

Условие

Задача 3. «Морской бой»

Данную задачу предлагаем Вам решить графическим методом. Для решения задачи необходимы линейка и карандаш. Все необходимые построения и измерения продельвайте на отдельном выданном Вам листе. Не забудьте вложить этот лист в вашу тетрадь!

На рисунке изображено взаимное расположение двух кораблей. Начало системы координат выбрано в точке, в которой первоначально находится корабль А. Две клетки соответствуют расстоянию в 1 км. Скорость кораблей одинакова по модулю и равна 10 м/с. Скорость корабля А направлена под углом 30° к оси ОУ.

1. Выход на боевую позицию.

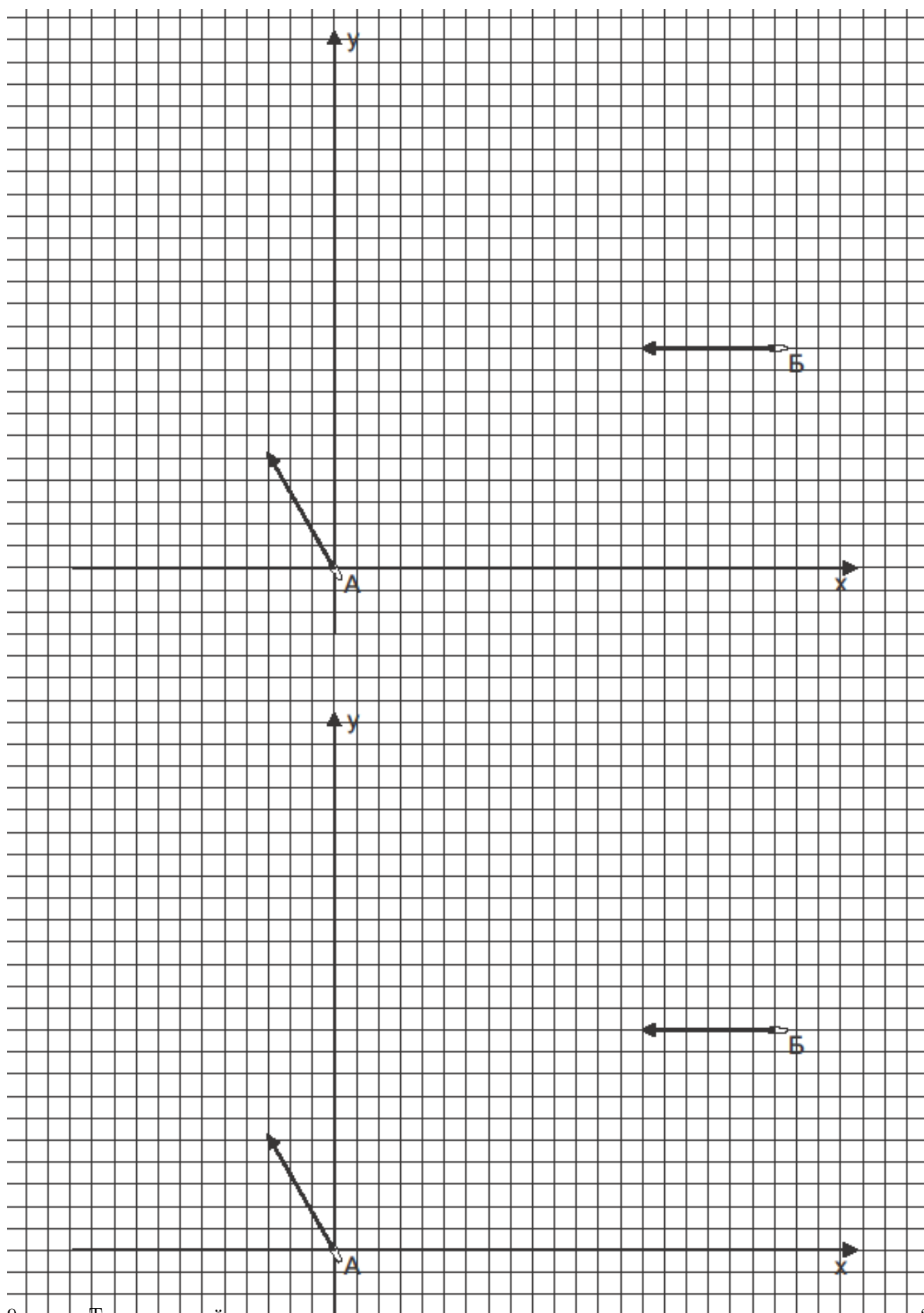
- 1.1 Определите, с какой скоростью корабль А движется относительно корабля Б. Укажите модуль этой скорости $|\vec{v}_{\text{АотнБ}}|$ и угол α , образованный вектором скорости с осью ОХ.
- 1.2 Определите минимальное расстояние между кораблями $S_{\text{мин}}$.
- 1.3 Какое время будут двигаться корабли до сближения на минимальное расстояние $t_{\text{мин}}$?
- 1.4 Определите координаты кораблей x_A , y_A и x_B , y_B в этот момент времени.

