из M какое-то кол-во согра (как обгрызкой укус, так и митовенкой), а времени у Лисы было хоть отбавляй. С нечеловеческой скоростью Лиса всё кусала и кусала согра, а время всё не заканчивалось.

Так что за 2 минуты Лисе достался весь согра, то есть $\frac{1}{2} M$ (если она, конечно, добьётся до этих 2х минут, а то ведь в пункте 1 доказано, что с уменьшением времени кусание на каждом итерации в 2 раза, Лиса бесконечно долго и бесконечно много раз будет кусать согра)

Ответ: Лиса съела $\frac{1}{2} M$ НЕТ

3) Сколько согра осталось каждому медвежонку

Если учесть, что в пункте 2 Лиса съела весь согра, то каждому медвежонку осталось настолько мизерное кол-во согра, что можно сказать, что каждому из них досталось по 0кг.

Ответ: ≈ 0 кг осталось каждому медвежонку

4) Может ли Лиса выбрать v_n так, чтобы каждому медвежонку согра осталась.

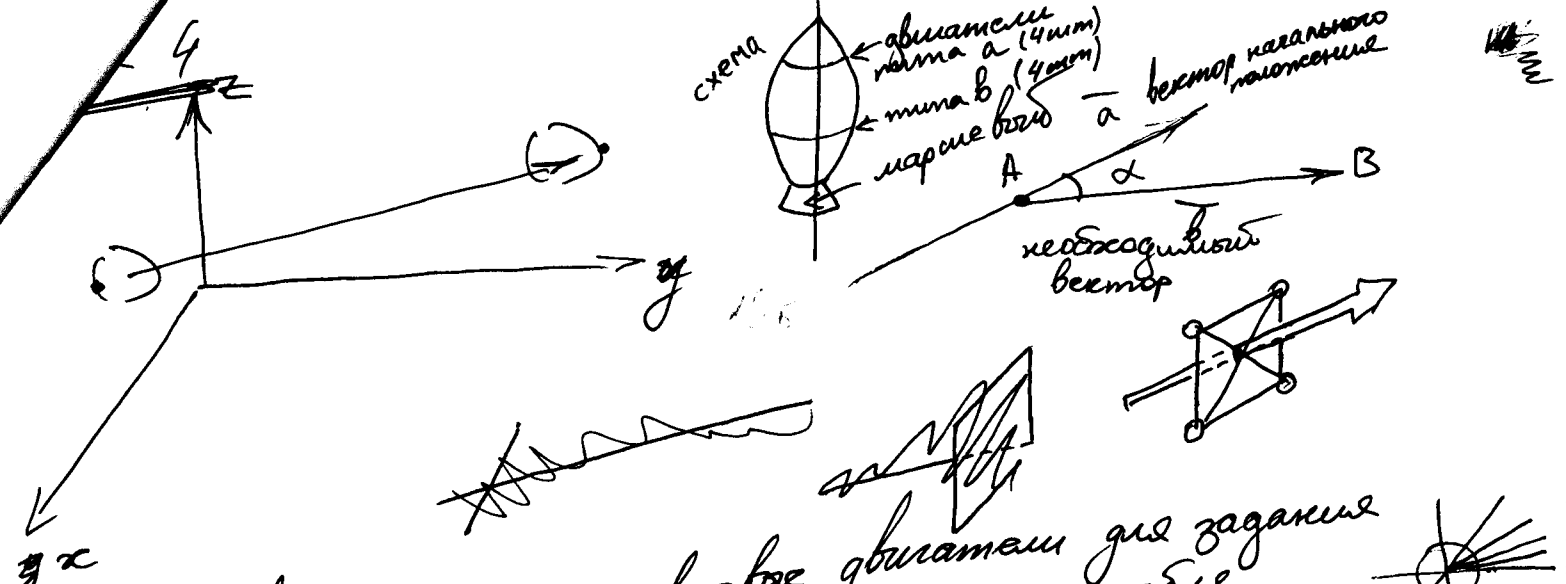
Не может, так как ключевую роль играет не размер укуса, а кол-во времени, затраченное на поедание согра Лисой, а оно стремится к 2 минутам, в течение которых Лиса совершит бесконечно много укусов (при v_n в п.1). То есть от v_n изменится только насколько быстро Лиса съест весь согра. ^{НЕТ, это не так} Первому может согра, да и то, если в этот момент времени установить Лису. А так, за 2 минуты Лиса всё равно совершит бесконечно много укусов и съест весь согра.

