

МЕТРОЛОГИЯ И ИСТОКИ ТОЧНЫХ НАУК

METROLOGY AND THE SOURCE OF EXACT SCIENCES

Брянский Л.Н. (N. Bryanskiy)

Итак, во все времена и у всех народов появлялись люди, занимающиеся наукой ради самой науки, как говорится, по велению души. Это были либо состоятельные люди, либо люди «не от мира сего», пренебрегающие любыми материальными благами, либо придворные мудрецы просвещенных правителей. Все они, как правило, развивали и совершенствовали уже существующие науки. Государства начали оплачивать занятия наукой сравнительно недавно. Средневековые и более поздние университеты существовали на пожертвования и на плату, вносимую студентами за обучение. Профессорам платили за чтение лекций, а не за научные изыскания.

Возьмем более близкий к нам период. Вспомним родоначальника генетики — настоятеля монастыря Грегора Менделя, занимавшегося наукой за свой собственный счет; вспомним творческий путь всемирно известного физика Э. Резерфорда. Университет Мак-Гилла в Монреале был основан на средства табачного короля Мак-Гилла. Знаменитая Кавендишевская лаборатория — на средства, завещанные сэром Г. Кавендишем. Монд-лаборатория, в которой работал П.Л. Капица, также на частные средства.

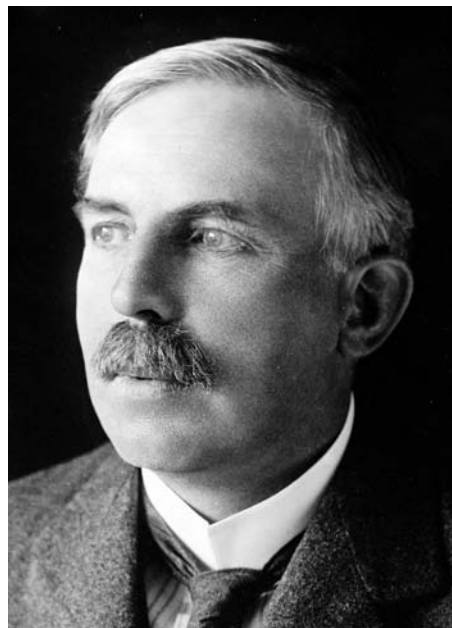
Возникает вопрос: как в этой обстановке возникли такие точные науки, как математика, геометрия, астрономия, химия (алхимия) и другие, и какова же в этом созидательном процессе роль метрологии?

Ряд ученых достаточно высоко оценивает ее достижениями признает влияние метрологии на развитие точных наук.

Вот что по этому поводу пишет в своей монографии А.П. Стахов: «Прикладная теория измерений является как бы связующим звеном между практикой измерений и фундаментальной теорией, однако такое соотношение не является абсолютным... Не исключено, что некоторые свойства измерений, установленные в современной практике измерений и получившие апробацию в прикладной теории измерений, могут быть вынесены на фундаментальный уровень и оказать определенное влияние на развитие точных наук».

Эта картина сегодняшнего дня. А каково было взаимодействие метрологии и точных наук в прошлом? Кто был лидером и кто догоняющим? Попробуем хотя бы прикоснуться к этой проблеме. При этом будем пользоваться моделью, исходящей из определения М.Ф. Маликова, что «метрология есть наука об измерениях, приводимых к этало-

нам», и определения эталона, приведенного в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, где «эталоном называют образцы мер, содержащие возможно точно определенное число единиц той меры, образцом которой должен служить эталон». Иными словами, будем относить к задачам метрологии выполнение измерений с помощью так или иначе узаконенных мер, обеспечивающих в пределах некоторого региона единство и правильность измерений.



Эрнест Резерфорд

Большинство исследователей истории науки и техники согласны с тем, что точные науки родились из необходимости удовлетворять насущные, практические потребности развивающегося человеческого общества, ранних и последующих цивилизаций. Конечно, в дальнейшем многие точные науки, в первую очередь, математика и, естественно, представляющие ее математики старались обособиться от своего «низкого» прошлого. А.Н. Колмогоров в предисловии к книге А. Лебега «Об измерениях величин» писал: «У математиков существует склонность, уже владея законченной математической теорией, стыдиться ее происхождения. По сравнению с кристаллической ясностью теории, начиная уже с готовых ее основных понятий и приложений, кажется грязным и неприятным занятием копаться в происхождении этих основных понятий и допущений».

Что же было на самом деле? Астрономия родилась из необходимости определять время суток, времена года, составлять календари сельскохозяй-

ственных работ и т.п. Геометрия решала не менее насущные задачи — вычисление площадей земельных участков, не в последнюю очередь для определения размеров налогов и дани. Методы геометрии широко использовали архитектура и ирригация. Арифметика обслуживала эти науки, разрабатывая, кроме прочего, системы счисления, но об этом немного позже. Приведем еще одну цитату из монографии А.П. Стахова: «Не следует забывать, что геометрия началась со свода правил, которыми пользовались землемеры, а многие идеи точных наук имеют эмпирическое происхождение».

