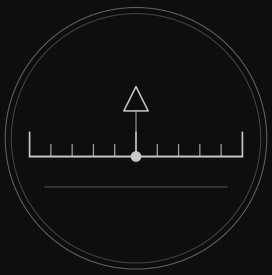
O.V.K — X.T.R

МЕРА

ИЗМЕРЕНИЕ, ЕДИНИЦЫ И ПОГРЕШНОСТЬ



КАК ЧИСЛУ ВЕРИТЬ

O.V.K — X.T.R

МЕРА

ИЗМЕРЕНИЕ, ЕДИНИЦЫ И ПОГРЕШНОСТЬ

Книга о том, как получают число и как ему верить:
от локтя и зерна к метру и атомным часам,
о единице, эталоне, погрешности и мере, ставшей целью

НАСТОЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры».

— Д. И. Менделеев

Книга писана для того, кто измеряет,
и для того, кто читает чужие числа.
Устройство изложено как устройство,
границы — как границы,
и ничто не выдаётся за закон природы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ОСНОВАНИЯ

I. Что такое мера 2
II. Слово и его происхождение 3
III. Три основания 4
IV. Локоть, фут и зерно 5
V. Метр и меридиан 6
VI. Опыты и их уроки 7
VII. Русская линия 8
VIII. Чем мера не является 9

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. УСТРОЙСТВО

IX. Величина, единица, число 11
X. Эталон и цепь 12
XI. Погрешность 13
XII. Верность и точность 14
XIII. Повторение 15
XIV. Ложная точность 16
XV. Шкала 17
XVI. Мера того, что не вещь 18

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. ПРИЛОЖЕНИЕ

XVII. Длина и время 20
XVIII. Вес и торговля 21
XIX. Градус 22
XX. Деньги как мера 23
XXI. Норма у врача 24
XXII. Мера в науке 25
XXIII. Показатель в хозяйстве 26
XXIV. Мера себя 27

ЧАСТЬ ЧЕТВЁРТАЯ. ПРОТИВНИК

XXV. Число без единицы 29
XXVI. Число без погрешности 30
XXVII. Среднее 31
XXVIII. Процент 32
XXIX. График 33
XXX. Сравнение несравнимого 34
XXXI. Мера, ставшая целью 35
XXXII. Кривой эталон 36

ЧАСТЬ ПЯТАЯ. ГРАНИЦА

XXXIII. Чего мера не может 38
XXXIV. Мнимые учения 39
XXXV. Мера и суждение 40
XXXVI. Упражнения 41
XXXVII. Гигиена измеряющего 42
XXXVIII. Правила измеряющего 43
XXXIX. Правила читающего числа 44
XL. Заключение: число и мера 45

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

✚

ОСНОВАНИЯ

Откуда пошли меры, как от локтя дошли до атома,
чему научили великие измерения
и отчего число без единицы и погрешности не есть мера

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Что такое мера

Мерой зовётся сравнение вещи с образцом, выраженное числом; и всякая мера есть ответ на вопрос «во сколько раз» или «на сколько», заданный образцу.

Определение отделяет меру от двух соседей. От *счёта* — ибо счёт не нуждается в образце: пять яблок суть пять при любом яблоке; мера же нуждается: пять локтей суть разное при разном локте. От *оценки* — ибо оценка не имеет образца вовсе: «большой», «тёплый», «хороший» — слова, а не меры; они становятся мерою, когда назван образец и способ сравнения.

Книга эта стоит рядом с книгами о случае и о числе. Первая — о счёте неизвестного; вторая — о числе как знаке. Мера есть то, что делает число сведением о вещи: единица, образец и погрешность; без них число есть знак без вещи.

Различим три вещи, кои в обиходе смешивают. **Величина** — свойство вещи, которое измеряют: длина, вес, срок. **Единица** — образец, с которым сравнивают: метр, грамм, секунда. **Погрешность** — знание о том, насколько сравнение неточно. Число без единицы говорит ни о чём; число без погрешности говорит больше, чем знает.

Оттого части книги таковы: вторая — устройство: величина, эталон, погрешность, шкала; третья — мера длины, веса, тепла, денег, здоровья, науки, хозяйства; четвёртая — ошибки и обманы числом; пятая — границы меры, мнимые учения и правила.

ГЛАВА ВТОРАЯ

Слово и его происхождение

Русское «мера» восходит к тому же корню, что латинское metior и греческое metron: мерить, отмерять. Тот же корень в «месяце» — мере времени — и в «умеренности»: мера есть и измерение, и предел.

Двойное значение не случайно: греческое «метрон» означало и меру вещей, и должную меру в поведении; «ничего сверх меры» на дельфийском храме говорило о втором через первое. Об этой стороне — глава тридцать пятая.

Различим слова. *Величина* — то, что измеряют. *Единица* — образец сравнения. *Эталон* — от французского «образец», первоначально — мерная планка, прибитая у рынка; хранимый образец единицы. *Погрешность* — от «грех», промах: расстояние между измеренным и истинным. *Точность* и *верность* — различны, о чём глава двенадцатая. *Калибр* — из арабского «мера обуви» через оружие: размер, сверенный с образцом.

«Метрология» — наука о мерах; «метрика» — в нынешнем хозяйстве всякий показатель, и о порче этого слова — глава тридцать первая.

Заметим наперёд, что в этой книге *мера* означает устройство, а не число: числа можно взять из головы, меру — только из сравнения с образцом, и различие это есть предмет книги.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

Три основания

Всё дальнейшее стоит на трёх положениях, и они же отделяют меру от числа, взятого из головы.

Первое: всякая мера есть сравнение с образцом. Нет длины самой по себе — есть длина в локтях, метрах, световых годах; и всякий образец кем-то установлен, где-то хранится и по цепи сравнений доходит до линейки в руке. Об этом глава десятая.

Второе: всякая мера неточна и знает свою неточность. Линейка даёт миллиметр, не тоньше; весы — грамм; часы — секунду. Число, записанное без указания, насколько оно может быть неверно, скрывает половину сведения — худшую. Глава одиннадцатая.

Третье: число без единицы и погрешности — не мера. «Втрое лучше», «на 37,4 процента», «рейтинг 8,6» — всё это числа, и ни одно не мера, покуда не сказано, чего единица и какова погрешность. Четвёртая часть целиком об этом.

Из трёх положений выводится и устройство второй части, и главная ошибка, разобранная в главе тридцать четвёртой: считать, что всё измеримо и что измеренное тем самым познано.

И заметим родство с книгой о кибернетике: мера есть измеритель в круге управления, и регулятор не лучше своего измерителя; дурная мера даёт дурное управление при сколь угодно мудром правителе.

