

Движение по реке

В некоторых задачах, связанных с движением по течению и против течения, бывает полезно *перейти в систему отсчёта, связанную с водой* — а именно, представить себе, что вы перемещаетесь вместе с водой со скоростью течения, и понять, как будет выглядеть движение *относительно вас*.

ЗАДАЧА 1. (Всеросс., 2014, ШЭ, 7–8) Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта A в пункт B можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Быстрее по озеру

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2019, ШЭ, 8) Катер пересёк прямую реку шириной 90 м, всё время поддерживая курс перпендикулярно течению. Чему равна средняя скорость катера относительно воды, если известно, что место прибытия катера на другой берег находится на 15 м ниже по течению от точки отправления? Скорость течения равна 1 м/с.

с/м 9

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2013, МЭ, 7) От пункта A до пункта B можно добраться по реке и по старому руслу реки. Скорость течения в реке 5 км/ч, в старом русле вода стоячая. Рыбак должен съездить из пункта A в пункт B и вернуться обратно. Какой путь займёт у рыбака меньше времени — туда и обратно по реке или туда и обратно по старому руслу реки? Расстояния, проплываемые рыбаком, в обоих случаях одинаковые. В распоряжении рыбака имеются старая моторная лодка, которая может двигаться в стоячей воде со скоростью 8 км/ч, и новая моторная лодка, которая может двигаться в стоячей воде со скоростью 20 км/ч.

По старому руслу быстрее на любой лодке

ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2015, 7) Между двумя островами два раза в день точно по расписанию совершает рейсы туда и обратно катер. В один из рейсов катеру весь путь в одну сторону приходится плыть против ежедневного ненадолго возникающего течения. С помощью расписания, приведённого в таблице, определите, чему равна скорость течения, если скорость катера в отсутствии течения $V = 45$ км/ч. Ответ выразите в км/ч. Округлите до целых.

	Отправление	Прибытие	Отправление	Прибытие
Ко-Пальмас – Ко-Бананас	7:30	8:40	14:40	15:50
Ко-Бананас – Ко-Пальмас	9:00	10:30	17:50	19:00

01

ЗАДАЧА 5. (Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 7) Моторная лодка доплывает от пляжа до посёлка за $t_1 = 6$ минут, а обратно — за $t_2 = 5$ минут. Сколько минут потребуется, чтобы доплыть от посёлка до пляжа с выключенным мотором? Если ответ не целый, то округлить до целых.

09

ЗАДАЧА 6. («Физтех», 2014, 7) Два мальчика прыгают с моста в речку и 2 мин плывут в разные стороны с одинаковой скоростью относительно воды, затем одновременно поворачивают и с прежней скоростью относительно воды плывут навстречу. На каком расстоянии от моста они встретятся? Скорость течения реки 1 м/с.

240 м

ЗАДАЧА 7. (МОШ, 2019, 8) Моторная лодка плывёт из пункта A вверх по течению в пункт B , который находится от пункта A на расстоянии $s = 10$ км, за время $t_1 = 4$ ч. При возвращении в пункт A через $t = 24$ мин (с момента старта из пункта B) у лодки заканчивается топливо, и дальше лодку сносит течением. На обратный путь лодка суммарно затратила время $t_2 = 2$ ч. На каком расстоянии от пункта A была лодка, когда у неё закончилось топливо?

$$g = \frac{t - t_2}{t_2} \cdot \frac{s}{t_1} = 7$$

ЗАДАЧА 8. (МОШ, 2014, 7–11) На берегу реки на расстоянии 10 км друг от друга расположены деревни Липовка и Дёмушкино. В 12:00 от Липовки к Дёмушкино стартовали плот и катер. Доплыв до Дёмушкино, катер развернулся и повернул обратно, встретившись с плотом в 14:00. Плот при этом проплыл 4 км. Постройте графики движения (зависимость расстояния до Липовки от времени) для плота и катера. В какой момент времени катер прибыл в Дёмушкино? Найдите скорость течения реки и скорость катера в стоячей воде, считая эти скорости постоянными.

13:00; 8 км/ч, 2 км/ч

ЗАДАЧА 9. (МОШ, 2016, 7) Горизонтальный канал соединяет две судоходные реки A и B . Иногда в нем возникает слабое течение, которое может быть направлено либо в одну, либо в другую сторону. От одной реки к другой по каналу курсирует катер, скорость которого относительно воды постоянна. Капитан катера заметил, что за много лет ему никогда не удавалось совершить рейс туда и обратно быстрее, чем за $t_1 = 2$ часа, а самый неудачный рейс длился $t_2 = 3$ часа (время разворота катера и остановок не учитывается). Однажды мотор катера сломался, но из-за стечения обстоятельств рейс от A к B и обратно всё-таки был выполнен. Какое минимальное время для этого могло понадобиться катеру?

