

ВѢСТІА ИМПЕРАТОРСКАГО ОБЩЕСТВА ЛЮБИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНІА, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФІИ,

СОСТОЯЩАГО ПРИ

ИМПЕРАТОРСКОМЪ МОСКОВСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

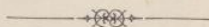
ТОМЪ ХСІ ВЫПУСКЪ І.

~~137~~  
15  
XXIV 138  
1

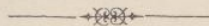
# ТРУДЫ

## ОТДѢЛЕНІА ФИЗИЧЕСКИХЪ НАУКЪ

ОБЩЕСТВА ЛЮБИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНІА.



ТОМЪ СЕДЬМОЙ.



Выпускъ первый.



*Подъ редакціею Н. Е. Жуковскаго и П. В. Преображенскаго.*



МОСКВА.

Типографія М. Г. Волчанинова, Большой Чернышевскій пер., д. Пустошкина прот. Англ. ц.

1894.

Такимъ образомъ коэффициентъ тренія нашей резины изъ этого опыта есть

$$f = \frac{1,609}{1,257} = 1,28.$$

$$2) T = 100, t = 50.$$

$$a = 5, b = 3,4, \frac{a}{a-b} = \frac{50}{16}.$$

$$\frac{h}{r} \text{ соотвѣтствуетъ } 8 \text{ об.} = 8.6 = 48^{\circ}.$$

$$\beta = 48. \frac{50}{16} = 150^{\circ}.$$

$$\alpha' = 180 - 150 = 30^{\circ}, \alpha' \text{ въ доляхъ радіуса} = 0,523.$$

$$\lg \frac{T}{t} = \lg 2 = 0,693.$$

$$f = \frac{0,693}{0,523} = 1,32.$$

$$3) T = 50, t = 20.$$

$$a = 5, b = 4, \frac{a}{a-b} = 5.$$

$$\frac{h}{r} \text{ соотвѣтствуетъ } 4,5 \text{ об.} = 4.5.6 = 27.$$

$$\beta = 27.5 = 135^{\circ}.$$

$$\alpha' = 180 - 135 = 45^{\circ}, \alpha' \text{ въ доляхъ радіуса} = 0,785.$$

$$\lg \frac{T}{t} = \lg 5 - \lg 2 = 1,609 - 0,693 = 0,916.$$

$$f = \frac{0,916}{0,785} = 1,17.$$

Эти вычисления показываютъ, что уже при первоначальныхъ приближенныхъ наблюденіяхъ величина  $f$  получается въ разныхъ случаяхъ довольно близкая. Мы надѣемся указанною методою произвести наблюденія надъ ремнями надлежащаго размѣра.

## Ариѳмометръ Чебышева.

### Устройство ариѳмометра.

Ариѳмометръ Чебышева состоитъ изъ двухъ частей: *части для сложенія* и *части для умноженія*; первая служитъ для дѣйствій сложенія и вычитанія, вторая — для умноженія и дѣленія.

### Приборъ для сложенія.

На одной и той же оси могутъ вращаться десять цифровыхъ колесъ (фиг. 1), по ободу которыхъ на-

ность ариѳмометра Чебышева состоитъ въ совершенно оригинальномъ приспособленія для перевесенія десятковъ. Прочитавъ въ моей статьѣ описаніе ариѳм. Зеллинга, П. Л. пишетъ: „Изъ этой статьи видно, что основная часть моей машины одинакова по составу съ тѣмъ, что и у Зеллинга. Интересно знать кто изъ насъ первый употребилъ такую систему зубчатыхъ колесъ въ ариѳмометрѣ; у другихъ, сколько мнѣ извѣстно, ничего подобнаго не было и потому то, какъ я думаю, ихъ ариѳмометры неимѣли надлежащаго успѣха.“ Изобрѣтеніе Чебышевымъ своего ариѳмометра произошло почти за десять лѣтъ до изобрѣтенія Зеллинга, что прямо указываетъ кому надо отдать первенство въ этомъ важномъ изобрѣтеніи. Я счастливъ тѣмъ, что на мою долю выпало первымъ познакомить русское общество съ замѣчательнымъ изобрѣтеніемъ нашего знаменитаго соотечественника. На сколько мнѣ настоящимъ сообщеніемъ удалось оправдать ожиданія самого Пафнута Лвовича предоставляю судить читателямъ и прежде всего самому изобрѣтателю. Въ заключеніе прибавлю, что терминологія, принятая мною въ этомъ описаніи прибора одобрена самимъ П. Л.