ГЛАВА ЧЕТВЁРТАЯ

Локоть, фут и зерно

Первые меры брались с тела и с поля; они были удобны, ибо всегда при себе, и негодны, ибо у всякого своё тело.

Тело. Локоть, пядь, фут, дюйм — палец, сажень — размах рук, шаг. Египетский царский локоть хранился в граните и делился на семь ладоней по четыре пальца; ему две с половиной тысячи лет до нашей эры, и пирамиды сложены по нему с точностью, изумляющей доныне.

Поле и зерно. Гран — ячменное зерно; карат — семя рожкового дерева, которым взвешивали золото; фунт — от «вес»; акр — поле, вспахиваемое за день парой волов. Мера площади через труд, меры веса через семя: образцы росли на земле.

Разнобой. Во Франции перед революцией насчитывали сотни разных локтей и фунтов; сажень в России была разной у казны и у купцов; в каждом городе — своя мерная планка у рынка. Торговля между городами требовала пересчёта, и пересчёт кормил обман.

Ярд по преданию — расстояние от носа короля Генриха до кончика его пальца; предание, вероятно, ложно, но точно передаёт устройство: образец есть тело правителя, и правитель меняется.

Чему это учит: мера рождается из удобства и умирает от разнобоя; и всякий раз, когда торговля переступает город, требуется образец, не зависящий ни от тела, ни от города. О нём — следующая глава.

ГЛАВА ПЯТАЯ

Метр и меридиан

Метр задуман как мера, взятая с земли, «для всех времён и народов»; история его есть история того, как трудно взять образец с природы.

Замысел. В 1791 году Франция постановила: метр есть одна десятимиллионная четверти меридиана. Деламбр и Мешен семь лет мерили дугу от Дюнкерка до Барселоны среди войны и революции; Мешен нашёл ошибку в своих измерениях, скрыл её и умер, терзаясь; метр вышел короче замысла на пятую долю миллиметра.

Платина. Поскольку меридиан мерить всякий раз нельзя, метр отлили в платине и положили в архив; с 1889 года — платино-иридиевый брусок в Севре, и все метры мира сверялись с ним по цепи. Образец с природы стал образцом из сейфа.

Свет и атом. В 1960 году метр определили через длину волны излучения криптона; в 1983 — через скорость света: метр есть путь света за определённую долю секунды. С 2019 года все единицы определены через постоянные природы, и сейф не нужен: образец воспроизводим в любой лаборатории.

Чему это учит. Образец надлежит взять с того, что не меняется; земля меняется, платина меняется, свет — нет. И: между замыслом и образцом лежит ошибка измерения, и честность Мешена состояла бы в том, чтобы её назвать. О погрешности — глава одиннадцатая.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

Опыты и их уроки

Три великих измерения учат трём вещам: как складывать неточное, как мерить невидимое и как ошибка образца заражает всех, кто с ним сверяется.

Гаусс и наименьшие квадраты. Измеряя дуги и орбиты, Гаусс показал, как из многих неточных измерений получить наилучшее: взять то, при котором сумма квадратов отклонений наименьшая; и как оценить, насколько оно неточно. Это основа всякой обработки измерений, о чём глава тринадцатая.

Майкельсон и свет. Полвека, с 1879 года, он мерил скорость света всё точнее; способ — зеркало за милю, вращающееся многогранное зеркало, счёт оборотов. Урок: невидимое мерят через видимое, и точность есть ремесло, а не озарение.

Милликен и электрон. В 1909 году он измерил заряд электрона по капелькам масла и получил число чуть ниже истинного — из-за неверной вязкости воздуха. Последующие измерители получали числа выше — и, как заметил Фейнман, всякий раз чуть-чуть, ибо, получив сильно иное, искали у себя ошибку и «поправляли» к Милликену. Истина установилась за десятилетия. Об этом глава тридцать вторая.

Урок общий: *измерение есть ремесло с историей, и всякий образец несёт ошибку того, кто его сделал*; знающий это сверяется, но не преклоняется.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Русская линия

У нас мера была делом государства раньше, чем наукой, и учёного, который сделал её наукой, звали Менделеев.

Пётр указами сверял аршин с английским футом и ввёл единую сажень; до того сажень была разной у разных ведомств, и подрядчики строили по короткой, а отчитывались по длинной.

Струве с 1816 по 1855 год измерил дугу меридиана от Ледовитого океана до Дуная — две тысячи восемьсот километров, тридцать лет, — и дал земле точную форму; дуга его ныне в списке всемирного наследия.

Менделеев в 1893 году возглавил Главную палату мер и весов, лично выверил образцы фунта и аршина, ввёл поверку весов на рынках и написал слова, вынесенные в эпиграф. Он полагал, что борьба с обвесом есть дело науки не менее, чем таблица.

Метрическая система введена в 1918 году; ГОСТ — государственный образец — с 1925; и слово это стало у нас именем всякого установленного правила.

Любищев, о котором книга о времени, есть образец меры себя: полвека учёта часов, о чём глава двадцать четвёртая.

Урок линии: мера есть власть — кто держит образец, тот решает, что сколько весит; и оттого образец надлежит держать открытым, поверяемым и не зависящим от держащего. Это положено в основу второй части.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

Чем мера не является

Отсечём лишнее, ибо всякое число ныне выдаёт себя за меру.

Мера не есть число. Число без единицы и погрешности есть знак; мера есть число с тем и другим. «Восемь из десяти» — не мера, покуда не сказано, десяти чего и как считали.

Она не есть точность. Число с пятью знаками после запятой, полученное из опроса пятидесяти человек, лжёт больше, чем «примерно треть». О ложной точности — глава четырнадцатая.

Она не есть истина. Измеренное есть сравнение с образцом при данной погрешности; образец может быть кривым, и глава тридцать вторая о том.

Она не есть ценность. Измеримое не важнее неизмеримого; оно лишь удобнее для счёта, и удобство это соблазняет, о чём глава тридцать первая.

Она не есть цель. Мера, ставшая целью, перестаёт быть мерой — закон Гудхарта, разобранный там же.

И она не заменяет суждения. Аристотель требовал точности по предмету: от плотника — не той, что от геометра. Об этом глава тридцать пятая.

Что же она есть? *Сравнение с образцом, выраженное числом с единицей и погрешностью*; и три этих слова — образец, единица, погрешность — суть всё, о чём спрашивают у числа, прежде чем поверить ему.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

+

УСТРОЙСТВО

Величина, единица и число, эталон и цепь сравнений,
погрешность, верность и точность, повторение,
ложная точность, шкала и мера того, что не вещь

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

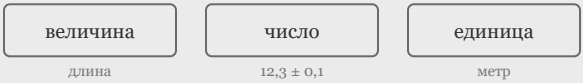
Величина, единица, число

Всякая мера состоит из трёх частей, и запись «12,3 метра» содержит все три: величина — *длина*; единица — метр; число — двенадцать и три десятых.

