Переменка

Златопольский Дмитрий Михайлович

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ЛИНЕЙКА: ПРЕДОК КАЛЬКУЛЯТОРА

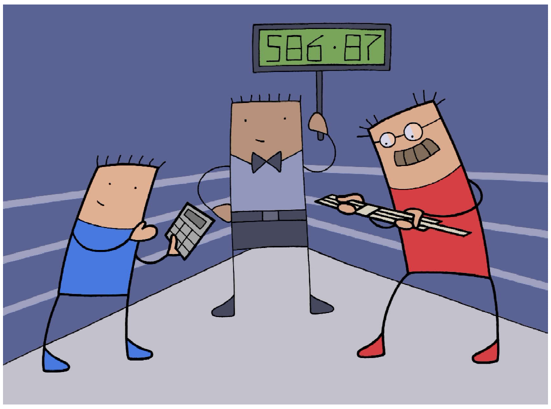
Наверное, многие из вас видели такую необычную линейку – из трех частей, средняя из которых «ездит» относительно крайних, да еще с «прицельной рамкой», которая двигается по всей линейке от одного конца до другого. Это – так называемая «логарифмическая линейка» – не просто вспомогательное средство для вычерчивания прямых линий и измерения длины, а настоящий счётный прибор, широко применявшийся до появления калькуляторов и персональных компьютеров (см. рис. 1).

Несмотря на внешнюю простоту, логарифмическая линейка представляла собой универсальный вычислитель, на котором можно было умножать и делить, вычислять квадратные и кубические корни, логарифмы, синусы, тангенсы и другие значения. Причем делалось это с достаточно большой точностью – до трех–четырех знаков после запятой.

Сегодня у каждого есть электронный калькулятор или даже компьютер, позволяющий легко и просто выполнить требуемые вычисления. Но разве не интересно будет узнать, как это делали наши родители, дедушки и бабушки?

Итак, познакомимся с основными принципами работы логарифмической линейки.

Даже если взять две обычные линейки, то с их помощью уже можно производить



Сегодня... легко и просто выполнить требуемые вычисления. Но... как это делали наши родители, дедушки и бабушки?

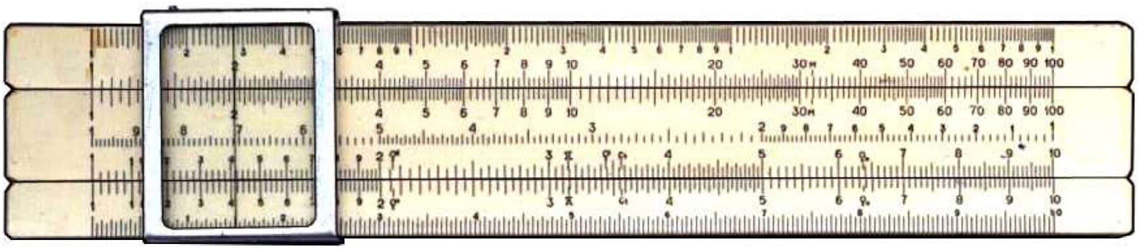


Рис. 1. Логарифмическая линейка

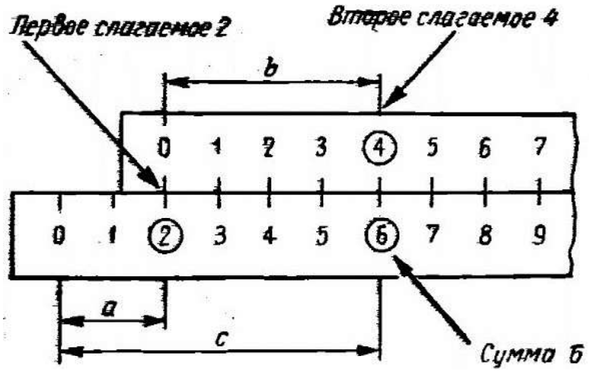


Рис. 2. Сложение при помощи двух обычных линеек

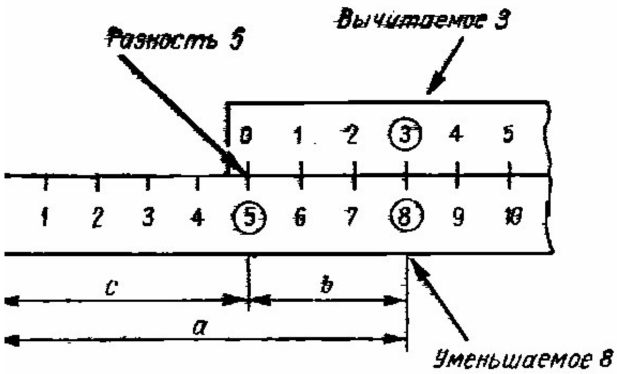


Рис. 3. Вычитание при помощи двух обычных

Рис. 4

Таблица 1

Число a	**lg$a$**	**Отрезок шкалы $\bar{a}$, соответствующий числу a**
1	0	0
2	0.3010	7.53
3	0.4771	11.93
4	0.6021	15.05
5	0.6990	17.47
6	0.7782	19.45
7	0.8451	21.13
8	0.9031	22.58
9	0.9542	23.86
10	1.0000	25.00

самые простые арифметические действия: сложение и вычитание. В этом легко убедиться, решив пример: $2 + 4 = 6$ или $8 - 3 = 5$.

