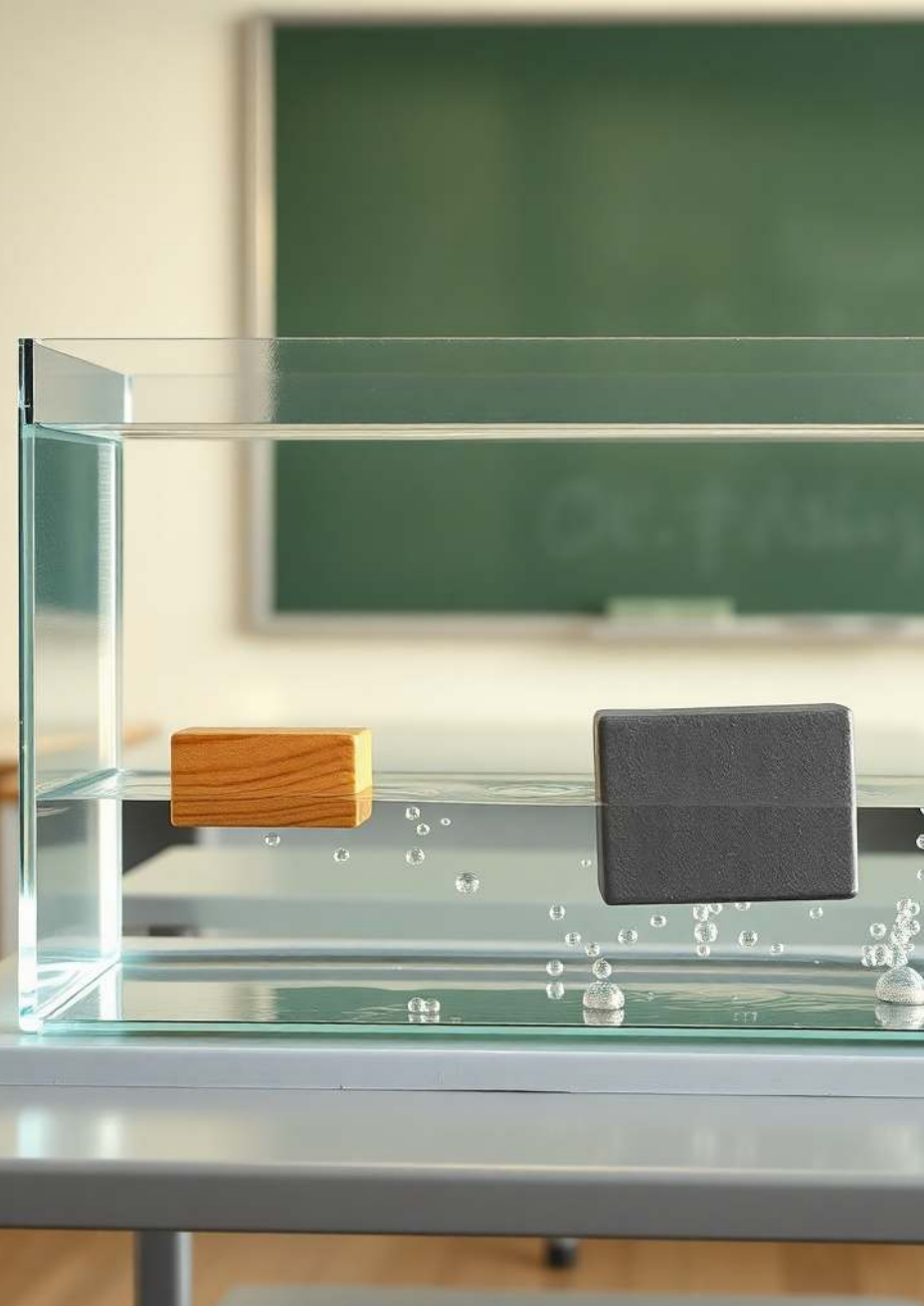




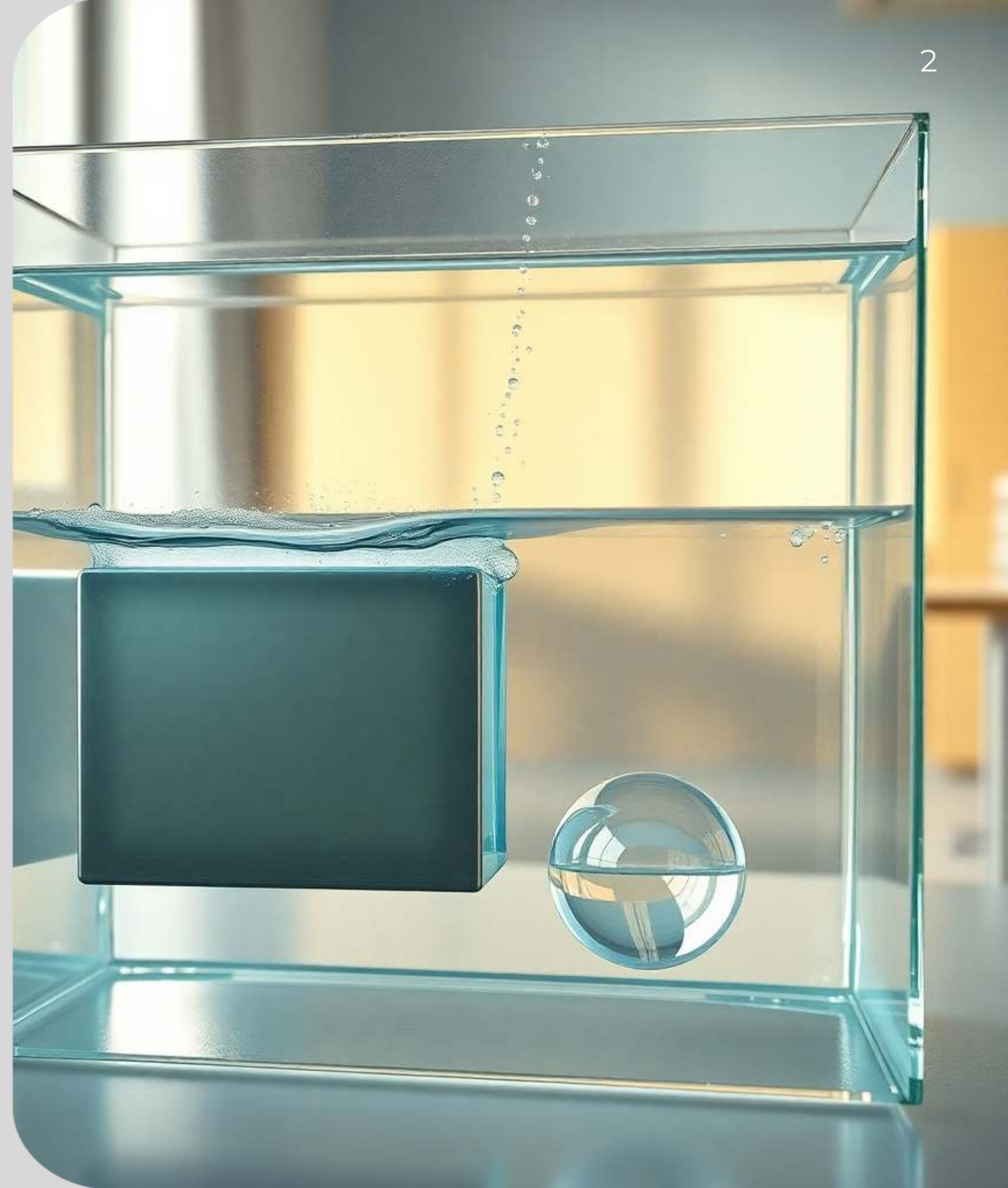
Действие жидкостей на погружённое тело

Как жидкость давит на тело и почему оно тонет
или плавает



Как жидкость действует на погружённые тела

Жидкость давит на любой предмет внутри себя со всех сторон. С глубиной давление возрастает, поэтому снизу оно обычно больше, чем сверху. Именно эта разность создаёт выталкивающую силу вверх.



Чем глубже тело, тем сильнее на него давит вода. Разность давлений сверху и снизу и создаёт подъёмную силу.

10 кПа

примерно на каждый метр
глубины увеличивается давление
воды.

Школьный курс физики; приближённая оценка для воды при обычных условиях.

Силы, действующие на погружённое тело



● Сила тяжести

Она направлена вниз и зависит от массы тела. Если эта сила больше выталкивающей, предмет будет опускаться и в итоге может утонуть.

● Выталкивающая сила

Она направлена вверх и возникает из-за разности давления воды на нижнюю и верхнюю части тела. Чем больше эта разность, тем сильнее подъём.

● Когда тело тонет

Тонут те тела, у которых сила тяжести превышает выталкивающую силу. В этом случае предмет продолжает двигаться вниз, пока не достигнет дна.