Величина есть свойство, которое можно сравнить: *длина*, масса, время, температура, сила тока. Не всякое свойство есть величина: красота, честность, вкус не сравниваются числом иначе как через уговор, о чём глава шестнадцатая.

Единица есть образец, принятый за один. Семь основных единиц нынешней системы — метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела — и все прочие из них: ньютон, вольт, паскаль суть сочетания. Единица есть уговор; но уговор, принятый всеми, становится законом.

Число есть ответ на вопрос, сколько единиц укладывается в величину. Оно несёт и погрешность: «12,3» говорит, что сотые не известны; «12,30» — что известны. Об этом глава четырнадцатая.



Правило: *прочитав число, найди величину и единицу; не найдя — знай, что читаешь не меру.*

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

Эталон и цепь

Линейка в руке верна потому, что сверена с образцом, который сверен с образцом, который сверен с эталоном; цепь эта имеет имя — прослеживаемость — и всякое её звено имеет погрешность.

Устройство. Первичный эталон — в национальной палате мер; с ним сверяют вторичные; с теми — рабочие образцы заводов; с теми — приборы; приборы поверяют в срок, и поверка есть сверка с образцом на ступень выше. Погрешности звеньев складываются, и линейка в руке неточнее эталона на сумму цепи.

Поверка. Прибор без поверки в срок есть прибор без цепи: он показывает число, но число не прослежено. Весы на рынке, счётчик в доме, термометр в больнице — всё поверяется, и клеймо поверки есть свидетельство цепи.

Разрыв цепи. Прибор, поверенный по кривому образцу, кривой по цепи, о чём глава тридцать вторая; и прибор, поверенный давно, — неизвестной кривизны.

Мировая цепь. С 1875 года метрическая конвенция связывает палаты мер разных стран сверкой между собою; и оттого килограмм в Севре и килограмм в Петербурге суть один.

Для читающего числа: спросить, чем измерено и когда поверено. Число из неповеренного прибора есть число из головы прибора.

Правило: *мера верна настолько, насколько прослежена до образца*; и цепь рвётся в самом слабом звене, которым чаще всего бывает рука, держащая прибор.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

Погрешность

Погрешность есть знание о незнании: насколько измеренное может отличаться от истинного; и число без неё говорит больше, чем знает.

Два рода. *Случайная* — разброс при повторении: дрожь руки, шум прибора, колебания воздуха; она уменьшается повторением, о чём глава тринадцатая. *Систематическая* — смещение в одну сторону: кривая линейка, неверный ноль весов, вязкость воздуха у Милликена; она не уменьшается повторением — тысяча измерений кривой линейкой дают точное кривое число.

Запись. «12,3 ± 0,2 м» означает: истинное, вероятно, между 12,1 и 12,5. Знак «±» есть честность измерившего; отсутствие его есть либо незнание, либо умолчание.

Откуда берётся. От прибора — половина наименьшего деления; от цепи — сумма погрешностей звеньев; от способа — как держали, где ставили, кто читал; от предмета — вещь сама меняется: тепло удлиняет, влага утяжеляет.

Сложение. Погрешности суммы складываются; погрешности произведения складываются в долях. Длина, помноженная на ширину при погрешности в один процент у каждой, даёт площадь с погрешностью около двух.

Мешен из главы пятой знал свою погрешность и скрыл её; последствия длились век.

Правило: *число без погрешности есть половина числа*; и вторая половина, спрошенная, обнаруживает, стоит ли верить первой.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

Верность и точность

Точный прибор и верный прибор суть разные приборы; и смешение их есть первая ошибка о мере.

Мишень. Стрелок, положивший все пули кучно, но в стороне от центра, — точен и неверен: разброс мал, смещение велико. Стрелок, рассыпавший пули вокруг центра, — верен и неточен: смещения нет, разброс велик. Хороший стрелок кучен и в центре; худший — рассыпан и в стороне.

Точность есть малость случайной погрешности: прибор даёт одно и то же при повторении. **Верность** есть малость систематической: прибор даёт истинное в среднем. Весы, показывающие всегда ровно на сто граммов больше, точны и неверны; их чинят одной гирей.

Отчего путают. Точность видна: повторил — сошлось. Верность невидима без образца: чтобы узнать смещение, надлежит сверить с тем, что вернее. Оттого приборы кажутся верными, покуда их не поверят, и оттого поверка есть сверка, а не повторение.

Ложная точность есть точность без верности, выданная за меру: пять знаков после запятой у смещённого прибора. Об этом глава четырнадцатая.

Для читающего: «результаты воспроизводятся» говорит о точности, не о верности; воспроизводимая ошибка есть ошибка.

Правило: *точность проверяют повторением, верность — образцом*; и число, проверенное лишь первым способом, может быть точно ложным.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

Повторение

Одно измерение есть случай; среднее многих есть мера; и закон, по которому среднее точнее одного, стоит знать числом.

Закон корня. Среднее из четырёх измерений вдвое точнее одного; из ста — вдесятеро; из десяти тысяч — во сто раз. Точность растёт как корень из числа измерений, и оттого удвоить точность стоит вчетверо, а удесятерить — во сто раз. Об этом же — книга о случае в главе о больших числах.

Что повторение лечит — случайную погрешность; **чего не лечит** — систематическую: среднее из тысячи измерений кривой линейкой точно и криво.

Гаусс показал, как из многих измерений взять наилучшее — то, при котором отклонения в сумме квадратов наименьшие, — и как оценить разброс; способ этот есть основа обработки всякого опыта.

Выброс. Одно измерение из десяти резко отличается; отбросить ли? Если известна причина — толкнули, сбой — да; если нет — нет: выброс может быть сведением о предмете. Милликен отбрасывал капли, не укладывавшиеся в его ожидание, и это часть его истории.

Разные способы. Измерить одно и то же двумя способами полезнее, чем одним дважды: разные способы имеют разные смещения, и совпадение их говорит о верности; повторение одного говорит лишь о точности.

Правило: *повторяй для точности, меняй способ для верности, и не отбрасывай того, чему не знаешь причины.*

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

Ложная точность

Число «37,428 процента» из опроса пятидесяти человек есть ложь в трёх последних знаках: точность записи превосходит точность меры.

Значащие цифры. Записывать надлежит столько знаков, сколько известно: линейка с миллиметровыми делениями даёт «12,3 см», не «12,300». Лишний знак не прибавляет знания, а прибавляет доверия, которого число не заслужило.