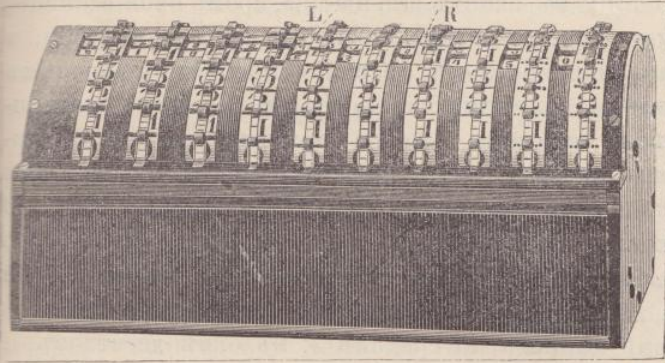
В. Ф. Б.

Въ 1878 г. русскій математикъ и академикъ П. Л. Чебышевъ изобрѣлъ ариѳмометръ оригинальнаго типа. Не смотря на сложность устройства, приборъ этотъ имѣетъ выдающіяся достоинства и во многихъ отношеніяхъ стоитъ выше всѣхъ существующихъ приборовъ этого рода.

До послѣдняго времени устройство ариѳмометра Чебышева совершенно не было извѣстно, такъ какъ единственный экземпляръ, построенный имъ въ 1878 году, хранится во Франціи въ Conservatoire des arts et métiers, описаніе же его явилось впервые въ лѣтописяхъ этой консерваторіи лишь въ концѣ 1893 года. \*)

\*) Annales du Conservatoire des arts et métiers. T. V. 2-e serie Paris 1893. . Описаніе сдѣлано Оканъ (m-er d'Ocagne). Въ настоящемъ моемъ сообщеніи я только отчасти воспользовался этимъ описаніемъ, которымъ впрочемъ и самъ Пафнутій Львовичъ остался недоволенъ. Я описалъ здѣсь устройство ариѳмометра подробно, для чего пользовался небольшою замѣткой самого П. Л., помѣщенной въ „Revue Scientifique“ (1882 г. № 18), а также нѣкоторыми письменными указаніями, сообщенными мнѣ изобрѣтателемъ и прекрасными фотографіями внутреннихъ частей прибора — которыя онъ любезно прислалъ мнѣ. Познакомившись съ моими статьями объ ариѳмометрахъ, помѣщенными въ „Запискахъ Моск. Отдѣленія Имп. Русск. Технич. Общества“ (1892 и 1893 гг.), П. Л., по поводу приготовленнаго мною настоящаго сообщенія объ его ариѳмометрѣ, пишетъ: „Вашимъ сообщеніемъ разъяснится многое, что такъ темно у Оканъ и онъ самъ воспользуется этимъ при предстоящихъ конференціяхъ въ Консерваторіи“. Главная особен-

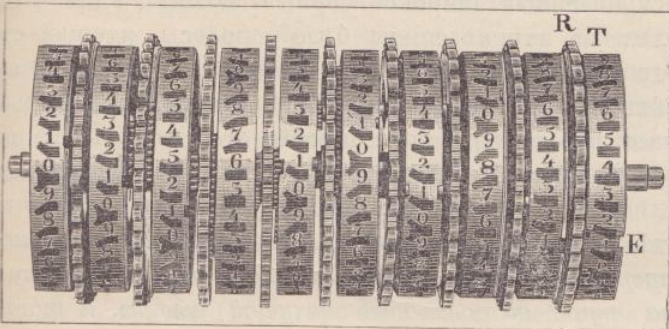
гравированы цифры: 0,1,2...9, повторяющіяся три раза. Ось помѣщается въ особомъ ящикѣ, закры-



Фиг. 1.