2. Атака.

- 2.1 В момент сближения на минимальное расстояние корабль Б осуществляет запуск торпеды, скорость которой относительно корабля $|\vec{v}_{\text{ТотнБ}}|$ составляет 20 м/с. Под каким углом β к направлению движения корабля Б необходимо выпустить торпеду, чтобы поразить корабль А?
- 2.2 Чему равна скорость движения торпеды относительно воды $|\vec{v}_{\text{ТотнВ}}|$, и под каким углом γ к оси ОХ она направлена?
- 2.3 Какое время t_T понадобится торпедой для достижения цели?
- 2.4 Где будет находиться корабль А (x_{A1} , y_{A1}) в момент попадания торпеды?

Примечание. Значения углов можете определять приближенно, правильно считая клеточки!

К задаче «Морской бой»



Решение

Задача 3. «Морской бой»

1. Выход на боевую позицию. 1.1 Скорость корабля А относительно корабля Б:

$$\vec{v}_{A \text{ отн } B} = \vec{v}_A - \vec{v}_B.$$

Построение показано на рис. 1

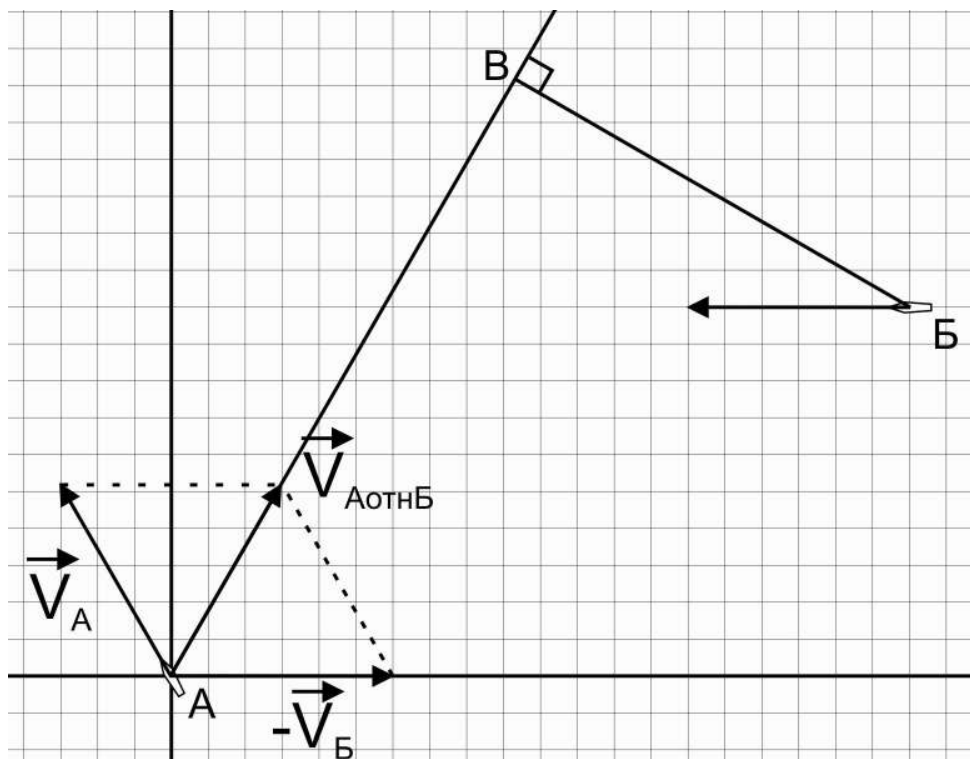
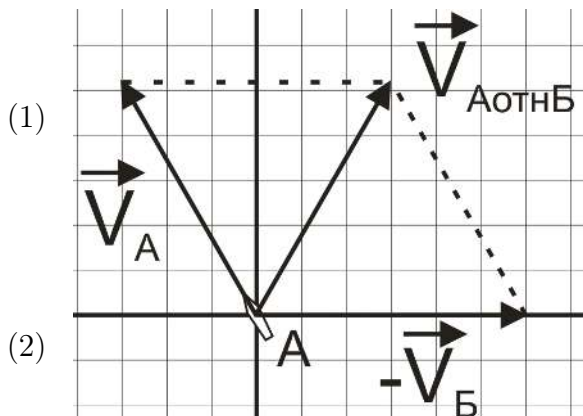
Модуль относительной скорости равен