Откуда берётся. Из вычислителя: он делит до десятого знака, и все десять переписывают. Из перевода единиц: «около мили» становится «1,609 километра». Из желания казаться точным: круглое число выглядит прикидкой, дробное — мерой.

Правило округления. Результат не точнее самого неточного из слагаемых; произведение не точнее в долях самого неточного из множителей. «Около трети» пятидесяти человек есть «около трети», и запись 33,3 % есть три лишних знака.

Где живёт. В опросах: «поддерживают 47,3 %» при погрешности три процента. В отчётах: рост на 2,17 % при погрешности учёта в пять. В новостях: «ущерб 3 218 456 рублей» — оценка на глаз, записанная до рубля.

Признак: число знаков больше, чем могло дать измерение; отсутствие погрешности при большой точности записи.

Правило: *знаков в числе — столько, сколько заслужила мера*; и число с лишними знаками говорит не о точности, а о том, что измерявший не знает своей погрешности — или не хочет, чтобы знали вы.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

Шкала

Не всякое число, стоящее при вещи, позволяет складывать и умножать; и четыре рода шкал определяют, что с числом можно делать.

Именная. Числа как имена: номера игроков, коды. Складывать нельзя; можно лишь сказать, равны ли. Средний номер игрока бессмыслен.

Порядковая. Числа как места: первый, второй; оценки «отлично — хорошо»; баллы удовлетворённости. Можно сказать, кто выше; нельзя — на сколько: расстояние между «хорошо» и «отлично» не равно расстоянию между «плохо» и «удовлетворительно». Среднее из порядковых оценок есть распространённая ложь.

Интервальная. Расстояния равны, ноль условен: температура по Цельсию, год по календарю. Можно вычитать; нельзя делить: двадцать градусов не вдвое теплее десяти, ибо ноль поставлен на лёд, а не на отсутствие тепла.

Шкала отношений. Ноль настоящий: длина, масса, кельвин, деньги. Можно всё: сложить, разделить, сказать «вдвое».

Ошибки. «Вдвое теплее» по Цельсию; средний балл из порядковых; «интеллект вырос на десять процентов» — о тесте с условным нулём.

Правило: *прежде чем сложить или сказать «вдвое», спроси, где ноль и равны ли шаги*; на половине шкал ни того, ни другого нет.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

Мера того, что не вещь

+

Ум, счастье, качество, доверие измеряют числом, и всякое такое число есть уговор о том, что считать признаком; уговор надлежит знать прежде числа.

Устройство. Величину, которой нельзя приложить линейку, заменяют признаками, к которым можно: ум — ответами на задачи; счастье — ответом на вопрос; качество — числом жалоб. Замена эта зовётся определением через действие, и вся мера того, что не вещь, стоит на ней.

Что теряется. Признак есть часть; измеряют часть и называют целым. Тест измеряет умение решать такие задачи — и зовётся мерой ума; опрос измеряет готовность сказать «счастлив» — и зовётся мерой счастья.

Что приобретается. Сравнимость: два человека, две страны, два года по одному признаку. Это много, если помнить, что сравнивается признак.

Три вопроса к такой мере. Что именно считается признаком? Кто это установил и зачем? Что было бы, если бы признак выбрали иначе? Мера, не отвечающая на первый, не мера; на второй — подозрительна; на третий — хрупка.

Закон Гудхарта, о котором глава тридцать первая: признак, ставший целью, перестаёт быть признаком — люди учатся давать признак без величины.

Правило: *мера того, что не вещь, есть мера признака*; и число, полученное так, читают вместе с уговором, а не вместо него.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ

Длина и время, вес и торговля, градус и деньги,
норма у врача, мера в науке,
показатель в хозяйстве и мера себя

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

Длина и время

Длина и время суть первые меры и ныне — самые точные: секунду знают до долей на квадриллион, и через неё определён метр.

Время. Секунда с 1967 года есть число колебаний атома цезия; атомные часы расходятся на секунду за миллионы лет. Земля вращается неровнее, и в земное время вставляют добавочные секунды. Об истории часов — книга о времени.

Длина через время. Метр есть путь света за долю секунды; расстояние до Луны мерят временем хода луча до зеркала, оставленного на ней, — до сантиметров. Спутниковое определение места есть мера времени: приёмник считает, насколько сигналы разных спутников пришли позже друг друга, и по этому находит себя с точностью до метров; и часы на спутниках поправляют на то, что они идут иначе, чем на земле, — Эйнштейн в кармане.

Обычная точность. Линейка — миллиметр; рулетка — миллиметр на метр и хуже на десяти; лазерный дальномер — миллиметр на десятках метров. Часы наручные — секунды в сутки; телефон — сверяется с атомными.

Ошибки. Рулетка провисает и тянется; линейка тепла; ноль сдвинут; глаз читает под углом. Половина ошибок длины — в чтении деления, и оттого читают перпендикулярно.

Правило: *длина и время — образец того, чем может быть мера: единица от природы, цепь до атома, погрешность известна*; прочие меры сравнивают с ними и находят себя худшими.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

Вес и торговля

Весы суть древнейший прибор и древнейшее орудие обмана; и Менделеев начал Палату мер с рынков не случайно.

Масса и вес. Масса есть количество вещества, вес — сила, с которой оно давит; весы рычажные сравнивают массы и верны всюду; пружинные мерят вес и лгут на горе и на экваторе. Килограмм с 2019 года определён через постоянную Планка; до того — цилиндр в Севре, терявший вещество с веками.

Обвес. Гиря с высверленным дном; весы с грузом под чашей; товар с водой, льдом, бумагой; палец на чаше; тара, взвешенная с товаром. Всё это старо, как рынок, и всё лечится одним — контрольными весами при входе, поверенными и открытыми.

Обмер. Метр укороченный; ткань, тянутая при мере; бочка с толстым дном; литр, налитый с пеной. Об усадке и разбухании обманщик знает более купца.

Цена за единицу. Упаковка в девятьсот граммов по цене килограмма; «большая» пачка с большей пустотой. Защита одна: считать цену за грамм, и она есть мера, а цена за пачку — нет.

Для покупателя: контрольные весы; цена за единицу; и тара отдельно. Об устройстве обмана вообще — отдельная книга.

Правило: *в торговле мера принадлежит тому, кто держит весы; оттого весы держит государство, а покупатель — контрольные.*

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

Градус

Температура есть мера с условным нулём, и три её шкалы поставили ноль в три разных места; отсюда половина ошибок о тепле.

Три нуля. Фаренгейт в 1724 году взял за ноль холоднейшую смесь льда с солью, за сто — примерно тепло тела. Цельсий взял лёд и кипящую воду за ноль и сто. Кельвин поставил ноль там, где нет теплового движения вовсе, — на 273 градуса ниже льда; и лишь его шкала есть шкала отношений: триста кельвинов действительно вдвое теплее ста пятидесяти, а двадцать по Цельсию не вдвое теплее десяти.

