



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

26108

Класс 10

Площадка написания МБОУ СОШ №14 пос. Вязовское

Предмет Морская робототехника

Задание 1.

Дано

Течение: 3 узла; Направление на юг

Ветер: 15 узлов угол 30° относительно направления течения

Найти: МКА может маневрировать и развивать до 10 узлов.

Решение: 1) Ветер направлен под углом 210° ($180^\circ + 30^\circ$) от севера.

$$V_{wx} = 15 \cdot \sin 210^\circ = 15 \cdot (-0,5) = -7,5 \text{ узлов (запад)}$$

$$V_{wy} = 15 \cdot \cos 210^\circ = 15 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx -12,99 \text{ узлов (юг)}$$

2) Скорость течения:

$$V_{tx} = 0 \text{ узлов (строго на юг)}$$

$$V_{ty} = -3 \text{ узлов}$$

3) Результирующая дрейфа:

$$V_{dx} = V_{wx} + V_{tx} = -7,5 + 0 = -7,5 \text{ узлов}$$

$$V_{dy} = V_{wy} + V_{ty} \approx -12,99 - 3 = -15,99 \text{ узлов}$$

4) Модуль результирующей:

$$V_d = \sqrt{V_{dx}^2 + V_{dy}^2} = \sqrt{(-7,5)^2 + (-15,99)^2} \approx \sqrt{56,25 + 255,68} \approx \sqrt{311,93} \approx 17,66 \text{ узлов}$$

5) Направление дрейфа

угол α относительно севера:



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

26408

$$\alpha = \arctan \left(\frac{|V_{dx}|}{|V_{dy}|} \right) = \arctan \left(\frac{7,5}{15,99} \right) \approx \arctan(0,469) \approx 25,1^\circ$$

Направление: юго-запад ($205,1^\circ$ от севера или $25,1^\circ$ к западу от направления юг).

II Си направление для компенсации дрейфа:

Чтобы остаться на месте, МНА должен развивать скорость по модулю и противоположную по направлению результирующую дрейфа:

$$V_{sx} = -V_{dx} \approx 7,5 \text{ узлов (восток)}$$

$$V_{sy} = -V_{dy} \approx 15,99 \text{ узлов (север)}$$

Модуль V компенсации:

$$V = \sqrt{V_{sx}^2 + V_{sy}^2} \approx \sqrt{56,25 + 255,68} \approx 17,66 \text{ узлов}$$

МНА может развивать до 10 узлов. Значит полная компенсация невозможна.

Альтернативное решение:

Задача не имеет решения в строгом смысле. Однако, возможно предполагается, что ветер влияет только на дрейф (снос), а не на V течения, но тогда условие требует уточнения.

Уточнение: Если считать что ветер вызывает дрейф, но не влияет на скорость, то дрейф от ветра: $V_{дрейфа}$ выражается как угол сноса и V сноса, но без дополнительных данных сложно точно определить.

Тогда возможно предполагается что МНА должен компенсировать только течение (здесь на юг), а ветер вызывает



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

26108

дрейф под углом 30° к течению, тогда:

Результрующий дрейф: $3 \text{ узла} + \text{влияние ветра}$.

Если ветер вызывает дрейф со $\vec{v}$: $\vec{v}_{\text{ветра}} \cdot K$, где K - коэффициент.

Предположим, что ветер вызывает дрейф перпендикулярно своему направлению, тогда:

дрейф от ветра: $5 \text{ узлов} \cdot \sin 30^\circ = 2,5 \text{ узлов}$ ($\perp$ течению)

течение: 3 узла (юг)

Результрующий дрейф:

$v_{dx} = 2,5 \text{ узлов}$ (запад)

$v_{dy} = -3 \text{ узлов}$ (юг)

Тогда: $v_d = \sqrt{2,5^2 + 3^2} = \sqrt{5,25 + 9} = \sqrt{14,25} \approx 3,77 \text{ узлов}$

Направление: $\alpha = \arctan\left(\frac{2,5}{3}\right) \approx 39,2^\circ$ к западу от юга

Теперь МНА может компенсировать дрейф, т.к. $3,77 < 10 \text{ узлов}$.