Добавим, что догреческая (в частности, древнеегипетская) математика (и геометрия в том числе) не знала теорем и их доказательств, а была, по сути дела, сборником правил и рецептов, составленных по алгоритму: «Если хочешь вычислить нечто, то сделай так-то и так-то». Так что должность писца в Древнем Египте была не только почетна и доходна. Она была и довольно трудна. Ведь вместо сравнительно немногочисленных формул он должен был знать (и, очевидно, помнить) сотни, если не тысячи, конкретных правил и рецептов.

Естественно, любые вычисления могли приводить к значимому и понятному результату только в том случае, если при реализации вышеупомянутых правил и рецептов в вычислениях пользовались общепринятыми единицами измерений, материальным воплощением которых служили меры. Поэтому первая, наиболее просматриваемая роль метрологии в зарождении точных наук и заключалась в создании их фундамента в виде мер и единиц измерений. Уже этого было бы достаточно, чтобы высоко оценить роль метрологии в развитии наук, но ее заслуги на этом не исчерпываются.

Громадную роль в развитии математики и всех наук, использующих математические методы, сыграли системы счисления. Рациональная система счисления — могучий инструмент прогресса науки, нерациональная — ее тормоз. Нам, привыкшим пользоваться десятичной позиционной системой счисления, неведомы трудности людей, пользовавшихся, например, системой римских цифр. Попробуйте забавы ради найти разность двух чисел: MDCXCVI и CMXCIX. Ответ — DCXCVII. Должен покаяться — выполняя это действие, я перевел римские цифры в привычные арабские и решил простенький пример: 1696—999=697. А римлянам приходилось заучивать наизусть не

только таблицу умножения, но и таблицы сложения, вычитания и деления. Опять процитирую Стахова: «Существуют две концепции происхождения систем счисления: счетная и метрологическая. Концепция «пальцевого счета» достаточно убедительно объясняет происхождение десятичной, пятеричной, двадцатеричной систем счисления, однако сталкивается с большими трудностями при объяснении происхождения систем счисления с «непальцевыми» основаниями, в частности вавилонской шестидесятеричной системой счисления (в которой единица высшего разряда содержит шестьдесят единиц низшего разряда). Пытаясь преодолеть это затруднение, немецкий историк математики Нейгебауер выдвинул гипотезу о метрологическом, измерительном происхождении систем счисления.

В чем же заключается гипотеза Нейгебауера? Он исходит из исторической обстановки в эпоху Древнего Вавилона (Халдеи). Эта страна играла роль «центра мира». Ее политические и торговые связи охватывали и сопредельные, и удаленные страны. В них существовали системы с различными соотношениями крупных и мелких мер — 1:2; 1:3; 1:4; 1:5; 1:10. Для того, чтобы в этом убедиться, не обязательно даже обращаться к древним мерам. Русская сажень делилась на 3 аршина, английский ярд — на 3 фута, аршин — на 4 линейных четверти. Контарь равнялся 1/4 берковца, ведро делилось на 4 четверти, а каждая четверть равнялась 4 винным бутылкам, английский галлон равен 4 квартам. Десятина делилась на две четверти (меры площади), в версте было 500 сажень, один лот содержал 3 золотника. В российском морском флоте бочка для пресной воды содержала ее 2 ведра, бочка для пороха — 3 пуда пороха. Польский центнер делился на 4 штейна и т.д.

Возникла необходимость в объединенной системе, в которую вписывались бы все частные системы. Такой системой и стала шести десятеричная: 60 делится и на 2, и на 3, и на 4, и на 5, и на 10, и даже на 12. Нейгебауер пишет, что появление позиционной шестидесятеричной вавилонской системы «имеет своим источником взаимоотношение между возникновением этой системы счисления и ходом развития системы мер». Шестидесятеричная система счисления и ее подразделение — двенадцатеричная — благополучно дожила до наших дней. Она широко используется при измерениях интервалов времени. Сервисы делают на 6, 12, 24 персони. Наборы цветных карандашей также чаще всего содержат 6 или 12 карандашей. Английский фут делится на 12 дюймов, слово «дюжина» по-прежнему употребляется в разговорной речи, хотя почти вышла из употребления единица измерений гросс, равная 12 дюжинам.