Прибор. Ртутный столбик мерит расширение ртути; электронный — сопротивление; инфракрасный — излучение. Все три показывают разное на одном лбу, и разница есть систематическая погрешность способа.

Нормальная температура. Тридцать шесть и шесть есть среднее Вундерлиха 1868 года из миллиона измерений подмышкой ртутью; нынешние измерения дают ниже, и разброс здоровых — почти градус. О норме и её разбросе — глава двадцать первая.

Ощущаемая температура, «по ощущению», есть мера уговора: ветер и влажность пересчитаны в градусы по формуле, которую надлежит знать, прежде чем верить.

Правило: *прежде чем сказать «вдвое теплее», найди ноль*; и прежде чем сказать «жар», спроси, чем и где мерили.

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ

Деньги как мера

Деньги суть мера стоимости, и образец их — единица денег — единственный из образцов, который портится по решению держащего.

Порча. Рубль сегодня и рубль двадцать лет назад суть разные единицы; сравнивать цены без пересчёта значит мерить разными аршинами. Пересчёт делается по индексу цен, и индекс есть уговор о корзине: что в неё положить и в каких долях. Разные корзины дают разную инфляцию, и все верны для своей корзины.

Мера того, что не продаётся. Стоимость жизни, стоимость часа, стоимость леса — уговоры, о которых глава шестнадцатая; они полезны для сравнения и опасны для решения.

Среднее. Средний доход выше медианного, ибо немногие богатые тянут сумму; о среднем — глава двадцать седьмая и книга о случае.

Рост. «Доходы выросли на десять процентов» — в рублях или в корзине? до или после налога? у среднего или у медианного? Четыре вопроса дают четыре числа.

Курс. Стоимость единицы в других единицах меняется ежедневно; сравнение стран по курсу лжёт, ибо хлеб в них стоит разного; для сравнения берут паритет — уговор о корзине, ещё один.

Правило: *всякое денежное число сопровождается годом, корзиной и тем, чьё это среднее*; без трёх оговорок оно не мера, а довод. О даре и о том, откуда взялись деньги, — отдельная книга.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ

Норма у врача

Норма в медицине есть не должное, а обычное: пределы, в которые укладываются девяносто пять из ста здоровых; и оттого пять из ста здоровых вне нормы по определению.

Устройство. Измеряют у многих здоровых, берут середину, отсекают по два с половиной процента с краёв — и получают «референсный интервал». Здоровый с редким, но своим значением попадает вне его; больной с обычным — внутрь. Норма есть мера населения, а не человека.

Двадцать проб. Если у здорового взять двадцать показателей, вероятность, что хотя бы один окажется вне нормы, — около двух третей. Отсюда «находки» при полном обследовании и лечение того, что не болит.

Порог. Давление сто сорок, сахар семь, холестерин пять — пороги суть уговоры, и они менялись; всякое понижение порога делает миллионы здоровых больными за ночь.

Прибор. Давление домашним прибором, в кабинете и в больнице — три числа; о верности и точности — глава двенадцатая. Мерить трижды в покое и брать среднее — правило, о котором глава тринадцатая.

Динамика. Своё значение за годы важнее нормы: рост числа внутри нормы есть сведение, одно число вне нормы — часто нет.

Правило: *норма есть мера многих; человек мерится собою прежним*; и о вероятности болезни при пробе — книга о случае.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ

Мера в науке

Наука отличается от мнения тем, что мерит; и оттого ошибки меры в ней суть ошибки знания.

Величина и значимость. «Статистически значимо» говорит, что разница вряд ли случайна; оно не говорит, велика ли разница. При тысячах испытуемых значима и разница в один процент; и вопрос к всякому открытию — каков размер эффекта в единицах. Об этом книга о случае.

Воспроизводимость. Повторил другой — точность; повторил другим способом — верность. Открытие, не повторённое никем, есть одно измерение.

Смещение способа. Опрос вместо наблюдения, студенты вместо людей, лаборатория вместо жизни — все дают числа, смещённые к тому, что легко измерить. Об этом глава шестнадцатая.

Мешен и Милликен. Скрытая ошибка и подгонка к образцу — две болезни меры в науке, и обе лечатся открытостью: данные и способ публикуются, чтобы всякий мог пересчитать.

Ложная точность — глава четырнадцатая: «эффект составил 23,7 процента» при двадцати испытуемых.

Для читающего: спросить о размере эффекта в единицах; о числе испытуемых; о повторении; о способе — кого и чем мерили. Четыре вопроса отделяют меру от вести.

Правило: *научное число читают с единицей, погрешностью, размером выборки и способом*; без любого из четырёх оно не отличается от газетного.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯ

Показатель в хозяйстве

Хозяйство правит показателями, и всякий показатель есть мера признака, о которой глава шестнадцатая; закон её порчи известен и носит имя.

Закон Гудхарта. Мера, ставшая целью, перестаёт быть мерой: как только за показатель награждают, *люди учатся давать показатель без того, что он мерил*. Об этом глава тридцать первая; здесь — примеры.

Гвозди по весу. Завод, отчитывающийся тоннами, делает большие гвозди; отчитывающийся штуками — мелкие. Оба исполняют показатель и не дают гвоздей, которые нужны.

Кобры в Дели. Плата за сдачу убитой кобры породила разведение кобр; отмена платы — выпуск разведённых на волю. Показатель исполнен; кобр стало больше.

Время ожидания, сокращённое переименованием очереди; успеваемость, поднятая понижением требований; раскрываемость, поднятая отказом принимать заявления. Всякий показатель, за который платят, рано или поздно мерит умение его давать.

Что помогает. Несколько показателей, спорящих между собою: тонны и штуки, скорость и жалобы. Показатель, который исполнителю не известен заранее. Замена показателя суждением знающего там, где показатель легко подделать. И память о том, что показатель есть признак.

Правило: *показатель служит, покуда за него не платят; заплатили — ищи, что он мерит теперь*.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЁРТАЯ

Мера себя

Мерить себя — вес, шаги, часы, деньги, страницы — полезно и опасно по тем же правилам, что и мерить всё прочее; и первое из правил — знать, что мерить.

Любищев полвека мерил своё время по делам, о чём книга о времени, и мера эта была верной, ибо признак — час работы — близок к величине; и она не стала целью, ибо он не отчитывался никому.

Что мерить. То, что близко к величине: часы работы, а не число открытых книг; вес, а не число диет; расходы, а не число решений экономить. Признак, далёкий от величины, порождает свой закон Гудхарта на одном человеке: шаги ради шагомера.