ИТОГ: 8 баллов

Блок 4

смотри черновик (3 листа, страницы 1-5)

Бланк ответов



1. Сначала выполняются маневровые двигатели для задания необходимого вектора движения космического корабля. Для расчета вектора \vec{a} направления \vec{b} необходимо знать координаты точки A и точки B , а также

Далее необходимо возгнать угол α между векторами \vec{a} и \vec{b} . После того, как угол α найден, происходит выделение маневрового двигателя, угол которого с вектором направления будет больше, чем у остальных. Так маневровые двигатели выключаются пока вектор направления \vec{b} не станет перпендикулярно к плоскости поперечного сечения корабля (плоскостью, образованной маневровыми двигателями одного типа).

Если необходимо скорректировать движение носа корабля, выключаются двигатели типа a , если же корректировка требуется хвостовой части, то выключаются двигатели типа b .

После того, как вектор \vec{a} совпал с вектором \vec{b} (с погрешностью

2°) выполняется маршевый двигатель

И во время движения каждые 30 сек проверяется, что корабль движется в нужном направлении: возгитывается угол α . (при α в норме он должен быть не больше 10° с погрешностью 2°).

Если угол α больше нормы, выполняются маневровые двигатели, углы которых больше, чем у остальных (возгитываются между векторами \vec{b} и \vec{Aa}_n , где a_n - двигатели типа a или \vec{b} и \vec{Ab}_n , где b_n - двигатели типа b).

Можно возгитать координату каждого маневрового двигателя, т.к. мы знаем (возгитываем или откуда-то получаем) координаты корабля в пространстве, а маневровые двигатели относительно корабля находятся в одном и том же месте. Необходимо лишь понять ориентацию в пространстве.

Вариант 3

~~$a_{ij} = a_{n+1-j, n+1-i}$~~

~~ЕА для учета итерационной поправки в гоме~~

Инвариантная часть

$M = 7\mu$ $1\mu, 0.5\mu, \frac{1}{4}\mu, \frac{1}{8}\mu, \dots$
 $M_1 = 4\mu$
 $M_2 = 3\mu$

| | | | | |
|-------|--------|-------------------------|-------------|-------------|
| m_1 | 4μ | $4-x_1=3$ $x_1=1\mu$ | $4-x_1-b_1$ | $4-x_1-b_1$ |
| m_2 | 3μ | 3 | 3 | $3-x_2$ |

Через каждые 30 с выключается расстояние от точки А точки В. Когда корабль преодолевает 95% расстояние, включаются маневровые двигатели для выполнения разворота аппарата и последующего торможения. ✕

Маршевый двигатель включается, чтобы во время разворота не вносить существенных изменений в направление движения и не сносить корабль с курса.

Триггер снаряда происходит включение маршевого двигателя, затем уже включение маневровых во избежание изменения вектора \vec{v} .

Маневровые двигатели должны привести корабль в положение, при котором $\vec{v} = -\vec{a}$ и $\alpha = 180^\circ$. (аналогично движению вперед)

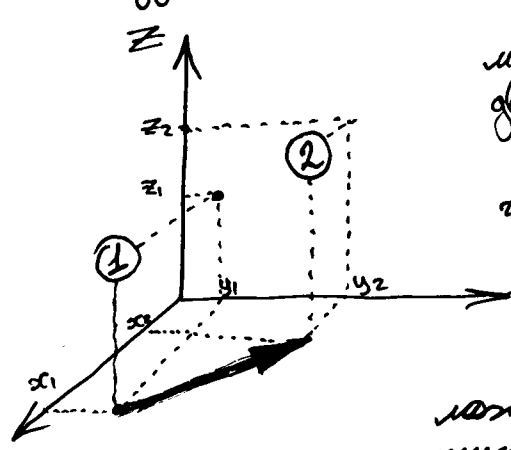
После того, как вектор $-\vec{a}$ совпал с вектором \vec{v} (с погрешностью 2°) выключается маршевый двигатель). Корабль начинает терять скорость движения.