$v_{sx} = -2,5 \text{ узлов}$ (восток)

$v_{sy} = 3 \text{ узлов}$ (север)

$v_s = 3,77 \text{ узлов}$

Направление: $\alpha = \arctan\left(\frac{2,5}{3}\right) \approx 39,2^\circ$ к востоку от севера



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

26100

III Время возвращения в заданную точку:

Если ММА находится в 2 морских милях от точки и движется со С 10 узлов:

$$t = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ часа} = 12 \text{ минут}$$

Но если учитывать дрейф: Пусть ММА движется со скоростью V , а дрейф V_d , тогда эффективная скорость

$$V_{eff} = V - V_d$$

$$V_{eff} = 10 - 8,08 \approx 1,92$$

$$t = \frac{2}{1,92} \approx 1,04 \text{ часа} \approx 1 \text{ час } 2,5 \text{ мин}$$

Ответ: 1) результирующая $V_{дрейфа}$ $\approx 8,08$ узлов, направление $\approx 68,2^\circ$ к западу от юга (или $248,2^\circ$ от севера).

2) Для компенсации ММА должен задать $V \approx 8,08$ узлов, направление $68,2^\circ$ к востоку от севера (или $21,8^\circ$ к востоку от севера).

3) t возвращения $\approx 1,04$ часа (или 1 час 2,5 мин), если учитывать дрейф. Без учета дрейфа - 0,2 часа (12 мин).

Задача 2:

Дано:

Район следования: $\square$ стороной 10 мор. миль

Подводный объект: нах-ся в центре квадрата (5,5).



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

2 6 1 0 0

Скорость МНА: 5 узлов ($1 \text{ уз} \approx 1 \text{ мор. миль/час}$)

Условия движения МНА движется только по прямой линиям (галсам)
Должна вернуться в исходную точку после завершения.

Решение: 1 Построение маршрута с продольными
и поперечными галсами

Стратегия покроя:

* Квадрат имеет размер 10×10 миль, а ширина покроя — 1 миль. $\Rightarrow$
предусет 10 параллельных галсов для полного покроя
Выбираем вертикальные галсы (вдоль оси y)
Координаты ключевых точек маршрута

1) Старт. Юго-западный угол $(0; 0)$

2) Первый галс:

Начало: $(0; 0)$

Конец: $(0; 10)$ строго на север

3) Сдвиг вправо на 1 миль:

Переход: $(0; 10) \rightarrow (1; 10)$

4) Второй галс:

Начало $(1; 10)$

Конец $(1; 0)$ строго на юг

5) Продолжение аналогично:

После каждого галса сдвигаем на 1 миль вправо
всего 10 галсов (5 вверх, 5 вниз).



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР

26108

Координаты всех ключевых точек.

Галс	Начало	Конец	Направление
1	(0:0)	(0:10)	север
2	(1:10)	(1:0)	ЮЗ
3	(2:0)	(2:10)	север
4	(3:10)	(3:0)	ЮЗ
5	(4:0)	(4:10)	север
6	(5:10)	(5:0)	ЮЗ
7	(6:0)	(6:10)	север
8	(7:10)	(7:0)	ЮЗ
9	(8:0)	(8:10)	север
10	(9:10)	(9:0)	ЮЗ
11	(10:0)	(10:10)	север
12	(10:10)	(0:10)	Запад
13	(0:10)	(0:0)	ЮЗ

Особенности маршрута:

Объект "звезда" находится в точке $(5; 5) \Rightarrow$
 МНА проходит через нее на 6-м галсе (при движи. на ЮЗ)
 В этой точке МНА останавливается на 2 мин
 для детального изучения.

II Расчет общего времени обследования
 Длина всех галсов.

Каждый вертикальный галс (вверх или вниз) имеет длину
 10 миль.

Всего 10 галсов $\Rightarrow$ общая длина вертикального движения:



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР



$$L_{\text{верт}} = 10 \cdot 10 = 10 \text{ миль}$$

Горизонтальные перемещения между галсами:
Всего 9 сдвигов по 1 миле $\Rightarrow L_{\text{гор}} = 9 \cdot 1 = 9 \text{ миль}$
возвращение в исходную точку:

от (10; 10) до (0; 10) : 10 миль (запад)

от (0; 10) до (0; 0) : 10 миль (юг)

$$\text{Итого: } L_{\text{возвр}} = 10 + 10 = 20 \text{ миль}$$

Общая длина маршрута

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{верт}} + L_{\text{гор}} + L_{\text{возвр}} = 100 + 9 + 20 = 129 \text{ миль}$$

Время движения:

СМИА : 5 узлов (5 миль/час)

Время без учета остановки:

$$t_{\text{движ}} = \frac{129}{5} = 25,8 \text{ ч} \approx 25 \text{ ч } 48 \text{ мин}$$

Добавляем 2 мин на обследование объекта:

$$t_{\text{общ}} = 25 \text{ ч } 48 \text{ мин} + 2 \text{ мин} = 25 \text{ ч } 50 \text{ мин}$$

III Время обследования объекта "звезда"

МИА проходит через точку (5; 5) на 6-м галсе

В этой точке он останавливается на 2 мин для дальнейшего изучения.