Как. Одним прибором, в одно время, в одних условиях — систематическая погрешность тогда постоянна, и перемены видны. Вес утром натощак на одних весах; давление трижды в покое; учёт времени тотчас, не по памяти.

Разброс. Вес колеблется на килограмм за день от воды; давление — на десятки от волнения; одно измерение говорит о дне, среднее недели — о теле. Об этом глава тринадцатая.

Чего не мерить. Того, чему нет признака, близкого к величине: счастья, любви, смысла; и того, что от измерения портится — удовольствия от книги, считаемого страницами.

Правило: *мерь себя тем, что близко к делу, одним способом и в среднем за неделю; и не мерь того, что от меры портится*.

ЧАСТЬ ЧЕТВЁРТАЯ

+

ПРОТИВНИК

Число без единицы и без погрешности, среднее и процент,
график, сравнение несравнимого,
мера, ставшая целью, и кривой эталон

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ

Число без единицы

«Втрое эффективнее», «на сорок процентов лучше», «в десять раз быстрее» — числа эти произносятся ежедневно, и ни одно не есть мера, покуда не сказано, чего.

Втрое чего. Эффективность — в чём: в рублях, в часах, в жалобах? Лучше — по какому признаку и кем установленному? Быстрее — при какой задаче? Число без величины есть слово «много», записанное цифрами.

Чем сравнивали. «Втрое» требует двух измерений одним способом; сравнение своего нового со старым чужим, измеренным иначе, даёт любое число.

Индекс и балл. «Индекс счастья 7,2», «рейтинг 4,8» — числа с единицей, которой нет: балл есть порядковая шкала из главы пятнадцатой, и «7,2» не вдвое счастливее «3,6».

Где живёт. В рекламе — всегда; в отчётах — часто; в науке — реже, но «в пять раз выше риск» без числа на тысячу есть то же.

Что помогает. Три вопроса: чего единица; чем и как измерено; с чем сравнено тем же способом. Число, не отвечающее на первый, не читается далее.

Правило: *число без единицы есть прилагательное*; и «втрое» без «чего» значит ровно столько же, сколько «гораздо».

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ШЕСТАЯ

Число без погрешности

«Уровень поддержки 52 процента», «безработица 4,1», «средний балл 3,7» — числа с единицей и без погрешности; и без неё они значат меньше, чем кажутся.

Опрос. Тысяча опрошенных дают погрешность около трёх процентов; «52 против 48» есть «от 49 до 55 против от 45 до 51» — и стороны могут быть равны. Заголовок «лидер сменился» при перемене на два процента сообщает о шуме.

Перемена. «Выросло с 4,1 до 4,3» при погрешности полпроцента есть не рост, а два измерения одного. Разница двух чисел имеет погрешность, большую, чем каждое.

Точность записи — глава четырнадцатая: три знака при погрешности в единицах.

Где живёт. Во всяком отчёте, где число одно и без «плюс-минус»; во всякой новости о «росте» и «падении»; в сравнении стран по индексам, у которых погрешность больше разницы между странами.

Что помогает. Спросить о погрешности; если её не назвали — оценить: опрос тысячи — три процента; прибор — половина деления; учёт — доля неучтённого. Сравнить разницу с погрешностью: если разница меньше — разницы нет.

Правило: *число без погрешности читай как «примерно»; перемену без погрешности — как «возможно, ничего»*.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ

Среднее

Среднее есть самое употребительное из чисел и самое обманчивое: оно верно для колокола и лжёт для хвоста, и его одного никогда не довольно.

Три средних — арифметическое, медиана, мода — разобраны в книге о случае; здесь — о том, как ими обманывают.

Средняя зарплата. Десять работников по тридцати тысяч и директор с миллионом дают среднее в сто восемнадцать; медиана — тридцать. Кто хочет показать благополучие, называет среднее; кто хочет показать бедность — медиану; и оба говорят правду.

Среднее без разброса. Средняя глубина реки в метр не говорит, что её можно перейти вброд. Средняя температура по больнице — присловье о том же.

Среднее чего. Средний доход домохозяйства или человека? до налога? включая пособия? В городе или в области? Четыре вопроса — четыре средних.

Среднее из порядковых — глава пятнадцатая: средний балл из оценок «плохо — хорошо» есть число без смысла.

Что помогает. К среднему спрашивать медиану и разброс; спрашивать, чего оно среднее; и помнить, что среднее без формы распределения есть половина сведения, худшая.

Правило: *среднее читают с медианой, разбросом и определением того, что усреднили*; без трёх оговорок оно не мера, а довод.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ

Процент

Процент есть *доля* от чего-то, и обман процентом состоит в умолчании о том, от чего.

От чего. «Рост на двести процентов» — с одного случая до трёх; «снижение на пятьдесят» — с двух на миллион до одного. Относительная перемена без числа на тысячу есть страх или похвальба без меры; о риске относительном и безусловном — книга о случае.

Проценты процентов. Ставка выросла с пяти до шести процентов — на один процент или на двадцать? Оба верны; первое есть разница долей, второе — отношение. Честная запись различает «процентные пункты» и проценты.

Сложение процентов. Скидка тридцать и потом ещё двадцать не есть пятьдесят, а сорок четыре; рост на пятьдесят и падение на пятьдесят дают не ноль, а минус четверть.

Процент от малого. «Половина опрошенных» при шести опрошенных есть три человека; процент скрывает размер выборки, и оттого его называют там, где число стыдно.

Процент как единица. «Точность 99 процентов» без указания, чего именно: *ловит ли* девяносто девять из ста больных или не ошибается у девяноста девяти из ста здоровых — разные вещи, и при редкой болезни второе важнее. Книга о случае в главе об условии.

Правило: *к всякому проценту спроси, от чего он, сколько это людей и не есть ли он процент от процента.*

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ

График

Г рафик есть мера, ставшая картинкой; и картинка убеждает прежде, чем прочитаны оси, о чём книга о наблюдении говорила о всяком рисунке.

Обрезанная ось. Столбцы, начинающиеся не с нуля, а с девяноста, показывают разницу в один процент как двукратную. Первый взгляд — на ноль оси.

Две оси. Две кривые на разных шкалах можно совместить как угодно и показать, что одна ведёт другую; выбор шкалы есть выбор вывода.

Площадь и высота. Фигурка вдвое выше кажется вчетверо больше, ибо глаз видит площадь; рисунки бочек и человечков лгут квадратом.

Логарифм. Шкала, где каждое деление вдесятеро, сглаживает рост: взрыв выглядит прямой. Полезна для сравнения темпов, обманчива для сравнения величин.

Отбор отрезка. Кривая, начатая в удобный год и оконченная в удобный, показывает рост там, где за пределами отрезка — падение.