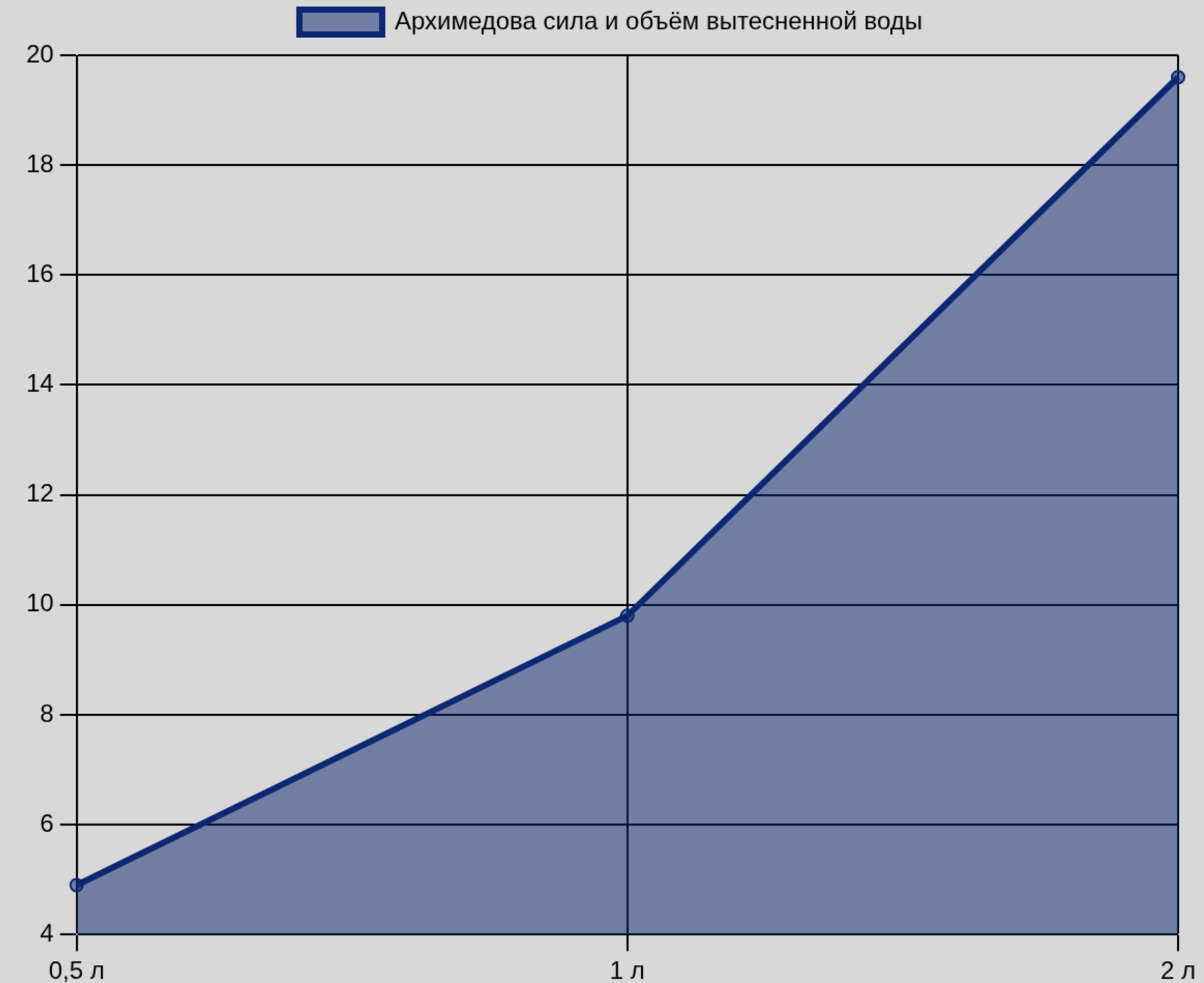
● Когда есть равновесие

Если силы уравновешены, тело не поднимается и не опускается. Оно может плавать внутри жидкости или удерживаться на поверхности.

Как зависит выталкивающая сила от объёма вытесненной воды

При одинаковой жидкости увеличение объёма вытеснения всегда усиливает подъём тела.

Зависимость линейная: чем больше вытеснено воды, тем больше архимедова сила.



Расчёт по закону Архимеда для воды при $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; учебный пример.

Закон Архимеда

1

Смысл закона

Выталкивающая сила равна весу жидкости, которую тело вытесняет. Это главный закон, объясняющий, почему одни предметы держатся на воде, а другие тонут.

2

Формула

Архимедову силу находят по формуле $F = \rho g V$. Здесь ρ — плотность жидкости, g — ускорение свободного падения, V — объём вытесненной жидкости.

3

От чего зависит сила

Чем больше плотность жидкости и чем больше объём вытеснения, тем сильнее выталкивание. Поэтому в более плотной жидкости плавать легче.

4

Где закон работает

Закон Архимеда действует не только в воде, но и в масле, спирте и других жидкостях. Он универсален для всех жидких сред.