Нейгебауер не ограничился этим утверждением. Далее он пишет, что на заре цивилизации люди не оперировали абстрактными числами, но конкретными мерами длины, веса, площади (любопытно, что наши дети, учась считать, также проходят такой период своего развития). Постепенно обозначения мер стали в ряде случаев просто обозначениями чисел. Например, слово «uncia», обозначавшее сначала монету (меру стоимости), равную 1/12 асса, стало впоследствии обозначать просто 1/12 вообще. По Нейгебауеру все дроби ведут свое начало от немногочисленных натуральных дробей 1/2, 1/3 и 2/3, обозначавших соотношения между мерами. Интересно, что даже египетские иероглифы не избежали воздействия метрологии. Считают, что иероглиф, обозначающий число 100, это изображение измерительной рулетки (веревки), длина которой, по-видимому, равнялась 100 локтям.

Подведем итоги. Роль мер и единиц измерений как основы точных наук вряд ли можно оспаривать. Что же касается систем счисления, то, конечно, гипотеза Нейгебауера — это всего лишь гипотеза. И тем, не менее она выглядит весьма убедительной. Действительно, меры появились в глубокой древности, когда еще не сформировались основы точных наук. Меры с соотношениями 1:2; 1:3; 1:4; 1:5; 1:10; 1:12 существовали и существуют и сегодня. Потребность в системе счисления, которая позволяла бы сопоставлять между собой все эти меры, безусловно, существовала. Я попробую немного расширить аргументацию Нейгебауера и обосновать причины жизненности вавилонской системы и, в частности, «вечной дюжины».

Дело в том, что гипотеза Нейгебауера не пользуется всеобщим признанием. Она, на мой взгляд, не учитывает в полной мере обстановку того далекого времени, квалификацию и мировоззрение вавилонских ученых — жрецов. А они, как мне кажется, сочетали высокую общефизическую, астрономическую и метрологическую квалификацию с верой в то, что весь мир — это воплощение воли богов. И высшей оценкой любой теории (это опять мое личное мнение) являлось ее соответствие божественному предопределению.

Попробую оценить с этой точки зрения вавилонскую систему счисления и мер, сознавая, что вступаю на зыбкую почву предположений, почти фантастики. Жрецы хорошо знали, что Вселенная создана богами таким образом, что год (в первом приближении) содержит 360 дней и 12 лунных месяцев. Знали они и то, что Солнце свой видимый с Земли путь совершает по окружности. Отсюда понятно деление видимой солнечной орбиты на 360 частей, а полного угла (оборота) на 360 градусов. Возможно, отсюда происходят и 12 зодиакальных созвездий (их можно было на-

считать и 10, и 14). Ясно, что тридцатидневный месяц органично вписался в вавилонскую систему.

Еще лучше и убедительнее получилось с сутками. В государствах, расположенных недалеко от экватора (Вавилон, Египет) отношение продолжительности дня и ночи меняется в течение года не очень сильно. Отсюда естественным является деление суток на дюжину дневных и дюжину ночных часов. Таким образом, длительность суток оказалась равной 24 часам, т.е. двум двенадцатичасовым интервалам времени, двум дюжинам часов.

Далее, жрецам скорее всего был известен суточный ритм жизнедеятельности большинства живых организмов, с их точки зрения, тоже установленный богами. Вот и получается, что в глазах жрецов вавилонская система счисления и единиц измерений могла являться овещением божественного промысла, предопределения, а следовательно, истинной (повторяю, это мои личные рассуждения).

И вот что еще очень интересно. Здоровый взрослый мужчина в состоянии покоя делает 12 вдохов-выдохов в минуту, а его сердце делает, тоже в минуту, 60 сокращений. Учитывали древнеавилонские жрецы эти факторы или нет? Кто знает.

Так что еще неизвестно, какая система надуманнее или естественнее — десятичная или шестидесятеричная. И не в этом ли секрет живучести последней.

Некоторые ученые полагают, что происхождение двенадцатеричной системы тоже связано со счетом на пальцах. Так как четыре пальца руки (кроме большого) имеют в совокупности 12 фаланг, то по этим фалангам, перебирая их по очереди большим пальцем, и ведут счет от 1 до 12. Затем 12 принимается за единицу следующего разряда и т.д.

И у Иисуса Христа тоже было именно 12 учеников — апостолов! Может быть, за 2000 лет, прошедших со времен создания вавилонской системы до Рождества Христова, дюжина настолько прочно закрепилась в нашем подсознании, что появляется (или проявляется) в различные подходящие (или совсем неподходящие) моменты? ☑

What put the beginning of the development of such exact sciences like mathematics, geometry, astronomy, chemistry etc.? And why are they so connected with metrology? All exact sciences are based on different concepts and suppositions that were put forward centuries ago and after that taken as so-called standards, the basis. Considering the definition of metrology term — it is a science about measurements compared to standards. May this be evidence of the connection between metrology and such sciences? The author of this article shares various facts which can prove such connection.