Отсутствие погрешности. Точки без усов разброса выглядят точными; с усами — часто неразличимыми.

Что помогает. Прочесть оси прежде кривой: где ноль, какова шкала, какой отрезок, есть ли погрешность; и спросить, как выглядел бы график, нарисованный противником.

Правило: *график читают с осей, а не с кривой; кривая есть довод, оси — мера.*

ГЛАВА ТРИДЦАТАЯ

Сравнение несравнимого

Сравнивать можно измеренное одним способом в одних единицах; всё прочее сравнение есть сопоставление яблок с грушами, которому придали вид меры.

Разные способы. Безработица в двух странах, считаемая по разным правилам — кто ищет работу, кто зарегистрирован, кто отчаялся; преступность — по заявлениям или по опросам; смертность — по причинам, записываемым по-разному. Число одно, величины разные.

Разные годы. Цены без пересчёта, о чём глава двадцатая; успеваемость до и после смены экзамена.

Разные выборки. Больница, берущая тяжёлых, имеет худшую смертность и лучших врачей; школа, отбирающая сильных, имеет лучшие баллы и, быть может, худших учителей. О выборке — книга о случае.

Рейтинги. Международные рейтинги стран, вузов, городов складывают несравнимое по весам, назначенным составителем; переменив веса, переставляют места. Рейтинг есть мнение составителя, записанное числом.

Что помогает. Спросить, одним ли способом измерено, в один ли год, на одной ли выборке; и кто назначил веса. Если нет — сравнение не мера, и разница между числами есть разница между способами.

Правило: *сравнимы лишь измерения одним способом; всё прочее сравнение читают как рассказ о способах*.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ПЕРВАЯ

Мера, ставшая целью

Закон Гудхарта, названный по имени экономиста, гласит: когда мера становится целью, она перестаёт быть хорошей мерой; и закон этот действует всюду, где за число платят.

Устройство. Мера есть признак величины; за величину платить нельзя — её не видно; платят за признак. Исполнитель учится давать признак: гвозди по весу, кобры на развод, очередь, переименованная в ожидание. Величина не растёт; признак растёт; и мера, бывшая верной, становится ложной от самого употребления.

Где живёт. В хозяйстве — глава двадцать третья. В школе: учат сдавать экзамен, а не предмет. В науке: платят за статьи — растёт число статей, дробятся результаты, множатся журналы. В медицине: платят за операции — растёт число операций. В сети: платят за просмотры — растёт то, что просматривают, и оно не есть то, что стоит смотреть; об этом книга о внимании.

В себе: шаги ради шагомера, страницы ради счёта страниц — глава двадцать четвёртая.

Что помогает. Несколько мер, спорящих между собою. Мера, неизвестная исполнителю заранее. Суждение знающего там, где признак дёшев. Сменяемость мер. И память о том, что мера есть признак, а не цель, — память, которая теряется первой.

> Мера служит, покуда за неё не платят;
> заплатили — она мерит
> умение её давать.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ВТОРАЯ

Кривой эталон

✢

Всё сверяется с образцом; и если образец крив, кривы все, кто сверился, и тем вернее, чем тщательнее сверялись.

Милликен из главы шестой: заряд электрона, измеренный чуть ниже истинного из-за неверной вязкости, держался десятилетия, ибо всякий, получивший иное, искал ошибку у себя и находил — в направлении к Милликену. Фейнман назвал это позором и уроком.

Вундерлих из главы девятнадцатой: тридцать шесть и шесть, измеренные ртутью подмышкой в 1868 году, стали образцом, с которым сверяют электронные термометры во рту, — и здоровых называют холодными.

Мешен из главы пятой: метр короче замысла, и все метры мира повторяют его ошибку; впрочем, безвредно, ибо метр есть уговор, и уговор держится.

Как узнают. Не повторением — повторение подтверждает образец; а иным способом: другой прибор, другое основание, другая лаборатория. Верность проверяется образцом, а образец — другим образцом; и оттого палаты мер разных стран сверяют образцы между собою.

В обиходе. Часы, сверенные с неверными; весы, поверенные кривой гирей; «норма», взятая с другого населения; и собственная память как образец для прошлого, о чём книга о наблюдении.

Правило: *когда всё сходится слишком хорошо, проверь образец*; и помни, что подгонка к нему совершается честными людьми, ищущими ошибку у себя.

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

✚

ГРАНИЦА

Чего мера не может, какие учения о ней мнимы,
где кончается мера и начинается суждение,
как упражняться и какими правилами держаться

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ТРЕТЬЯ

Чего мера не может

Соберём пределы, ибо век, умеющий мерить всё, склонен думать, что измерил всё.

Она не мерит ценности. Что дороже — час или рубль, лес или дорога — решает не мера, а тот, кто выбирает единицу.

Она не решает, что важно. Измеряют измеримое; важное бывает неизмеримым, и оно выпадает из отчётов не потому, что не важно, а потому, что неудобно.

Она не заменяет суждения. Врач, знающий числа больного, ещё не знает больного; о точности по предмету — глава тридцать пятая.

Она не мерит того, что портится от меры: удовольствие, доверие, любовь; и того, что учится давать признак, — людей, о которых глава тридцать первая.

Она не даёт истины — лишь сравнение с образцом при данной погрешности; и образец может быть крив.

И она не сравнивает несравнимого, сколь бы ни просили: два числа, полученные разно, суть два рассказа.

Кто знает эти пределы, тот мерит, где можно, судит, где нельзя, и не выдаёт второго за первое.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ЧЕТВЁРТАЯ

Мнимые учения

+

Вокруг меры выросли учения, обещающие измерить всё или отвергающие меру вовсе; и то и другое есть отказ от ремесла.

«Что нельзя измерить, тем нельзя управлять». Присловье, приписываемое разным людям и опровергаемое всякой семьёй: управляют и неизмеримым — суждением; а измеримое, ставшее целью, портится.

«Что не измерено, того нет». Отказ видеть неизмеримое; о нём глава тридцать третья.

«Число объективно». Число из уговора о признаке несёт уговор; число из кривого образца несёт кривизну; число без погрешности несёт умолчание. Объективно измерение, а не число.

Рейтинги как истина. Составитель назначил веса; переменив их, переставил места. Рейтинг есть мнение, записанное цифрами.

Мера характера. Тест ума как мера ума целиком; «биометрия личности»; о физиогномике — книга о наблюдении. Признак принят за величину.

«Статистика лжёт». Обратная ошибка: отказ от меры вовсе, ибо ею обманывают. Обманывают средним без разброса, процентом без основания, графиком без нуля; и всё это ловится той же мерой.