Плотность разных веществ

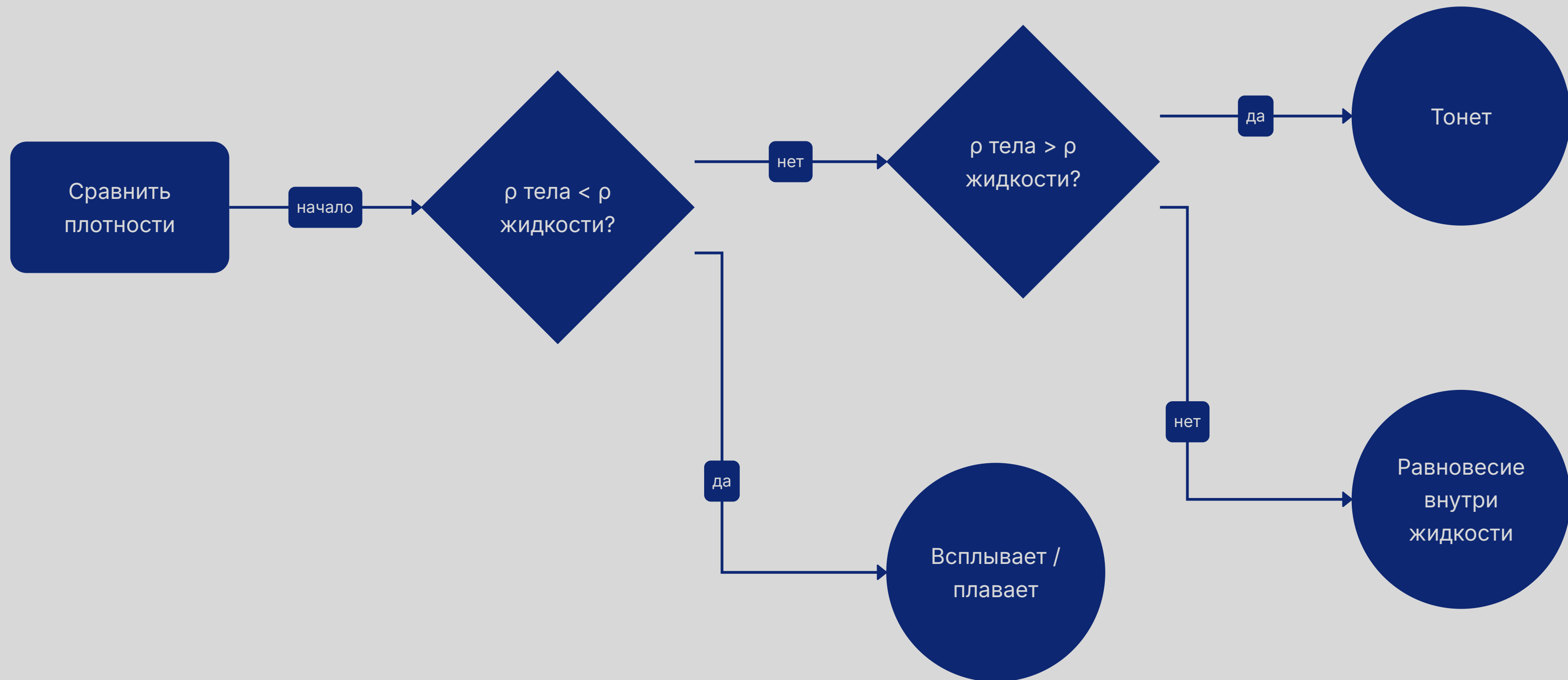
Сравнение плотности помогает понять, почему одни тела плавают, а другие тонут.

Если средняя плотность тела меньше плотности жидкости, тело чаще плавает; если больше — тонет.

Вещество	Плотность
Вода	1000
Лёд	900
Алюминий	2700

Как определить, утонет тело или всплывёт

Схема основана на сравнении плотностей тела и жидкости, а также на поведении выталкивающей силы.



Почему корабль не тонет



Металл не решает всё

Корпус корабля сделан из металла, но внутри есть большие полости с воздухом. Поэтому средняя плотность судна оказывается меньше плотности воды.



Большой объём вытеснения

Широкий корпус погружён в воду сильнее, чем кажется. Он вытесняет большой объём жидкости, и выталкивающая сила становится достаточно большой, чтобы удержать судно.



Форма важнее массы

Даже тяжёлый корабль может плавать, если его форма позволяет распределить массу и увеличить объём вытесненной воды. Именно поэтому размеры корпуса так важны.

Плавание тел и равновесие

01

Силы уравниваются

Когда тело плавает, выталкивающая сила и сила тяжести становятся равными. Тогда предмет не уходит ко дну и не выскакивает из воды.

02

Глубже — сильнее выталкивание

Если тело опускается ниже, оно вытесняет больший объём жидкости. Из-за этого выталкивающая сила возрастает, пока не достигнет равновесия.

03

Самонастройка положения

Поплавок, спасательный круг и некоторые игрушки сами выбирают удобное положение в воде. Они двигаются, пока силы не сравняются.