В первом случае, совместив шкалы линеек, как показано на рис. 2, мы найдем ответ: 6. Во втором случае, рассматривая положение шкал на рис. 3, мы прочитаем ответ 5.

Конечно, использовать для сложения и вычитания обычные линейки нецелесообразно. Эти действия всегда было проще и удобнее производить в уме, а для больших чисел – на счётах. Но сам описанный выше приём оказывается очень полезным для умножения, деления, а также выполнения многих алгебраических и тригонометрических действий, если воспользоваться не обычными линейками, имеющими равномерные шкалы, а линейками с так называемыми «логарифмическими шкалами».

Чтобы понять, что это такое, проведем горизонтальную прямую, на ней будем размечать вертикальные штрихи, а рядом с ними – ставить метки (числа) – рис. 4.

Для построения логарифмической шкалы воспользуемся следующим «уравнением логарифмической шкалы»:

$$\bar{a} = m \lg a,$$

где a – метка штриха, поставленного на расстоянии $\bar{a}$ см от начала шкалы, $\lg a$ – десятичный логарифм[1] числа a, m – модуль шкалы, равный её длине.

Стандартным считался размер шкалы счётной линейки длиной 25 см, поэтому дальнейшие расчёты мы проведем с этим значением.

Умножая модуль шкалы (25) на $\lg 1$, $\lg 2$, $\lg 3$, $\lg 4$ и т. д., получим длины отрезков (в сантиметрах), сответствующие штриху для того или иного числа (табл. 1).

Нанеся штрихи согласно полученным длинам отрезков $\bar{a}$ на линейку и поставив рядом с ними соответствующие метки a,

[1] Напомним, что десятичным логарифмом числа a называется показатель степени m, в которую следует возвести число 10 (основание логарифма), чтобы получить a. Например, $\lg 100 = 2$; $\lg 1000 = 3$, $\lg 1 = 0$ и т. д. Ясно, что значения логарифма могут быть и дробными.

мы получим логарифмическую (неравномерную) шкалу (рис. 5).

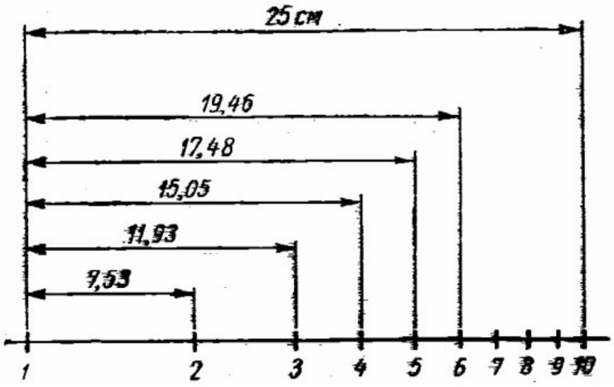


Рис. 5. Построение логарифмической шкалы длиной 25 см

Читатели, изучавшие логарифмы, знают, что:

$\lg(a \cdot b) = \lg a + \lg b,$

$\lg\left(\dfrac{a}{b}\right) = \lg a - \lg b,$

$\lg a^n = n \lg a,$

$\lg \sqrt[n]{a} = \lg a^{\frac{1}{n}} = \dfrac{\lg a}{n},$

то есть логарифм произведения равен сумме логарифмов сомножителей, логарифм частного равен разности логарифмов делимого и делителя, логарифм степени равен логарифму основания, умноженному на показатель степени, и, наконец, логарифм корня равен логарифму подкоренного числа, деленному на показатель корня.

Зная эти соотношения и воспользовавшись логарифмическими шкалами, мы можем свести умножение чисел к сложению логарифмов, деление – к вычитанию логарифма делителя из логарифма делимого и т.д.

Примеры

1) $a \cdot b = c$ при $a = 2$, $b = 3$.

Логарифмируя обе части равенства, получаем:

$\lg a + \lg b = \lg c.$

Взяв две линейки с логарифмическими шкалами и установив их друг относительно друга, как показано на рис. 6, мы увидим, что мы произвели сложение значений $\lg 2$ и $\lg 3$ и получили в результате $\lg 6$, то есть произведение 2 на 3 равно 6.

