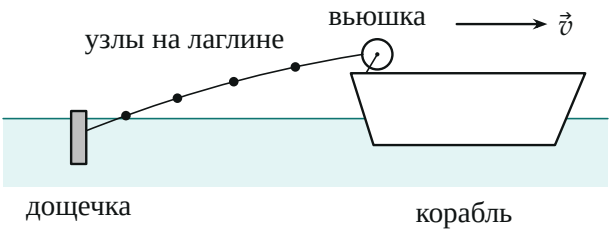
Узел и лаглинь

Задача 1. [ИОШ 2025/26, отборочный этап, 10 класс, задача 1] Узлом в мореплавании называется скорость, равная 1 морской миле (1852 м) в час. Название этой единицы скорости — узел — связано со способом измерения скорости кораблей. С борта корабля в воду сбрасывалась дощечка, привязанная к длинной верёвке (лаглиню), намотанной на катушку (вьюшку). Дощечка привязана к верёвке так, что в воде она располагалась перпендикулярно ходу судна и практически сразу останавливалась относительно воды. Корабль уходил вперёд, а катушка разматывалась, стравливая верёвку. На верёвке на равных расстояниях друг от друга завязывались узлы. Матрос, проводящий измерение скорости корабля, пропускал стравливаемую верёвку через руку и считал узлы, прошедшие через руку за 1 минуту. Расстояние между узлами подбиралось так, чтобы один прошедший через руку за 1 минуту узел соответствовал скорости корабля 1 морская миля в час. Каким должно быть расстояние между узлами? Какой будет скорость 12 узлов в километрах в час? А какой будет скорость 40 км/час в узлах?



Поясняющий рисунок. Дощечка стоит в воде, корабль уходит со скоростью $\vec{v}$, с вьюшки сматывается лаглинь с узлами.

▲ **Решение.** **Что происходит.** Это задача на равномерное движение и перевод единиц. Дощечка сразу останавливается относительно воды, поэтому за время измерения с вьюшки сходит ровно столько верёвки, сколько корабль прошёл относительно воды. Число узлов, прошедших через руку, — это пройденный путь, делённый на расстояние между узлами. Подберём это расстояние так, чтобы число узлов за минуту совпало со скоростью в морских милях в час.

Обозначения. v — скорость корабля относительно воды; $\tau = 1$ мин $= 60$ с — время счёта; l — расстояние между соседними узлами; n — число узлов, прошедших через руку за время τ; $L = 1852$ м — морская миля; $t_0 = 1$ ч $= 3600$ с.

1. Сколько верёвки сходит за минуту. При равномерном движении корабль за время τ проходит путь $v\tau$. Дощечка стоит, значит, длина верёвки между дощечкой и кораблём выросла на $v\tau$ — столько её прошло через руку матроса (рис. 1). Число узлов на этом куске:

$$n = \frac{v\tau}{l}.$$

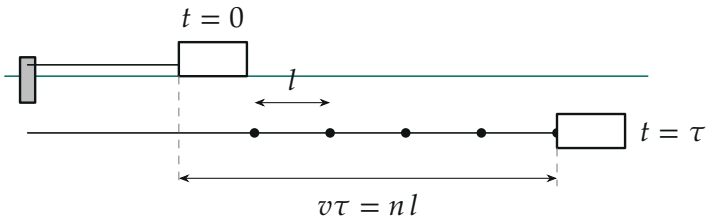


Рис. 1. Сверху — корабль в начале счёта, снизу — через время τ (нарисовано ниже, чтобы не накладывалось). Дощечка на месте; через руку прошёл кусок верёвки длиной $v\tau$, на нём n промежутков по l.