04

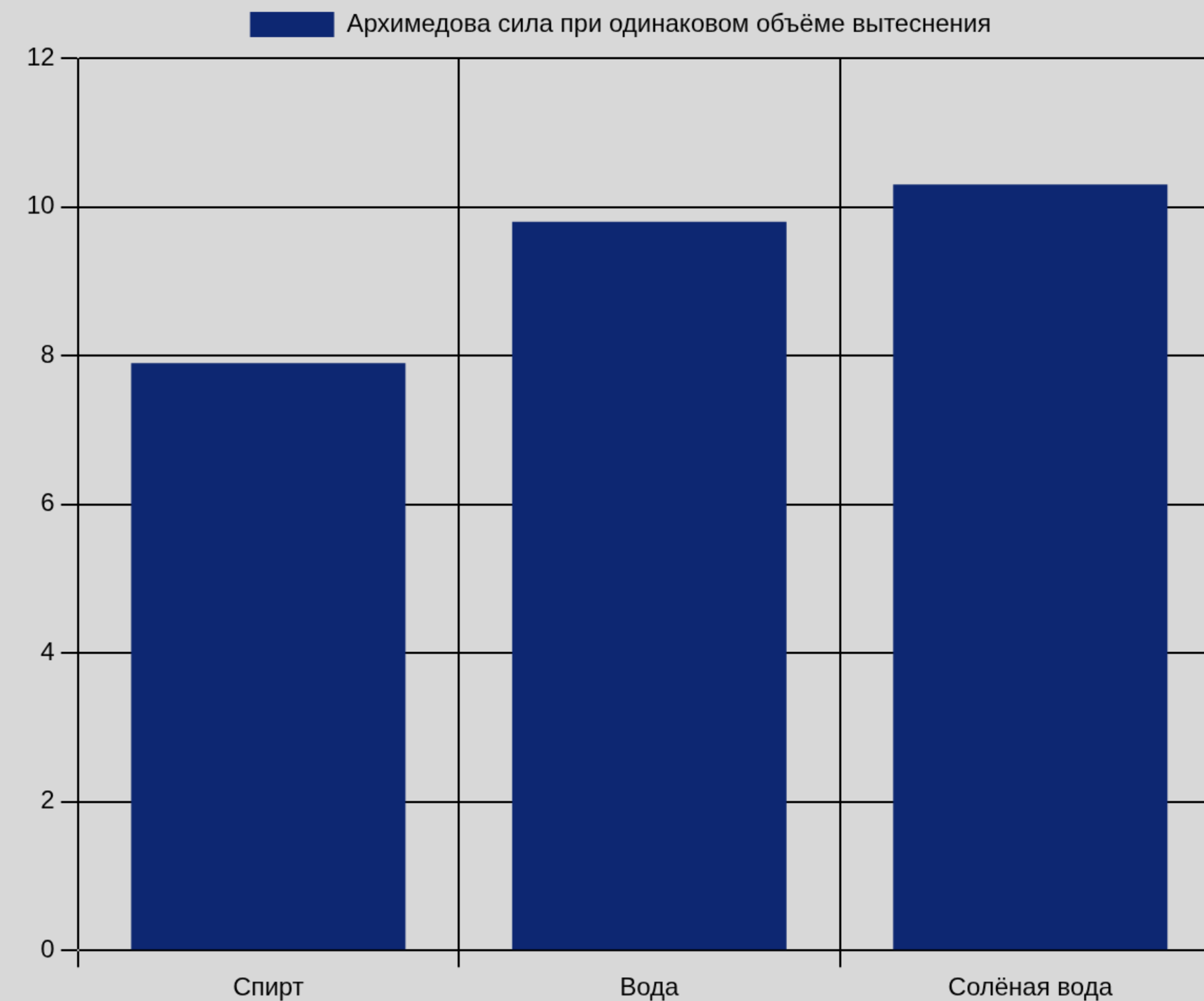
Почему это удобно

Такое равновесие помогает удерживаться на поверхности без постоянного движения. Именно поэтому многие спасательные и плавательные устройства работают надёжно.

Сравнение выталкивающей силы в разных жидкостях

При одинаковом объёме тела разница определяется только плотностью жидкости.

Чем плотнее жидкость, тем больше архимедова сила при том же объёме вытеснения.



Расчёт по формуле $F = \rho g V$ для $V = 1$ л; условно: спирт, вода, солёная вода.