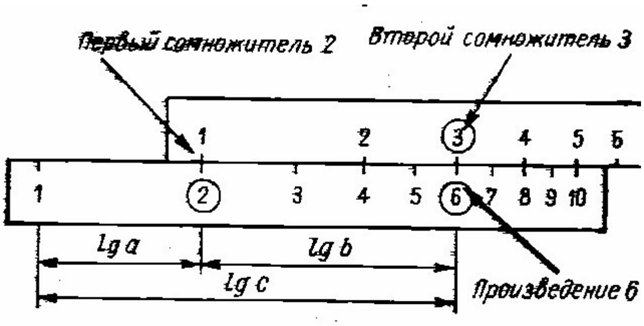


Рис. 6. Схема установки шкал при умножении

2) $\dfrac{a}{b} = c$ при $a = 8$, $b = 4$.

Логарифмируя обе части равенства, получаем:

$\lg a - \lg b = \lg c.$

Соответствующая установка логарифмических линеек показана на рис. 7, из которого видно, что разность логарифмов делимого и делителя дает логарифм частного, в нашем случае – 2.

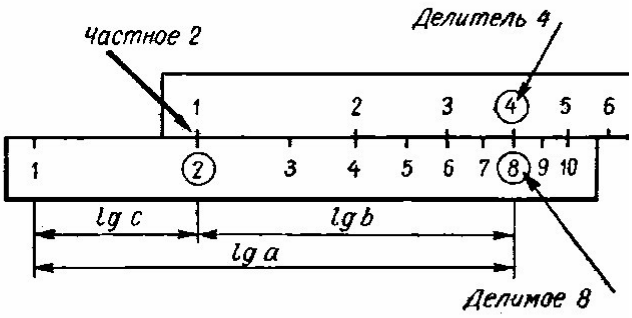


Рис. 7. Схема установки шкал при делении

Описанные особенности и лежат (а точнее, лежали) в основе работы логарифмической линейки. Она состояла из трех частей:

1) корпуса (рис. 8);

2) движка в средней части, свободно передвигающегося в пазах корпуса (рис. 9);

3) стеклянного бегунка, на котором нанесена «визирная линия», или «волосок», служащая для точного считывания рисок на шкалах и облегчения чтения значений (см. рис. 8).

Рис. 8. Корпус линейки

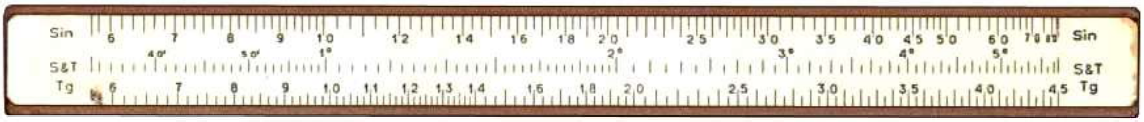


Рис. 9. Движок линейки (показан его оборот)

На корпусе и на движке нанесены различные логарифмические шкалы. Причем вертикальные штрихи на них имеются не только для целых значений меток, но и для десятых и других долей единицы.

Мы не будем здесь описывать все возможности линеек, а рассмотрим только примеры умножения и деления. Остальные действия заинтересовавшиеся читатели могут посмотреть, например, на сайте https://ru.wikihow.com/пользоваться-логарифмической-линейкой или в книгах, которые выпускались массовыми тиражами во времена СССР (http://www.studmed.ru/panov-dyu-schetnaya-lineyka_09a8e2ec08b.html).

Умножение

Чтобы перемножить два числа, поступали следующим образом.

1. На основной шкале корпуса линейки (на рис. 9 она – вторая снизу) отыскивали первый сомножитель и на него устанавливали начало основной, нижней, шкалы движка (она на лицевой стороне последнего и точно такая же, как основная шкала корпуса).

2. На основной шкале движка волосок бегунка устанавливался на втором сомножителе.

3. Ответ можно было прочитать на основной шкале линейки корпуса под волоском.

Пример для умножения 2 на 3 будет аналогичен показанному на рис. 6 (второй множитель и произведение указывались волоском).

Если при этом волосок выходил за пределы шкалы, то на первом шаге на первый сомножитель устанавливали не начало, а конец движка (с числом 10). Пример умножения 4,18 на 8 показан на рис. 10.

Деление

Чтобы разделить одно число на другое, делали так.

1. На основной шкале корпуса линейки отыскивали делимое, на которое устанавливали волосок бегунка.

2. Под волосок бегунка подводили делитель, найденный на основной шкале движка.

3. Результат определяли на основной шкале корпуса напротив начала или конца движка.