2. Расстояние между узлами. По условию при скорости $v = 1$ узел, то есть $v = \dfrac{L}{t_0}$, через руку за τ проходит $n = 1$ узел:

$$1 = \frac{L\,\tau}{t_0\,l} \quad \Rightarrow \quad l = L\,\frac{\tau}{t_0} = 1852\text{ м} \cdot \frac{60\text{ с}}{3600\text{ с}} = \frac{1852}{60}\text{ м} \approx 30{,}9\text{ м}.$$

Тогда и при любой скорости $n = \dfrac{v\tau}{l} = \dfrac{v\,t_0}{L}$ — число узлов за минуту равно скорости в милях в час: шкала линейная, «один узел — одна миля в час» (рис. 2).

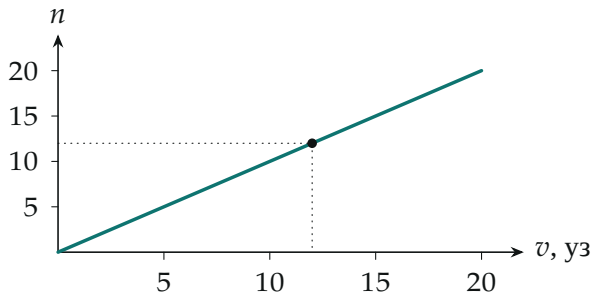


Рис. 2. Число узлов n, прошедших через руку за минуту, в зависимости от скорости корабля при $l = 1852/60$ м: прямая $n = v$ (в узлах). Точка — 12 узлов из второго вопроса.

3. Перевод узлов в километры в час. Один узел — это 1852 м = 1,852 км за час, то есть 1 уз = 1,852 км/ч. Поэтому

$$v = 12 \text{ уз} = 12 \cdot 1{,}852 \text{ км/ч} \approx 22{,}2 \text{ км/ч}.$$

4. Перевод километров в час в узлы. Обратный пересчёт — делением на тот же множитель:

$$v = 40 \text{ км/ч} = \frac{40}{1{,}852} \text{ уз} \approx 21{,}6 \text{ уз}.$$

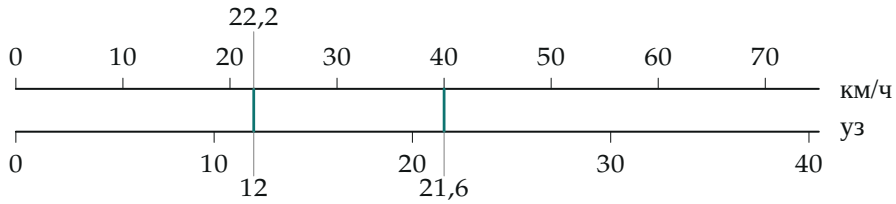


Рис. 3. Двойная шкала: сверху километры в час, снизу узлы (1 уз = 1,852 км/ч). Бирюзовые черты — ответы: 12 уз ≈ 22,2 км/ч и 40 км/ч ≈ 21,6 уз.

Обратите внимание. Морская миля (1852 м) не равна сухопутной (около 1609 м) и не равна километру: множитель перевода — именно 1,852. И дощечка измеряет скорость относительно воды, а не берега: течение прибор «не видит».

Ответ. $l = \dfrac{1852}{60}$ м $\approx 30{,}9$ м; 12 уз $\approx 22{,}2$ км/ч; 40 км/ч $\approx 21{,}6$ уз.

Проверка. Размерность: $l = L\tau/t_0$ — метры. Обратная проверка: $21{,}6 \cdot 1{,}852 \approx 40{,}0$ км/ч. Оценка: корабль в 12 узлов за минуту проходит $12 \cdot 30{,}9 \approx 370$ м, а за час $370 \cdot 60 \approx 22{,}2$ км — то же, что в шаге 3.

Физический смысл. Лаглинь — линейка, по которой корабль «отмеряет» свой путь за минуту; узлы на ней — деления, и цена деления подобрана так, что их число сразу даёт скорость.

Ответ. $l = \dfrac{1852}{60}$ м $\approx 30{,}9$ м; 12 узлов $\approx 22{,}2$ км/ч; 40 км/ч $\approx 21{,}6$ узла.