✕ Триггер уже выключает время разворота, исходя из скорости судна и оставшееся расстояние. Необходимо, чтобы при равнозамедленном движении, корабль в точке В имел скорость $V_2 = 0$ при всех включенных двигателях.

Во время "торможения", при помощи маневровых двигателей также происходит корректировка маршрута указанным выше способом. Все двигатели включаются, когда точка В достигнута (т.е. координаты корабля совпадают с координатами точки В).

Итак корабль достиг точки В.

2. Минимальное включение каждого двигателя для достижения конечной точки будет в случае, если $\vec{a} = \vec{v}$.



Необходимо минимум 2 раза включить маршевый двигатель: сначала для начала движения, а затем для остановки

Также минимум 2 раза необходимо включить маневровые двигатели: 1 двигатель включится для разворота корабля (перед торможением), и еще 1 раз включится двигатель для того, чтобы на обратном направлении оторвать корабль для того, чтобы прекратить вращение \vec{v} ~~и т.д.~~

То есть минимум 2 включения маршевого двигателя и по одному включению 2-х маневровых двигателей, расположенных на противоположных сторонах

не могут разворот при торможении 35

3. Потребление топлива

Пусть маршевый двигатель потребляет $P_1 = 10$ т топлива в минуту, каждый из маневровых двигателей потребляет 3 т топлива в минуту

Если принять, что для перемещения корабля необходимо было преодолеть расстояние, на которое потребовалось 10 минут (т.к. расстояние должно быть минимально и время в пути должно быть минимально для того, чтобы задействовать минимальное кол-во двигателей)

Получается, что корабль затратит $10 \cdot 10 + 3 \cdot 10 = 130$ т топлива. Три каждого выключенных двигателя типа A или B необходимо засекать, в течение какого промежутка времени они работают, а затем данное время переводить в минуты и умножить на P_2 . Три каждого выключенных маршевого двигателя необходимо также засекать промежуток время работы, переводить его в минуты и умножить на P_2 . Далее эти величины необходимо вычитать из кол-ва общего топлива M и данное об остатке топлива и расстоянии, которое на этом кол-ве можно преодолеть, вводить на бортовую панель.

4. Пусть корабль находится в точке $A(2; 2; 7)$, необходимо переместиться в точку $B(2; 2; 15)$, вектор направления \vec{a}

$$\vec{a} = \vec{AB} = \vec{v}$$

Включаем маршевый двигатель (т.к. $\vec{a} = \vec{v}$ и $\alpha = 0^\circ$).

Пусть на один единичный отрезок требуется 1 минута.

Вычисляем расстояние до точки $B = S$

$$S = \sqrt{0 + 0 + (15 - 7)^2} = 8 \text{ единиц}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 35 \\ \cdot 8 \\ \hline 760 \end{array}$$

Когда корабль преодолет 7,6 единиц маршевый двигатель отключается. (на работу потребовалось $7,6 \cdot P_1 = 76$ т топлива)

Вычисляется, какими из маневровых двигателей лучше развернуть корабль. Включается вторичный маневровый двигатель (пусть это будет A_1).

После того, как корабль развернется на 80° , включается маневровый двигатель на противоположной стороне, но в той же мощности, а A_1 отключается. После того, как корабль развернется на 95° , включается двигатель A_3 на полную мощность.