После ремонта катер стал развивать в два раза большую скорость относительно воды. Как долго теперь может длиться рейс туда и обратно?

$$t_{\min} = t_1 = t_2 = 2 \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 1 \frac{1}{3}$$

ЗАДАЧА 10. (МОШ, 2017, 7) Петя прогулялся по речному берегу от деревни Петрово до деревни Васино и, нигде не задерживаясь, вернулся назад. Его скорость во время прогулки была почти постоянной и равной скорости течения реки. Одновременно с Петей тем же самым маршрутом на лодке отправился Вася. До Васино он добрался втрое быстрее Пети и тоже, не задерживаясь, вернулся на лодке в Петрово. Сколько времени плавал на лодке Вася, если прогулка Пети длилась 120 минут? Через какое время после старта мальчики встретились? Определите, в какие моменты времени после старта расстояние между мальчиками было максимальным. Скорость лодки относительно воды можно считать постоянной.

Сначала 2, 32 мин; через 26,6 мин; через 60 мин

Сначала 1, 80 мин; через 40 мин; через 20 мин и с 60-й по 80-ю минуты

ЗАДАЧА 11. (МОШ, 2018, 7) Пристань B расположена ниже пристани A по течению реки. Между A и B курсируют лодка и катер. Лодка стартует из A одновременно с катером, стартующим из B . Когда лодка подходит к пристани B , она разворачивается, затрачивая на разворот пренебрежимо малое время, и идёт обратно, затем доходит до пристани A , разворачивается, и так далее. Катер движется аналогичным образом.

Первая встреча катера и лодки произошла через 1 час после начала движения. Когда катер после первой встречи подошел к пристани A , лодка прошла $3/5$ расстояния между A и B . Вторая встреча катера и лодки произошла у пристани B , куда они прибыли одновременно.

- 1) Через какое время после начала движения катер подошёл к пристани A ?
- 2) Определите, через какое время после первой встречи произошла вторая встреча.
- 3) Через какое время после второй встречи произойдёт третья встреча?

$$\boxed{1) \text{ через } 96 \text{ часов } (2) \text{ ; через } 64 \text{ часов } (3) \text{ ; через } 150 \text{ часов}}$$

ЗАДАЧА 12. («Максвелл», 2018, РЭ, 7) Двигаясь вниз по реке, лодка под мостом обогнала плот. Через некоторое время она доплыла до пристани, быстро развернулась и с прежней относительно воды скоростью поплыла вверх по течению, где снова встретила плот на расстоянии $S_1 = 1100$ м от моста. Если бы с момента первой встречи с плотом лодка плыла с вдвое большей скоростью относительно воды, то их вторая встреча произошла на расстоянии $S_2 = 600$ м от моста. Определите, во сколько раз скорость лодки v больше скорости течения реки u и на каком расстоянии S от моста находится пристань.

$$\boxed{v/u = 3; S = 1100 \text{ м}}$$

ЗАДАЧА 13. («Максвелл», 2014, 7) Рыбак на лодке с мотором снялся с якоря, при этом случайно обронил в воду весло, и затем поплыл вверх против течения. Через 5 минут, проплыв вдоль берега 1200 м, он обнаружил пропажу весла, развернул лодку и поплыл обратно. Когда он догнал его, то заметил, что весло снесло вниз по течению на 600 м. Считайте, что скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны.

1. Через какое время t_0 после обнаружения пропажи весла рыбак подплыл к нему?
2. Какова скорость u течения реки?
3. Какова скорость v_0 моторной лодки в стоячей воде?

$$\boxed{1) \text{ } t_0 = 10 \text{ мин } (2) \text{ } u = 120 \text{ м/мин } (3) \text{ } v_0 = 180 \text{ м/мин}}$$

ЗАДАЧА 14. («Максвелл», 2016, финал, 7) От пристани A к пристани B вниз по течению реки стартует катер, а одновременно с ним по берегу — пешеход и велосипедист, которые движутся **неравномерно**. Капитану катера передаётся информация о скоростях движения пешехода и велосипедиста, и он, моментально реагируя, поддерживает скорость катера **относительно воды** равной среднему арифметическому скоростей пешехода и велосипедиста. К пристани B катер прибывает одновременно с велосипедистом через время $t = 30$ мин после старта. Пешеход к этому моменту оказывается позади них на расстоянии $S = 3$ км. Определите скорость течения реки.

$$\boxed{v = \frac{2S}{t} = 4 \text{ км/мин}}$$

Задача 15. («Максвелл», 2016, финал, 8) От пристани А к пристани Б вниз по течению реки стартует катер, а одновременно с ним по берегу — велосипедист, который движется **неравномерно**. Расстояние между пристанями $L = 5$ км. Капитану катера передаётся информация о скорости велосипедиста, и он, моментально реагируя, поддерживает скорость катера **относительно воды** равной скорости велосипедиста. Доплыв до пристани Б, катер быстро разворачивается и встречает велосипедиста на расстоянии $S = 4$ км от пристани А. На сколько дольше катер плыл по течению реки, чем против течения до встречи с велосипедистом? Скорость течения реки $u = 5$ км/ч.

$$\text{ниш } \tau z = \frac{n}{(s-t)z} = \tau \nabla$$