

Архимед, корабль Гиерона и золотое правило механики

А. И. ЩЕТНИКОВ

ПЛУТАРХ в *Жизнеописании Марцелла* (14) рассказывает историю, касающуюся великого математика и механика АРХИМЕДА:

АРХИМЕД как-то раз написал царю ГИЕРОНУ, с которым был в родстве и дружбе, что данным усилием ($\deltaύναμις$) можно сдвинуть любой данный груз. Как сообщают, в юношески смелом доверии к силе своего доказательства, он добавил сгоряча, что будь в его распоряжении другая Земля, на которую можно было бы встать, он сдвинул бы с места нашу. ГИЕРОН изумился и попросил претворить эту мысль в действие и показать какую-либо тяжесть, перемещаемую малым усилием, и тогда АРХИМЕД велел наполнить обычной кладью царскую триеру, недавно с огромным трудом вытасченную на берег целою толпою людей, посадил на него большую команду матросов, а сам сел поодаль и, безо всякого напряжения вытягивая конец каната, пропущенного через полиспаст, придвинул к себе корабль так медленно и ровно, точно тот плыл по морю.

В научно-популярной литературе любят вычислять, за какое время АРХИМЕД смог бы сдвинуть Землю хотя бы на толщину волоса. Сделаем аналогичный расчет не для Земли, но для корабля. Предположим, что совокупное усилие команды, вытаскивавшей триеру на берег, составляло 10 тонн. (Эта оценка сильно занижена. По данным АТЕНЕЯ, грузоподъемность «Сиракузии» составляла около 1700 тонн. С. В. ЖИТОМИРСКИЙ [1, с. 30] оценивает вес обычной триеры в 200 тонн, а требуемое для её вытягивания усилие — в 20 тонн.) Усилие АРХИМЕДА оценим в 10 кг. В таком случае использование механизма позволило АРХИМЕДУ получить 1000-кратный выигрыш в силе. Но согласно золотому правилу механики, выигрыш в силе оборачивается равным проигрышем в расстоянии. Получается, что АРХИМЕД должен был выбрать 1000 метров каната, чтобы подвинуть корабль на 1 метр.

Результаты этого расчета недвусмысленно говорят о том, что история с кораблем — чистой воды выдумка. Каково же в таком случае происхождение рассказанной ПЛУТАРХОМ легенды?

Я полагаю, что в рассказах ПЛУТАРХА и других античных авторов сохранена память о двух действительно имевших место событиях, но в исторической ретроспективе эти события настолько переплелись одно с другим, что стали описываться как одно целое. Первое из них — это спуск «Сиракузии», произведенный под началом АРХИМЕДА с применением разного рода механизмов. Вторым событием, которому, собственно говоря, и посвящена настоящая статья, был теоретический спор АРХИМЕДА (287–212 до н. э.) с концепцией, выдвинутой АРИСТОТЕЛЕМ (384–322 до н. э.).

АРИСТОТЕЛЬ в *Физике* (кн. VII, гл. 5) формулирует два закона движения, суть которых можно изложить в следующих словах. Пусть движущая потенция А движет тело В на расстояние Г за время Δ. В таком случае:

- удвоенная потенция $2A$ продвинет удвоенное тело $2B$ на то же расстояние Γ за то же время Δ , и половинная потенция $A/2$ продвинет половинное тело $B/2$ на то же расстояние Γ за то же время Δ ;

- удвоенная потенция $2A$ продвинет тело B на то же расстояние Γ за половинное время $\Delta/2$, но может случиться и так, что половинная потенция $A/2$ вообще не сдвинет тело B с места.

«Первый закон Аристотеля» можно считать очевидным: два человека переносят удвоенный груз с одного места на другое за то же самое время, за которое каждый из них переносил бы свою половину по отдельности. «Второй закон Аристотеля» утверждает обратную пропорциональность между временем и движущей способностью, требуемыми для перемещения данного тела на заданное расстояние. Но эта зависимость имеет место лишь до определённого предела уменьшения движущей способности, ниже которого тело вообще не сдвинется с места, ибо потенция не сможет преодолеть присущего телу сопротивления.

АРИСТОТЕЛЬ иллюстрирует ограничительную поправку к своему второму закону следующим примером (250a16):

«Ведь из того, что целая сила ($\text{i}\sigma\chi\acute{\upsilon}\varsigma$) продвинула на определённую длину, не следует, что её половина продвинет на сколько-нибудь в какое бы то ни было время; а иначе и в одиночку можно будет двигать судно — если каждый из общего числа волочивших его на берег будет по отдельности тянуть своей силой на свою долю расстояния».

Вытаскиваемый на берег корабль в тексте АРИСТОТЕЛЯ и вытаскиваемый на берег корабль в легенде об АРХИМЕДЕ: случайное ли это совпадение? Я полагаю, что нет: в данном случае мы имеем дело с одним и тем же «теоретическим кораблём», служащим предметной иллюстрацией в концептуальном споре АРХИМЕДА с АРИСТОТЕЛЕМ.

Суть этого спора достаточно ясна. АРИСТОТЕЛЬ описывает движение в естественном залого, *sub specie naturalis*. Корабль же *естественно* вытаскивать на берег силами всей команды: ведь повседневный опыт показывает, что одному человеку сдвинуть корабль с места не по силам. Применение же каких бы то ни было *ухищрений* (таково первоначальное значение слова $\mu\eta\chi\alpha\nu\acute{\eta}$), нарушающих природный порядок вещей, в учении АРИСТОТЕЛЯ о природе не рассматривается.

АРХИМЕД, в отличие от АРИСТОТЕЛЯ, имеет дело с совсем иной действительностью. Вытягивание корабля на берег есть дело *прикладное*, и осуществлять его желательно самым удобным образом. Механическое искусство как раз и имеет дело с хитрыми приспособлениями, позволяющими вопреки природному порядку вещей перемещать небольшим усилием большие тяжести.

Но как *корабль теоретического спора* превратился в легендарную царскую триеру? Можно предположить, что несохранившаяся работа АРХИМЕДА, в которой велась полемика с Аристотелем и рассматривались принципиальные возможности механического искусства, имела форму послания к царю ГИЕРОНУ, что и повлияло на формирование легенды. В пользу этого предположения свидетельствует как то, что ПЛУТАРХ упоминает о письме АРХИМЕДА к ГИЕРОНУ, так и то, что к ГИЕРОНУ обращена научно-популярная статья АРХИМЕДА *О числе песчинок*. С. Я. ЛУРЬЕ полагал, что форму посла-

ния к ГИЕРОНУ имела и несохранившаяся работа АРХИМЕДА о гидростатическом взвешивании, что нашло свое отражение в знаменитой легенде о царской короне и восклицании «Эврика!» [2, с. 101].

Можно пойти дальше и предположить, что АРХИМЕД рассматривал в своей работе триеру АРИСТОТЕЛЯ в качестве иллюстративного материала к своим теоретическим положениям. И эта триера мысленно вытаскивалась на берег одним человеком и с помощью системы рычагов, и при посредстве различных полиспастов и воротов; было рассмотрено и новейшее изобретение АРХИМЕДА — винтовой механизм. Такая работа несомненно произвела бы (вкупе с общеизвестным практическим гением её автора) сильное впечатление на её читателей.

Литература

1. ЖИТОМИРСКИЙ С. В. *Архимед*. М.: Просвещение, 1981.
2. ЛУРЬЕ С. Я. *Архимед*. М.–Л.: Изд. АН СССР, 1945.