корабль полностью развернется, маневровый двигатель выключается. (на работу маневровых двигателей также потрачено топливо. Пусть на разворот на 1° требуется $0,3$ мин, тогда потрачено топлива:

нам необходимо было развернуться на 180°
 $80\% = 144^\circ$ в левую
 $95\% = 171^\circ$ $171^\circ - 144^\circ = 27^\circ$ в той же мощности
 $180^\circ - 171^\circ = 9^\circ$ в правую

| | | |
|-------|------|--------|
| 6 | 180 | |
| . | 0,8 | |
| <hr/> | | |
| 144 | | 4 |
| | 180 | |
| . | 0,95 | |
| <hr/> | | |
| 171 | | 95 |
| | | 18 |
| <hr/> | | |
| | | 460 |
| | | 95 |
| <hr/> | | |
| | | 1710 |
| | | -144 |
| <hr/> | | |
| | | 27 |
| <hr/> | | |
| | 149 | |
| . | 153 | 11 |
| | 3 | 13,5 |
| <hr/> | | |
| | 45,9 | 0,3 |
| | | 4,05 |
| <hr/> | | |
| | | 49,95 |
| | | 3 |
| <hr/> | | |
| | | 139,95 |

топливо:

$(144 + 9) \cdot 0,3 + 27 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 45,9 + 4,05 = 49,95$ мин
 $49,95 \text{ мин} = 49,95 \cdot 3 = 139,95$

Далее выключается маршевый двигатель на оставшиеся $0,4$ единицы маршрута $\rightarrow 0,4 \cdot 10 = 4$

Итого $76 + 49,95 + 4$ на весь маршрут
 $129,95$

Схема ракетной:



маневровые двигатели позволяют более качественно управлять отклонением ракеты двигателям необходимо располагать на углах вписанного квадрата

двигатели типа в располагаются с шагом $\frac{1}{2}$ от двигателей типа а, это позволяет более выгодно работать двигателям управлять углами поворота

Схема двигателей сверху

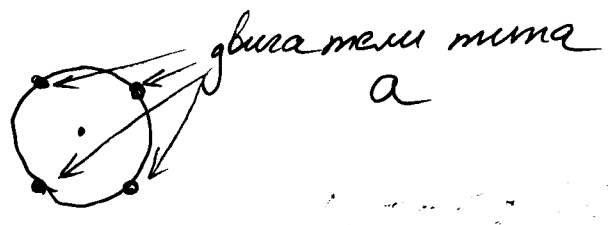
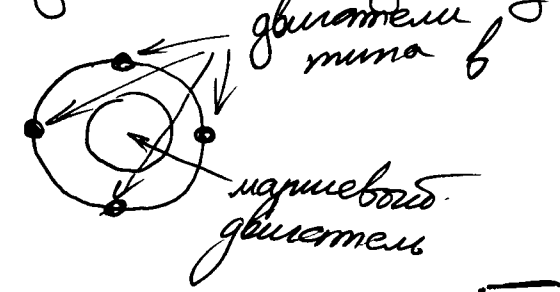
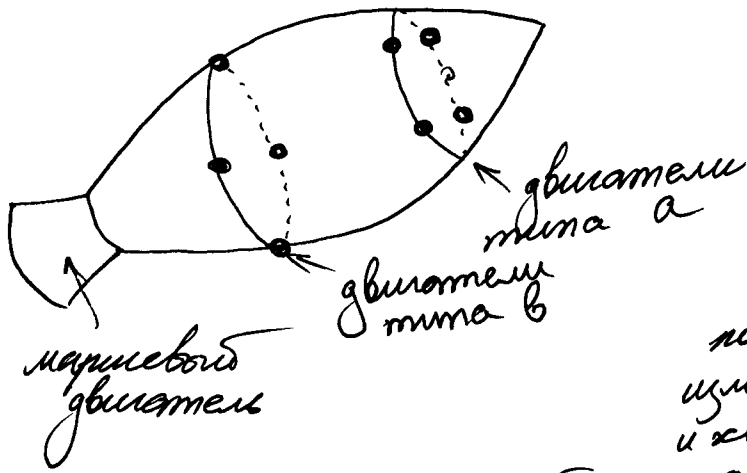


Схема двигателей вид снизу



Вид ракеты по расположению двигателей



Такое расположение двигателей позволяет изменить положение ракеты в 8 направлениях (в 4 плоскостях)

4 двигателя каждого типа позволяют в 4 направлениях изменить направление головы и хвоста ракеты, что позволяет более эффективно корректировать движение и вектор направления движения.