$$|\vec{v}_{A \text{ отн } B}| = 10 \text{ м/с}$$

и направлена она под углом

$$\alpha = 60^\circ \quad (3)$$

к оси ОХ. 1.2 Корабль А будет двигаться относительно корабля Б вдоль прямой проходящей через вектор относительной скорости. Минимальное расстояние – длина перпендикулярного отрезка, соединяющего эту прямую и точку в которой находится корабль Б (отрезок БВ на рис. 2).



Длина этого отрезка равна 62 мм, что соответствует расстоянию

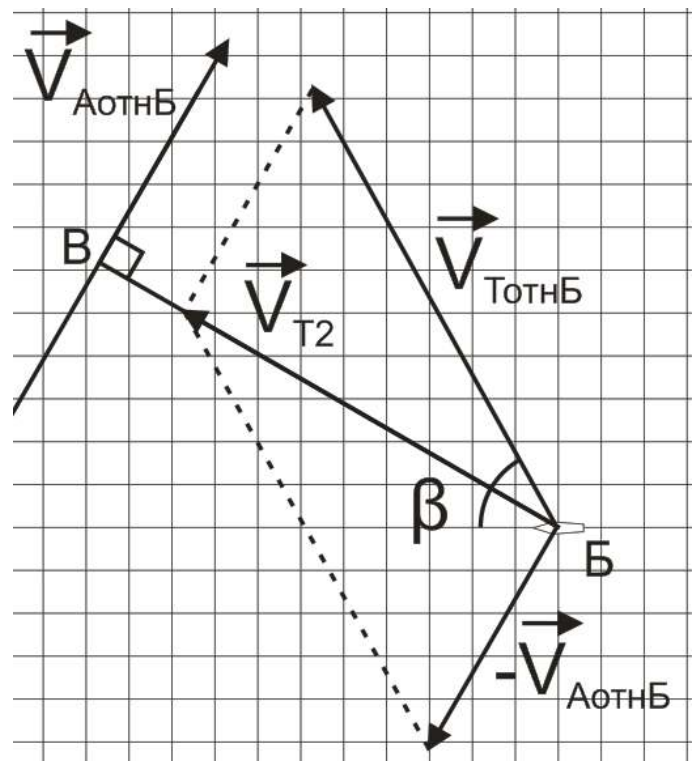
$$S_{\text{МИН}} = 6,2 \text{ км.} \quad (4)$$