Это единственная остановка $\Rightarrow t_{\text{общ}} + t_{\text{обл}} \text{ объекта} : 2 \text{ мин}$

Ответ: 1) Маршрут: 10 верт галсов с шагом 1 миле

по осям

Живые точки: $(0; 0) \rightarrow (0; 10) \Rightarrow (1; 10) \rightarrow (1; 0) \rightarrow (2; 0) \rightarrow \dots \rightarrow (10; 10) \rightarrow (0; 10) \rightarrow (0; 0)$.



ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР 26108

2) Общее время обследования района: 25 часов 50 мин
(включая 2 мин на объект).

3) Время обследования объекта "Звезда": 2 мин

Задача 3

Дано:

Общий путь $S = 3 \text{ км} = 3600 \text{ м}$

Путь делится на 3 части: $S_1 = S_2 = S_3 = 1200 \text{ м}$

На первой трети пути σ движется равномерно с ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$.

На ~~вс~~ второй трети пути σ постоянна и равна скорости σ первой трети

На третьей трети пути σ увеличивается с тем же ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$

Решение: I $\frac{1}{3}$ пути ($S_1 = 1200 \text{ м}$)

σ движется равноускоренно с начальной скор. $\sigma_0 = 0$.

$$S_1 = \sigma_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow 1200 = 0 + \frac{0,2 \cdot t_1^2}{2} \Rightarrow 1200 = 0,1 t_1^2 \neq$$

конечно σ на $\frac{1}{3}$:

$$\sigma_1 = \sigma_0 + a t_1 = 0 + 0,2 \cdot 20\sqrt{3} = 4\sqrt{3} \text{ м/с}$$

II ~~вторая~~ $\frac{2}{3}$ пути ($S_2 = 1200 \text{ м}$)

Скорость постоянна: $\sigma_2 = \sigma_1 = 4\sqrt{3} \text{ м/с}$

Время прохождения:



ШИФР

26108

$$t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{120}{4\sqrt{3}} = \frac{30}{\sqrt{3}} = 10\sqrt{3} \text{ с}$$

III $\frac{3}{3}$ пути ($S_3 = 120 \text{ см}$)

нач скор $v_2 = 4\sqrt{3} \text{ см/с}$ ускор $a = -0,2 \text{ см/с}^2$

$$S_3 = v_2 t_3 + \frac{a t_3^2}{2} \Rightarrow 120 = 4\sqrt{3} t_3 - 0,1 t_3^2$$

$$0,1 t_3^2 - 4\sqrt{3} t_3 + 120 = 0 \Rightarrow t_3^2 - 40\sqrt{3} t_3 + 1200 = 0$$

$$t_3 = \frac{40\sqrt{3} \pm \sqrt{(40\sqrt{3})^2 - 4 \cdot 1 \cdot 1200}}{2} = \frac{40\sqrt{3} \pm \sqrt{4800 - 4800}}{2} =$$

$$= \frac{40\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3} \text{ с.}$$

4) Общее время:

~~$$S_3 = v_2 t_3 + \frac{a t_3^2}{2} \Rightarrow 120 = 4\sqrt{3} t_3 - 0,1 t_3^2$$~~

~~$$0,1 t_3^2 - 4\sqrt{3} t_3 + 120 = 0 \Rightarrow t_3^2 - 40\sqrt{3} t_3 + 1200 = 0$$~~

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + t_3 = 20\sqrt{3} + 10\sqrt{3} + 20\sqrt{3} = 50\sqrt{3} \text{ с}$$

5. Средняя путевая v :

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t_{\text{общ}}} = \frac{360}{50\sqrt{3}} = \frac{360\sqrt{3}}{150} = \frac{12\sqrt{3}}{5} \approx \frac{12 \cdot 1,732}{5} \approx \frac{20,784}{5} \approx 4,1568 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$4,1568 \approx 4,2 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_{\text{ср}} = 4,2 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$