Общая примета мнимого учения: оно либо забывает уговор, образец и погрешность, либо, увидев их, отвергает меру целиком. Настоящее ремесло держит все три в уме и мерит.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ПЯТАЯ

Мера и суждение

Аристотель требовал от всякого предмета точности, ему свойственной: от геометра — доказательства, от ритора — вероятного, от плотника — прямого угла на глаз; и требовать большего есть невежество, а меньшего — небрежность.

Точность по предмету. Столяру довольно миллиметра, часовщику нужны микроны, повару — «щепотка», и щепотка есть мера, ибо повторима у одного повара. Мерить суп микронами есть не точность, а глупость.

Где мера кончается. Там, где признак далёк от величины; там, где измерение портит измеряемое; там, где цена измерения выше цены ошибки; там, где решает единичное, а не множество. В этих местах правит суждение — знающего, опытного, ответственного, — и оно не хуже меры, а иное.

Мера как помощь суждению. Врач смотрит числа и смотрит больного; хозяин смотрит отчёт и смотрит дело; учитель смотрит оценки и смотрит ученика. Число сужает, глаз довершает; о наблюдении — отдельная книга.

Умеренность. Второе значение слова «мера» из главы второй: знать, сколько довольно; и оно относится к самой мере — мерить столько, сколько нужно делу, и не более.

> Мера служит суждению, а не заменяет его;
> и точность по предмету
> есть первое правило меры.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ШЕСТАЯ

Упражнения

Мере учатся, измеряя и читая чужие измерения; и то и другое дёшево.

Трижды тремя способами. Измерить длину стола рулеткой, шагами и по плитке пола; сравнить; оценить погрешность каждого. Расхождение и есть урок.

Десять раз. Взвесить одно и то же десять раз, записать, найти среднее и разброс; заметить, как разброс уменьшается от повторения и не уменьшается от кривых весов.

Число в газете. Ежедневно найти одно число и спросить: единица? погрешность? от чего процент? какое среднее? одним ли способом сравнено? Записывать, сколько из пяти вопросов имеют ответ.

График. Найти обрезанную ось, две оси, удобный отрезок. Перерисовать честно.

На глаз. Оценить расстояние, вес, время до измерения; потом измерить; вести счёт ошибок. Глаз калибруется за месяц.

Признак. Взять одну меру того, что не вещь, — рейтинг, балл, индекс — и найти уговор: что считается признаком и кем.

Гудхарт. Найти одну меру, ставшую целью, в своей службе или в себе, и посмотреть, что она мерит теперь.

Чтение. Хафф «Как лгать при помощи статистики»; Фейнман о Милликене; история метра.

Правило упражнений то же, что всюду: ежедневно, помалу, с записью; об удержании — книга о воле.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ СЕДЬМАЯ

Гигиена измеряющего

✢

Соберём ежедневные правила для того, кто мерит и читает чужие числа, — а это всякий.

К числу — единицу и величину; нет — не мера.

К числу — погрешность; нет — «примерно».

К среднему — медиану и разброс.

К проценту — от чего и сколько людей.

К графику — оси прежде кривой.

К сравнению — один ли способ.

К показателю — что он мерит теперь, если за него платят.

К образцу — чем поверен и когда.

К признаку — чей уговор.

К точности — заслужена ли, и сколько знаков.

К себе — одним способом, в среднем за неделю, и не мерить того, что портится.

К предмету — своя точность, не больше и не меньше.

Правила эти скучны, и это их достоинство: числом обманывают того, кто впечатлён, а скучный вопрос о единице не впечатляется.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ВОСЬМАЯ

Правила измеряющего

Соберём правила для того, кто берётся получить число.

Назови величину прежде прибора: что именно измеряешь.

Возьми поверенный прибор и знай его деление.

Установи ноль и условия: тепло, положение, глаз перпендикулярно.

Повтори для точности и **смени способ** для верности.

Запиши тотчас, с единицей, погрешностью и условиями.

Округли до заслуженного: не больше знаков, чем дал прибор.

Не отбрасывай выброса без известной причины.

Не подгоняй к образцу: получив иное, ищи ошибку у себя, но и у образца.

Назови уговор, если мерил признак, а не вещь.

Сообщи погрешность, даже если её не спросили: Мешен молчал, и это стоило века.

И помни, что измеряющий отвечает за число дважды: перед вещью — чтобы число было о ней, и перед читающим — чтобы число не говорило больше, чем знает.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ

Правила читающего числа

✢

И правила для того, кому число предъявлено, — то есть для всякого, читающего новости, отчёты и этикетки.

Найди единицу; нет — это прилагательное.

Найди погрешность; нет — оцени сам и читай как «примерно».

Спроси, чем измерено и когда поверено.

К среднему — какое, чего и с каким разбросом.

К проценту — от чего, и не процент ли от процента.

К «вдвое» — где ноль шкалы.

К графику — оси.

К сравнению — одним ли способом и на одной ли выборке.

К рейтингу — кто назначил веса.

К показателю — платят ли за него.

К слишком точному — заслужена ли точность; к слишком гладкому — не подогнано ли.

И помни, что число предъявляют, чтобы убедить; убеждает же не число, а мера, и различить их можно четырьмя вопросами, на которые честное число отвечает охотно, а нечестное — обижается.

ГЛАВА СОРОКОВАЯ

Заключение: число и мера

Сведём книгу к тому немногому, что стоит держать в памяти без справок.

Мера есть *сравнение с образцом, выраженное числом с единицей и погрешностью*; и три этих слова — образец, единица, погрешность — суть всё, о чём спрашивают у числа. Образец кем-то установлен и по цепи сверок доходит до прибора; всякое звено цепи неточно; и число без погрешности говорит больше, чем знает.

Точность проверяют повторением, верность — образцом; вчетверо больше измерений — вдвое точнее, но кривая линейка от повторения не выпрямляется. Знаков в числе — сколько заслужила мера; на половине шкал нельзя ни складывать, ни говорить «вдвое»; мера того, что не вещь, есть мера признака и читается вместе с уговором.

Обманывают числом без единицы и без погрешности, средним без разброса, процентом без основания, графиком без нуля, сравнением несравнимого; и мера, за которую платят, начинает мерить умение её давать. Против всего этого одно — четыре скучных вопроса: чего единица, какова погрешность, чем измерено, с чем и как сравнено.

И последнее. Мера служит суждению и не заменяет его; точность по предмету есть первое правило, и *«ничего сверх меры» относится к самой мере*. Кто знает, где мера кончается, тот мерит вернее того, кто мерит всё. На этом стоит и число, и мера.

МЕРА

Измерение, единицы и погрешность

Изложение в сорока главах

O.V.K — X.T.R

Набрано и свёрстано
для настольного издания
формата 148 × 210 мм