томъ сверху полцилиндрической крышкѣ, имѣющей на верху по направленію одной изъ производящихъ рядъ оконъ *L*, въ которыхъ и видны цифры колесъ, выражающія окончательный результатъ, произведеннаго на приборѣ того или другого дѣйствія.

По правую сторону каждаго цифрового колеса имѣется движущее зубчатое колесо *R* (фиг. 2) съ



Фиг. 2.

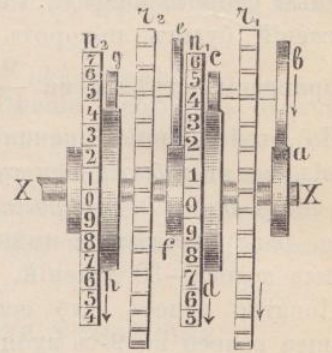
27-мью зубцами, которое, если вращать его за зубцы, приводитъ во вращеніе лѣвое цифровое колесо. (На рисунокѣ крайнее правое движущее колесо снято).

Когда которое нибудь изъ цифровыхъ колесъ вращается, то рядомъ съ нимъ стоящее лѣвое цифровое колесо приходитъ также въ движеніе, проходя въ томъ же направленіи  $\frac{1}{10}$  часть того же пути; въ тоже время это послѣднее колесо можетъ совершать, независимо отъ этого движенія, и то движеніе, которое оно получаетъ отъ своего движущаго колеса.

Чтобы выполнить это сложное движеніе, Чебышевъ приспособилъ на каждомъ изъ движущихъ колесъ особую эпициклопальную передачу. Схема-

тический чертежъ этой передачи изображенъ на фиг. 3, гдѣ для ясности чертежа колеса раздвинуты.

Два движущія зубчатыхъ колеса обозначены буквами  $r_1$  и  $r_2$ ;  $n_1$  и  $n_2$  — два цифровыя колеса (для единицъ и десятковъ). На общей оси *XX* насажено неподвижное зубчатое колесо, —единственное неподвижное колесо во всей этой системѣ; за него зацѣпляется зубчатое колесо *b*,



Фиг. 3.

сидящее на оси, которая проходитъ сквозь стѣнку движущаго колеса  $r_1$  (такъ называемое планетное колесо), а на другомъ концѣ этой же оси находится шестерня *c*. Оба колеса *b* и *c* составляютъ одно цѣлое съ осью *cb*. Шестерня *c* зацѣпляется за зубцы колеса *d*, составляющаго одно цѣлое съ цифровымъ колесомъ  $n_1$ , а съ другой стороны колеса  $n_1$  находится также соединенное съ нимъ колесо *f*, одинаковаго діаметра съ колесомъ *a*, и за него зацѣпляется колесо *e*. Ось колеса *e* проходитъ сквозь стѣнку движущаго колеса  $r_2$  и имѣетъ на концѣ шестерню *g*. Шестерня *g* зацѣпляется за зубцы колеса *h*, скрѣпленнаго съ цифровымъ колесомъ  $n_2$ . То же повторяется и далѣе по всей системѣ.

Отношеніе зубцовъ колесъ каждой изъ эпициклопальной передачи должно равняться 10; поэтому Чебышевъ далъ слѣдующее число зубцовъ зубчатымъ колесамъ: *a* и *f* имѣютъ по 12-ти зубцовъ; *b* и *e* по 48-ми зубцовъ; *c* и *g*—по 24-ре зубца; *d* и *h*—по 60-ти зубцовъ, что и даетъ требуемое отношеніе:

$$\frac{48}{24} \times \frac{60}{12} = 10.$$

Положимъ, что мы сообщили колесу  $r_1$  одинъ полный оборотъ впередъ, по направленію стрѣлки. Колесо *b* и *c*, сдѣлавъ также полный оборотъ, въ то же время вращаются на своей общей оси *cb*. Колесо *b* съ 48-ю зубцами, задѣвая за зубцы колеса *a*, имѣющаго 24-ре зубца, повернется также на 24-ре зубца или на полъ оборота; поэтому и шестерня *c* повернется впередъ на полъ оборота, и слѣдовательно повернетъ колесо *d* на 6-ть зубцовъ назадъ. Такъ какъ колесо *d* имѣетъ 60 зубцовъ, то оно, вмѣстѣ съ цифровымъ колесомъ  $n_1$ , повернется назадъ на  $\frac{1}{10}$  полного оборота. Одновременно съ