Как лёд остаётся на поверхности



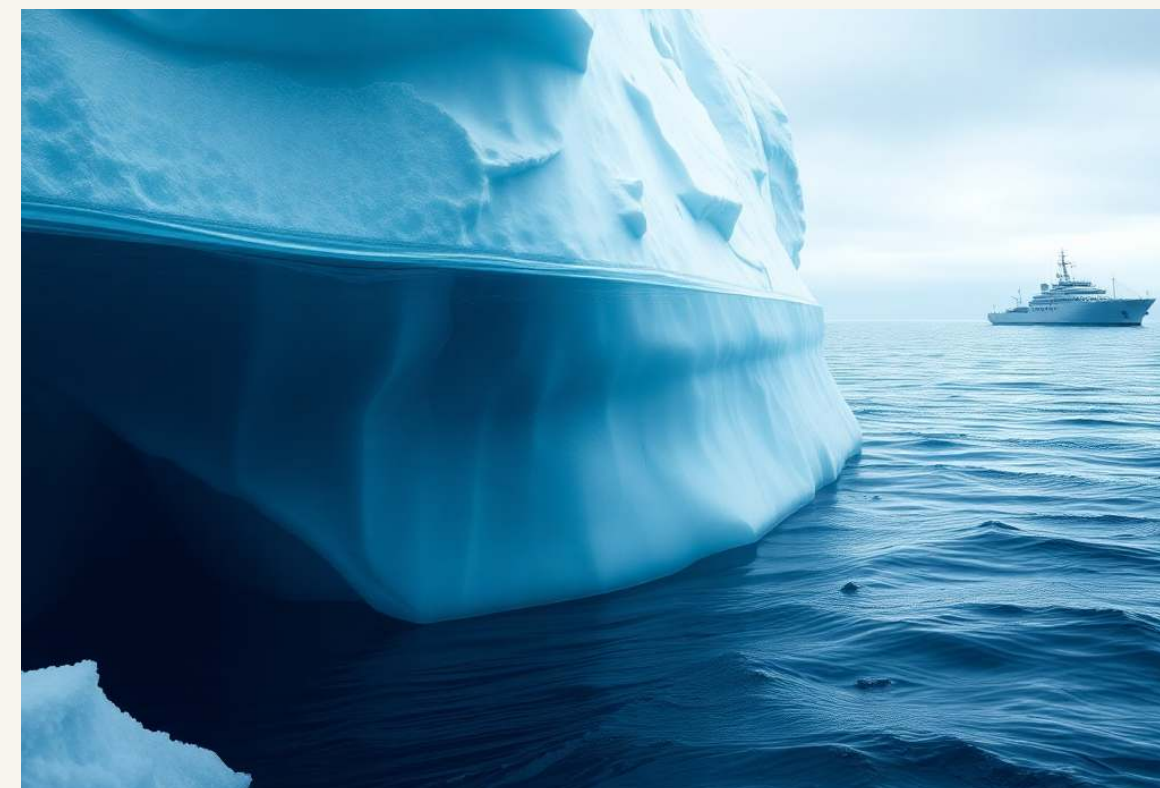
Льдинка в стакане

Небольшой кусочек льда в стакане держится у поверхности, хотя кажется тяжёлым. Его плотность меньше плотности воды, поэтому жидкость поддерживает его снизу и не даёт полностью уйти под воду.



Лёд в природе

На озере или реке лёд образует сплошную корку, а под ней сохраняется вода. Это важно для рыб и других живых организмов, потому что верхний слой замерзает раньше и защищает глубину от сильного охлаждения.



Почему видна только часть льда

Лёд погружается в воду лишь частично: заметная часть остаётся над поверхностью. Именно поэтому айсберг опасен для судов — под водой скрыта большая часть его объёма, и она гораздо больше видимой верхушки.

Пошаговое измерение архимедовой силы

1. Измерение в воздухе

Тело подвешивают к динамометру и записывают его вес без воды. Это значение показывает силу тяжести, действующую на предмет.

2. Измерение в воде

Затем тело осторожно погружают в жидкость и снова считывают показание. Оно уменьшается, потому что вода частично поддерживает тело.

3. Поиск разности

Из веса в воздухе вычитают вес в воде. Полученная разность и есть выталкивающая сила, действующая со стороны жидкости.

Результаты опытов с динамометром

Тело	В воздухе	В воде
Брусок	2,0 Н	1,2 Н
Камень	5,0 Н	4,2 Н
Разность	0,8 Н	0,8 Н

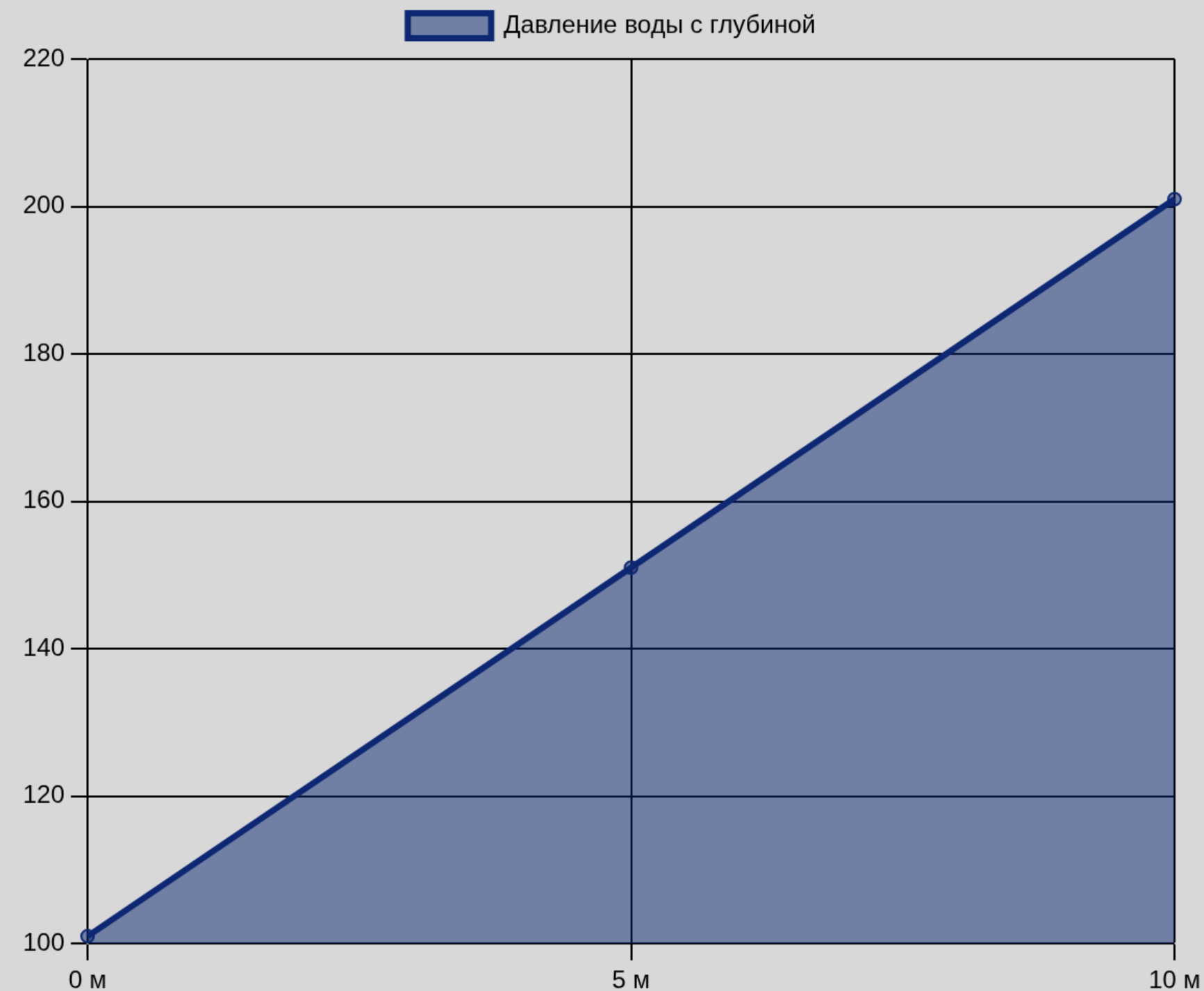
Сравнение показаний показывает, насколько уменьшается вес тела в воде.