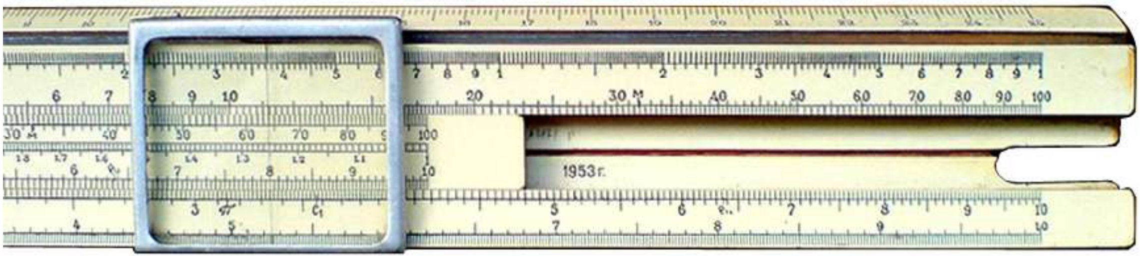


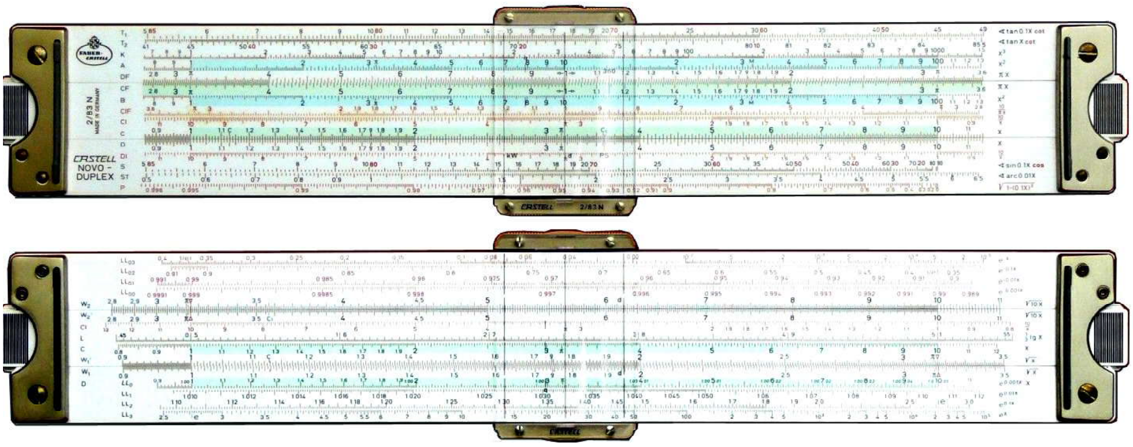
Рис. 10. Способ умножения со смещением движка влево

Рис. 11. **С**.П. Королёв с логарифмической линейкой в руках (фото из фонда «Русский мир» – https://www.russkiymir.ru/upload/medialibrary/daf/daf6593bbc42fb10922ed7eb0a45b380.jpg)

Пример деления 8 на 4 иллюстрирует схема на рис. 7 (делимое и делитель указывались волоском).

Сегодня логарифмическая линейка нашим читателям, наверное, покажется таким же анахронизмом, своего рода «динозавром», как счёты или арифмометр «Феликс». Но всего 50 лет назад логарифмическая линейка была непременным спутником любого инженера – даже, например, подготовка полета на Луну и создание космических аппаратов «Аполлон» выполнялись при помощи этого нехитрого инструмента. И Сергей Павлович Королёв – гениальный конструктор советских космических аппаратов – тоже пользовался логарифмической линейкой (рис. 11).

Разнообразие моделей этих «микрокалькуляторов с бегунком» поражает воображение. Так, выпускались логарифмические линейки с разным количеством шкал для расчетов (рис. 12), с разной конструкцией корпуса



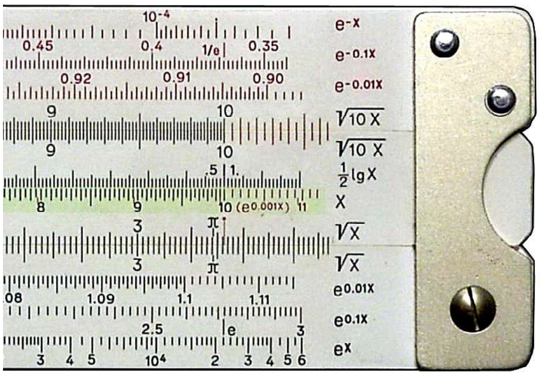
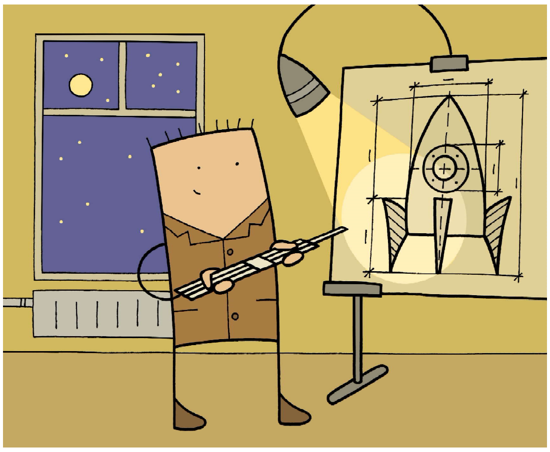


Рис. 12. Многошкальные логарифмические линейки



...даже... подготовка полета на Луну и создание космических аппаратов «Аполлон»...