1.3. Для определения искомого времени движения необходимо определить расстояние, соответствующее длине отрезка АВ и разделить его на величину относительной скорости. Расстояние АВ равно 9,3 км Искомое время составляет

$$t_{\text{МИН}} = 930 \text{ с} \quad (5)$$

1.4 Для определения координат кораблей в момент встречи необходимо вернуться в систему отсчета, связанную с водой. В этой системе корабль А переместиться в точку с координатами

$$x_A = -4,7 \text{ км} \quad y_A = 8,1 \text{ км} \quad (6)$$



а корабль Б в точку

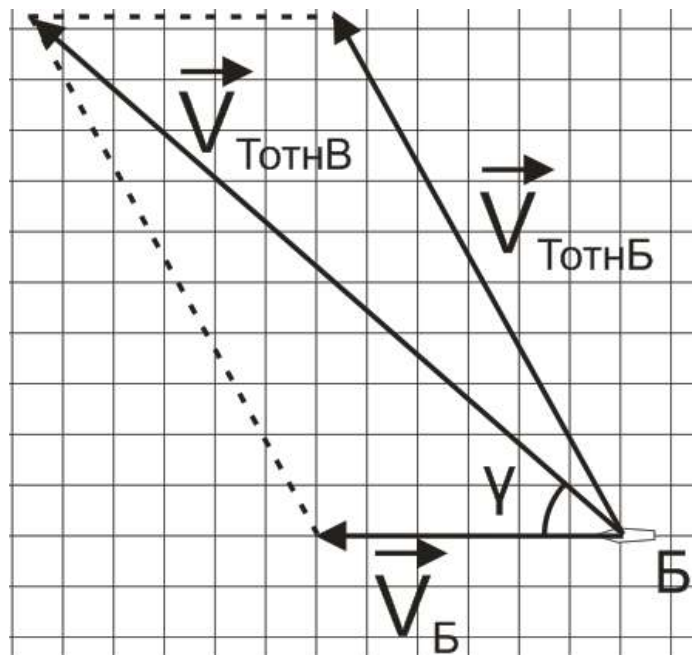
$$x_B = 0,7 \text{ км} \quad y_B = 5,0 \text{ км} \quad (7)$$

2. Атака. 2.1 Решения этого пункта проще всего провести в системе отсчета, связанной с кораблем Б. В этой системе корабль А движется со скоростью $\vec{v}_{AotnB}$, а торпеда – со скоростью $\vec{v}_{TotnB}$. Вектор, равный разности скорости торпеды и корабля А:

$$\vec{v}_{T2} = \vec{v}_{TotnB} - \vec{v}_{AotnB} \quad (8)$$

должен быть направлен в точку В, в которой находится корабль А (рис.3). Угол с направлением скорости корабля В в этом случае равен

$$\beta = 60^\circ \quad (9)$$



2.2 Для определения скорости торпеды относительно воды необходимо к скорости торпеды $\vec{v}_{\text{ТотнБ}}$ прибавить скорость корабля В (рис. 4):

$$\vec{v}_{\text{ТотнБ}} = \vec{v}_{\text{ТотнБ}} + \vec{v}_{\text{Б}}. \quad (10)$$

Тогда:

$$|\vec{v}_{\text{ТотнБ}}| = 26 \text{ м/с}, \quad (11)$$

$$\gamma = 40^\circ \quad (12)$$

2.3 Модуль скорости торпеды $\vec{v}_{\text{T2}}$ равен:

$$|\vec{v}_{\text{T2}}| = 17 \text{ м/с} \quad (13)$$

Для достижения цели торпеде понадобится время

$$t_{\text{T}} = \frac{S_{\text{мин}}}{|\vec{v}_{\text{T2}}|} = 360 \text{ с} \quad (14)$$

2.4 В момент попадания торпеды корабль А будет находится в точке с координатами:

$$x_{A1} = -6,5 \text{ км} \quad y_{A1} = 11,2 \text{ км} \quad (15)$$