У всех тел разность между показаниями одинакова и равна выталкивающей силе, действующей со стороны воды.

Как растёт давление с глубиной

На больших глубинах давление становится заметно выше даже без движения воды.

График показывает почти линейный рост: с увеличением глубины возрастает вес столба жидкости над точкой.



Расчёт по формуле $p = p_0 + \rho gh$ для воды; $p_0 \approx 101$ кПа, $\rho \approx 1000$ кг/м³, $g \approx 9,8$ м/с².

Почему форма тела тоже важна



Широкий корпус

Лодка с широким корпусом вытесняет больше воды, чем узкий предмет той же массы. Поэтому у неё появляется большая выталкивающая сила и устойчивое положение на поверхности.

Узкие предметы

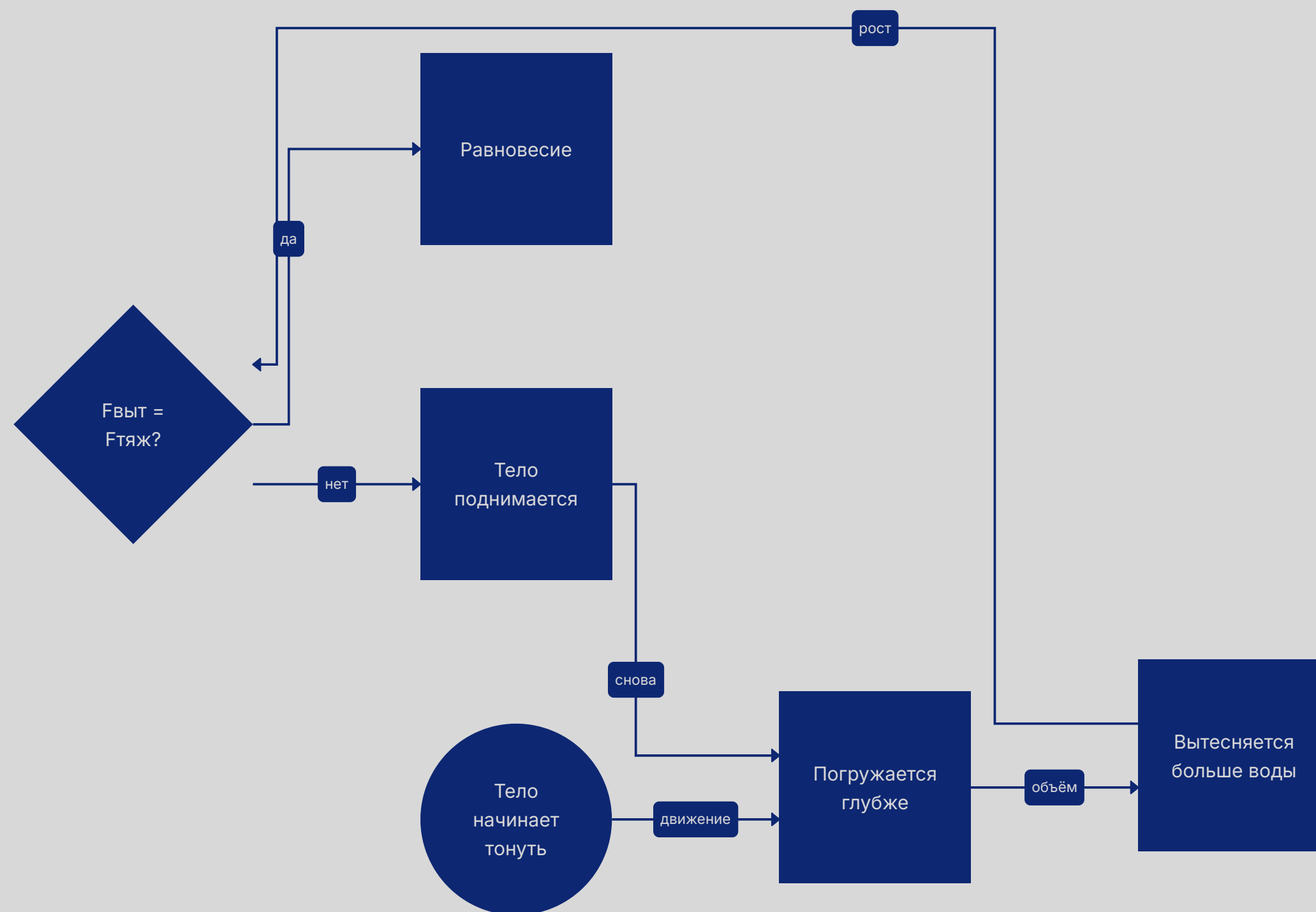
Иголка, гвоздь или тонкая проволока обычно тонут, потому что их форма не позволяет вытеснить достаточно воды. Даже при небольшой массе решающим становится малый объём.