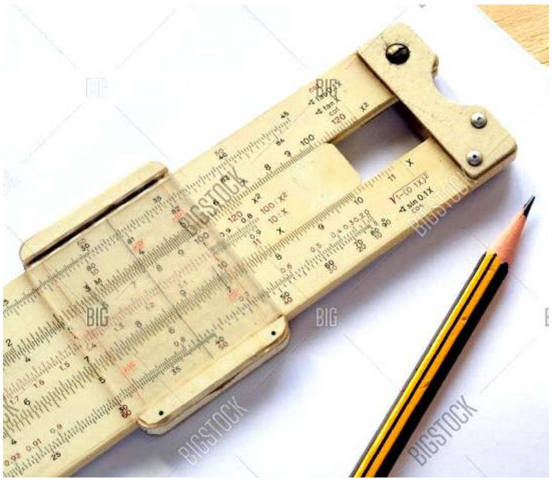


Рис. 13. Логарифмическая линейка с «полым» корпусом

(рис. 13), из разных материалов и разного размера (рис. 14) и т. д.

Интересно, что большую по размеру логарифмическую линейку использовал для «расчетов» герой знаменитой советской кинокомедии «Самогонщики», роль которого исполнял Юрий Никулин (рис. 15).

Кроме линеек прямоугольной формы, выпускались также круговые логарифмические линейки (рис. 16–19), на которых шкалы располагались не одна под другой, а на концентрических окружностях.

В круговой логарифмической линейке КЛ-1 установка чисел и другое управление расчетами осуществлялось с помощью двух вращающихся головок; с помощью одной

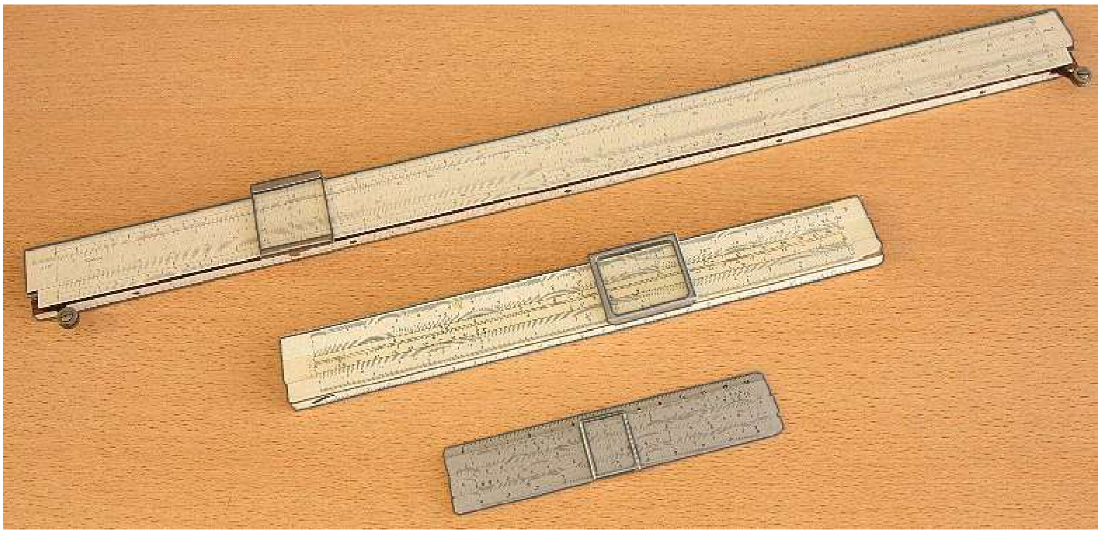


Рис. 14. Линейки разных размеров (самая маленькая — цельнометаллическая)

Рис. 15. Кадр из фильма «Самогонщики»

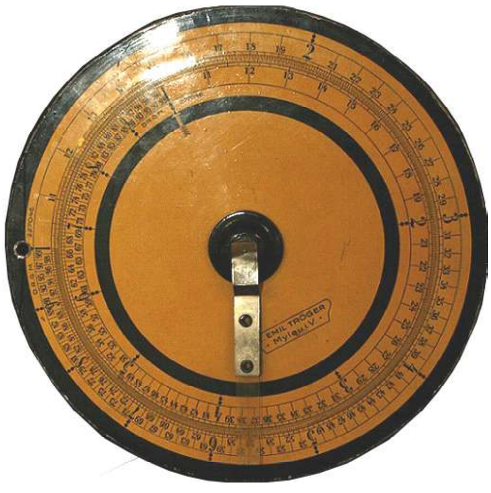


Рис. 16. Круговая логарифмическая линейка диаметром 30 см

Рис. 17. Круговая логарифмическая линейка Rotarule Modell AA 1939 г. для работы в полевых условиях, с чехлом и линзой в комплекте