колесомъ  $r_1$ , какъ мы видѣли уже, ось  $bc$  дѣлаетъ впередъ полный оборотъ, и черезъ шестерню  $e$  заставляетъ и цифровое колесо  $n_2$  сдѣлать также полный оборотъ впередъ. Результатомъ этихъ двухъ движеній будетъ поворотъ колеса  $n_1$  впередъ по направленію стрѣлки на  $\frac{9}{10}$  поворота колеса  $r_1$ .

По этой именно причинѣ на приборѣ для сложенія число зубцовъ движущихъ колесъ относится къ числу дѣлений цифровыхъ колесъ, какъ 9 къ 10, т. е. движущія колеса имѣютъ 27 зубцовъ, а цифровыя колеса—30 дѣлений.

Понятно теперь, что если мы повернемъ движущее колесо на 9-ть зубцовъ или на  $\frac{1}{3}$  оборота, т. е. перенесемъ зубецъ съ 0 на 9, то цифровое колесо повернется на  $\frac{9}{10}$  этого поворота, а такъ какъ на  $\frac{1}{3}$  обода оно имѣетъ 10-ть дѣлений, то оно въ окнѣ также покажетъ вмѣсто 0 цифру 9. Точно также, когда движущее колесо единицъ  $n_1$  повернется на одну цифру (съ 0 на 1), то на первомъ цифровомъ колесѣ, т. е. въ окнѣ единицъ, появится также 1; то же будетъ при поворотѣ перваго движущаго колеса на 2, 3, 4, . . . , когда въ окнѣ единицъ будутъ получаться цифры 2, 3, 4, . . . , т. е. въ срединѣ окна единицъ всегда получится только одна цифра и притомъ соответствующая тому числу, на которое повернулся зубецъ колеса.

Колесо  $n_1$ , черезъ систему колесъ  $e, f, g, h$ , передаетъ свое вращеніе колесу десятковъ  $n_2$  на  $\frac{1}{10}$  своего поворота, такъ какъ размѣры этихъ колесъ совершенно такіе же, какъ и колесъ  $a, b, c, d$ . По этому, при откладываніи на колесѣ единицъ одной цифры, колесо десятковъ передвигается на  $\frac{1}{10}$  часть такого же пути, и при отложеніи на колесѣ единицъ десяти цифръ, т. е. отъ 0 до слѣдующаго 0, въ окнѣ десятковъ произойдетъ передвиженіе на одну цифру, т. е. *десятокъ самъ собой перейдетъ съ колеса единицъ* (гдѣ появится опять 0) *на колесо десятковъ* (гдѣ вмѣсто 0 появится 1). Такое же перенесеніе десятковъ происходитъ и на всѣхъ другихъ колесахъ. Такимъ образомъ, на ариѐмометрѣ Чебышева совершается *постепенное* передвиженіе десяти единицъ низшаго разряда въ видѣ одной единицы на колесо высшаго разряда, безъ перескакиваній, какъ это дѣлается въ ариѐмометрахъ другихъ системъ \*). Этимъ ариѐмометръ Чебышева существенно отличается отъ другихъ ариѐмометровъ.