Полезная форма

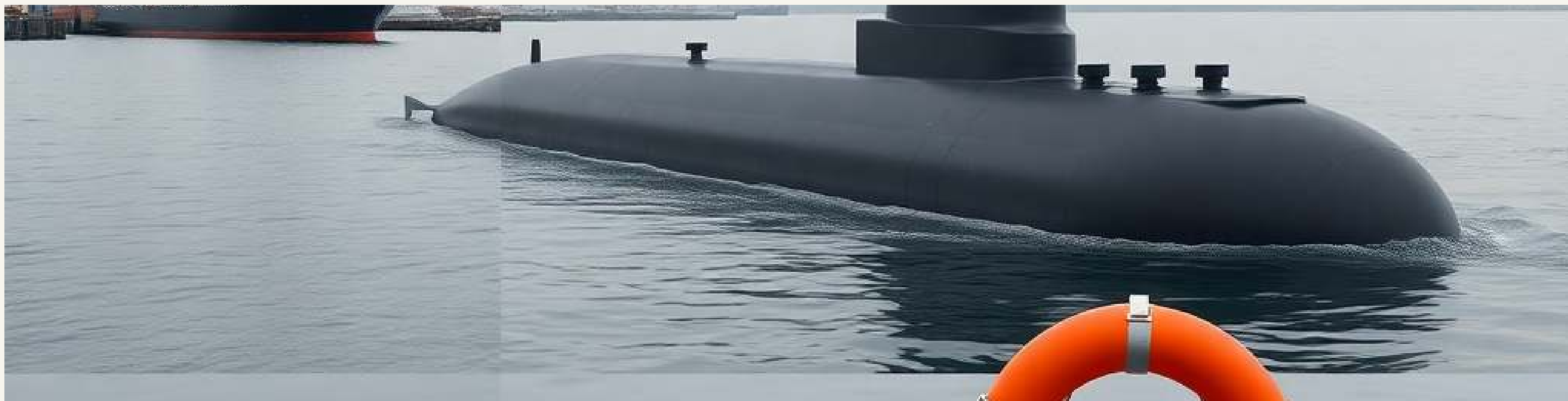
Инженеры специально подбирают форму судов, чтобы увеличить объём вытесненной воды и улучшить устойчивость. Так форма помогает использовать закон Архимеда в нужную сторону.

Как меняется состояние тела в воде

Схема показывает, как погружение влияет на вытеснение воды и на величину архимедовой силы.



Практическое применение закона Архимеда



1 Судостроение

При проектировании кораблей учитывают, сколько воды вытесняет корпус. От этого зависит осадка, устойчивость и безопасность плавания даже при большой массе судна.

2 Подводные лодки

Чтобы менять глубину, подводная лодка заполняет или освобождает балластные цистерны. Так она увеличивает или уменьшает среднюю плотность и может погружаться либо всплывать.

3 Спасательные средства

Спасательный жилет увеличивает объём тела человека и помогает ему вытеснять больше воды. Благодаря этому возрастает выталкивающая сила, и держаться на поверхности становится легче.

Типичные ошибки при объяснении плавания тел

- **«Плавает только лёгкое»**

Это неверно: решает не только масса, но и средняя плотность тела, его объём и форма. Тяжёлый корабль может плавать, если вытесняет достаточно воды.

- **«Давление одинаково везде»**

На разных глубинах давление не одинаково: чем глубже, тем оно больше. Именно разность давлений сверху и снизу создаёт выталкивающую силу, а не просто само наличие воды.

Что важно запомнить о жидкостях и телах

Жидкость давит на погружённое тело по-разному на разных глубинах, и из-за этой разности возникает выталкивающая сила. Она объясняет плавание лодок, льда и многих других предметов.