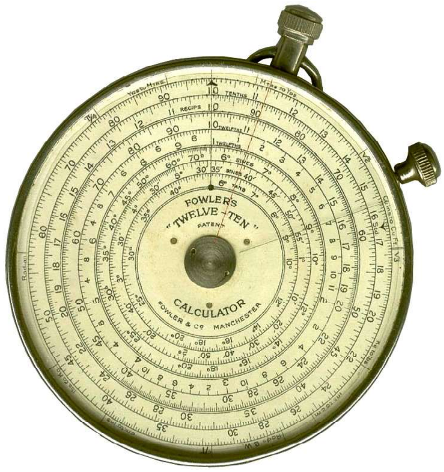


Рис. 18. Круговая логарифмическая линейка фирмы Fowler была одной из самых популярных в мире

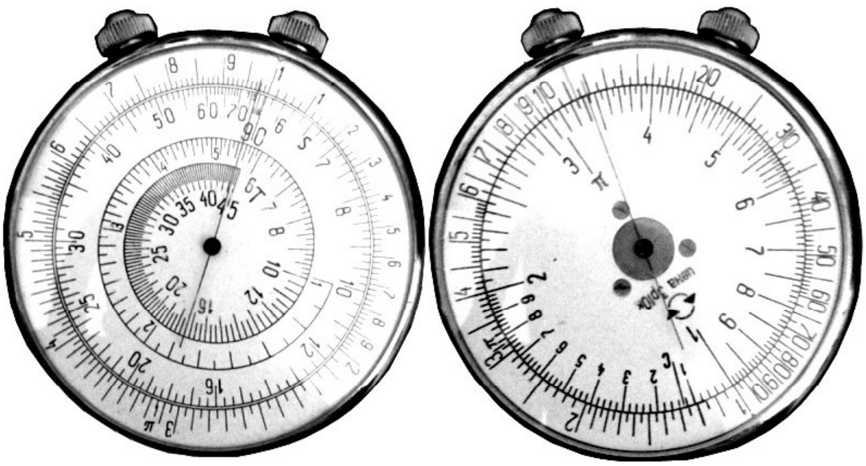


Рис. 19. В советской круговой логарифмической линейке КЛ-1 шкалы были размещены на обеих сторонах прибора

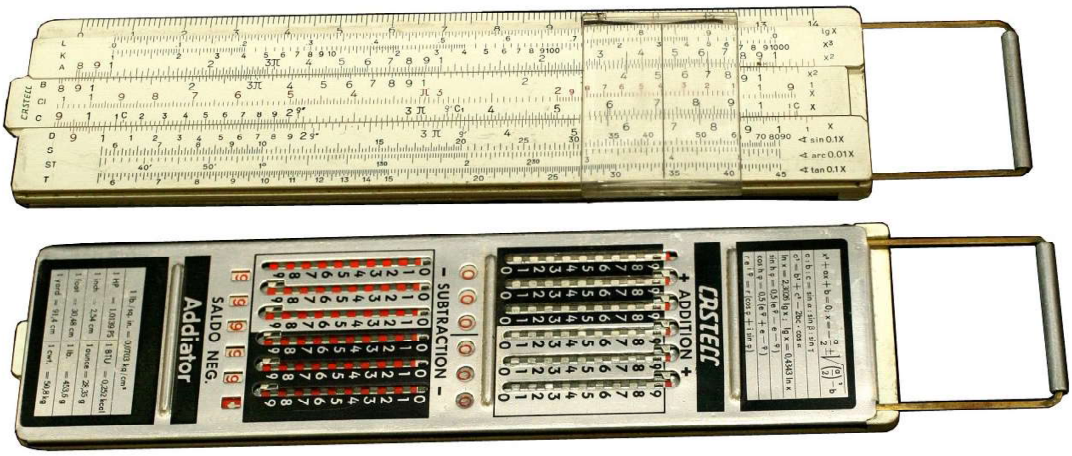


Рис. 20. Логарифмическая линейка + так называемый «счислитель Куммера» (прибор для сложения и вычитания)

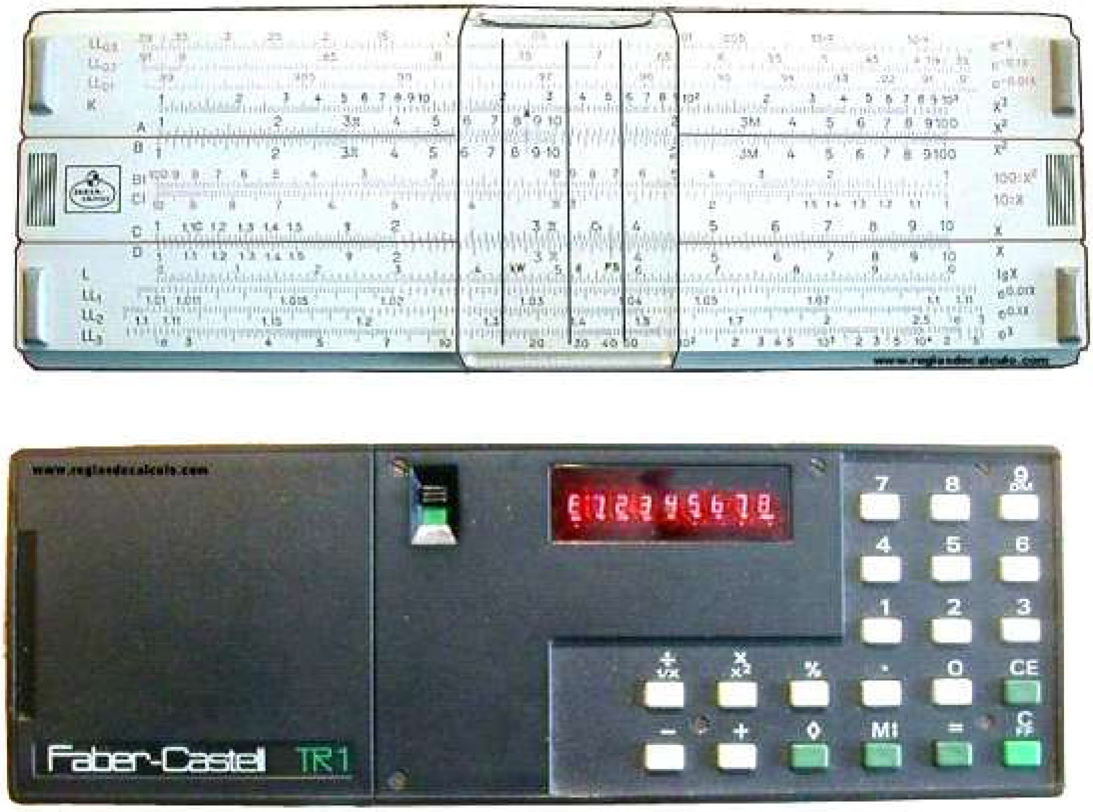


Рис. 21. Электронный калькулятор с… встроенной логарифмической линейкой

Рис. 22. Первая логарифмическая линейка, объединенная с часами (разработка Meyrat & Perdrizet 1890-х годов)

перемещались стрелки, с помощью другой – подвижный циферблат. Как обычной линейкой, ею спину не почешешь, зато она очень компактная, её можно было носить в кармане.

Предлагались также конструкции, соединяющие в себе линейку и другой счетный прибор (как бы сказали сейчас, «два в одном», рис. 20–21).

Еще в XIX веке была выпущена логарифмическая линейка, объединенная с часами (рис. 22) — по сути, «предтеча» современных часов с встроенным калькулятором.

Существовали даже карандаши, на гранях которых были предусмотрены логарифмическая шкала, движок и бегунок (рис. 23). Как удобно – рассчитал и тут же записал результат.

И уж совсем экзотический экземпляр – булавка для галстука в виде логарифмической линейки (рис. 24). Несмотря на наличие подвижных частей с нанесенными на них

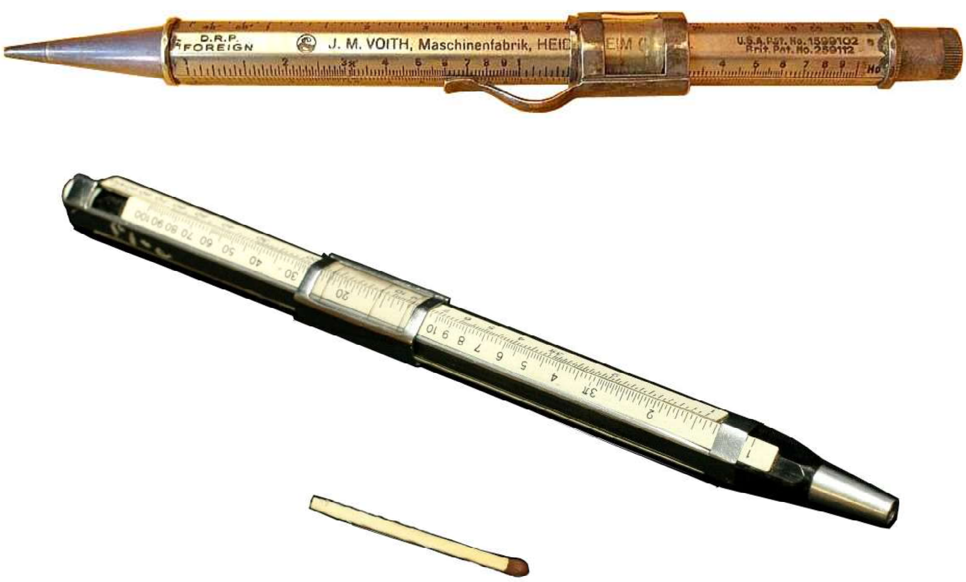


Рис. 23. Карандаши с логарифмической шкалой

Рис. 24. Логарифмическая линейка – булавка для галстука

числами и наличие движка и бегунка, конечно, это – сувенир…

В статье использованы материалы с сайта http://funon.cc/show/o-logarifmicheskih-lineykah-strannyh-i-raznyh-181334 («О логарифмических линейках, странных и разных») и фотографии экспонатов музея истории вычислительной техники школы № 1530 «Школа Ломоносова» г. Москвы (www.museum.ru/m2744).

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙКЕ [1]

Около 1594 г. Шотландский математик барон Джон Непер (John Neper, 1550–1617) придумал логарифмы.

1620 г. Английский математик Эдмунд Гунтер (Edmund Gunter, 1581–1626) опубликовал работу «Свод треугольников…» («Canon Triangulation, sive Tabulae Sinuum et Tangentium artificialium»), содержавшую первые семизначные таблицы десятичных логарифмов тригонометрических функций. Кроме того, в этом издании впервые появилось описание изобретенной автором *логарифмической шкалы* (*Gunter's Line* или *Gunter's Scale*), которая стала прообразом логарифмической линейки. Шкала имела длину около 60 см, а для ее использования, кроме нее, требовались также два циркуля.

1629 г. Ричард Деламейн (Richard Delamain, 1600–1644), преподаватель математики английского короля Карла I, послал своему ученику работу «Grammelogia, or the Mathematicall Ring», в которой описал устройство *круглой логарифмической линейки*. Работа была опубликована год спустя.

1632 г. Уильям Отред (William Oughtred, 1574–1660), выдающийся английский математик и педагог, опубликовал книгу «Circles of Proportion and Horizontal Instrument» («Круги отношения и горизонтальный инструмент»). В ней он описал круглую логарифмическую линейку и обвинил Деламейна в присвоении своего изобретения. Существуют убедительные свидетельства того, что изобретения Отреда действительно было сделано на несколько лет раньше, однако Деламейн, скорее всего, пришел к своей идее независимо от Отреда.

1633 г. Увидело свет новое издание работы У. Отреда, снабженной дополнением «An Addition onto the Vse of the Instrument called the Circles of Proportion». В нем содержалось описание прямоугольной логарифмической линейки, которая состояла из *двух* отдельных шкал, сдвигаемых друг относительно друга.

1657 г. Англичанин Сет Партридж (Seth Partridge, 1603–1668) в небольшой книге «Double Scale of Proportion» («Двойная шкала пропорций») впервые описал логарифмическую линейку с *движком*, скользящим в вырезе корпуса между двух шкал (книга была опубликована в 1662 г.). (В 1914 г. была обнаружена линейка аналогичной конструкции с выгравированной на ней надписью «Made by Robert Bissaker. 1654 for T. W.». Однако сведения ни об авторе этого изобретения Роберте Биссакере, ни о заказчике работы не известны.)

1663 г. (14 апреля). Известный английский мемуарист Сэмюэл Пепис (Samuel Pepys, 1633–1703) записал в своем дневнике «Я шагал в Гринвич, рассматривая логарифмическую линейку… Она очень хороша». В этой записи впервые в литературе было зафиксировано название *логарифмическая линейка* (англ. – *slide rule*) – ни У. Отред, ни Р. Деламейн его не использовали.

1850-е годы. Молодой артиллерийский офицер из г. Мец (Франция) Амедей Мангейм (Amèdèe Mannheim, 1831–1906) усовершенствовал логарифмическую линейку (описание было опубликовано в декабре 1851 г. Он добавил к ней прозрачный бегунок с визирной линией, после чего прибор принял современный вид.

Литература

1. *Шилов В. В.* Хроника информационных технологий. Часть 2. // «Информационные технологии», 2006, № 5.
2. *Шилов В. В.* Хроника информационных технологий. Часть 3. // «Информационные технологии», 2006, № 10.

Златопольский Дмитрий Михайлович,
кандидат технических наук,
организатор и директор музея истории вычислительной техники школы № 1530 «Школа Ломоносова» г. Москвы.