Замѣтимъ еще, что колесо  $n_2$ , получая  $\frac{1}{10}$  часть поворота колеса  $n_1$ , передаетъ также  $\frac{1}{10}$  часть своего поворота колесу сотенъ  $n_3$  (т. е.  $\frac{1}{100}$  часть по-

ворота колеса  $n_1$ ); это послѣднее колесо передаетъ  $\frac{1}{10}$  часть своего поворота колесу тысячъ  $n_4$  и т. д.; поэтому въ окнахъ всѣ цифры, кромѣ окна единицъ, будутъ расположены не на одной прямой линіи, а въ зависимости отъ величины поворота цифровыхъ колесъ, находящихся съ правой стороны. Для примѣра, положимъ, что мы отложили на колесѣ единицъ число 8; тогда въ окнѣ единицъ на срединѣ окна будетъ стоять цифра 8, въ окнѣ десятковъ 0 подвинется отъ средины внизъ на 0,8, въ окнѣ тысячъ 0 подвинется отъ средины окна на 0,08 и т. д. Придавъ къ единицамъ еще 5, получимъ: въ окнѣ единицъ по срединѣ 3; въ окнѣ десятковъ 1, которая будетъ стоять ниже срединѣ на 0,3; въ окнѣ сотенъ 0 будетъ стоять на 0,11 ниже средины и т. д. Такимъ образомъ, цифры будутъ находиться въ окнахъ однѣ выше, другія ниже, и только единицы всегда лежатъ въ срединѣ окна. Однако угловое разстояніе между положеніями той или другой цифры всегда будетъ меньше, нежели промежутокъ между двумя цифрами; самыя же окна на приборѣ имѣютъ такую величину, что въ нихъ можно видѣть одновременно двѣ цифры, а чтобы при чтеніи не сбиваться, между цифрами сдѣланы искривленныя широкія черныя полосы, такъ что, слѣдя за направленіемъ бѣлой полосы, идущей съ одного цифрового колеса на другое, легко видѣть общее направленіе всей бѣлой полосы, на которой написано число, хотя цифры его лежатъ не на одной прямой. При чтеніи числа, надо держаться слѣдующаго правила: *слѣдитъ отъ окна единицъ, гдѣ находится только одна цифра, вправо по непрерывной бѣлой полосѣ, переходя отъ одного окна на другое, до послѣдней значущей цифры, и тогда начинать чтеніе числа, по направленію той же полосы, слѣва направо*. Такимъ образомъ, на фиг. 1, читая слѣва направо, имѣемъ въ окнахъ прибора число: 3191730454.

Весьма важно, чтобы каждое движущее колесо при своемъ вращеніи всегда останавливалось въ *нормальномъ положеніи*, т. е. въ то время, когда его зубцы находятся на опредѣленныхъ образующихъ цилиндра, а именно, когда они находятся на цифрахъ, и чтобы они не могли сами собою сдвигаться съ этихъ цифръ. Для этой цѣли въ ящикѣ находятся особыя пружинныя задержки, которыя и производятъ всегда остановку зубцовъ въ нормальномъ положеніи.

Для установки прибора на нуль, каждое изъ цифровыхъ колесъ на правой сторонѣ немного скошено и на скосѣ сдѣланы три впадины  $E$  (фиг. 2), при началѣ каждаго изъ трехъ рядовъ цифръ. Съ

\*) Такое же устройство имѣетъ также ариѐмометръ Зеллинга, устроенный послѣ ариѐмометра Чебышева.

внѣшней стороны ящика на лѣвой сторонѣ находится кнопка, которую двигаютъ къ буквѣ *F* (*fermé*); при этомъ со дна ящика поднимается особая грабля съ изогнутыми зубьями, которые становятся противъ этихъ скосовъ. Всѣ зубья грабли утверждены на общемъ стержнѣ, длина же ихъ уменьшается отъ праваго конца къ лѣвому, поэтому только первый правый зубецъ опирается на сръзь первого колеса, остальные же зубья не касаются колесъ. Когда при вращеніи первого колеса одна изъ его выемокъ подойдетъ къ зубцу грабли, зубецъ этотъ западаетъ въ выемку и останавливаетъ дальнѣйшее вращеніе колеса, при чемъ въ соответствующемъ окнѣ получится *C*.

Когда первый зубецъ грабли западетъ въ выемку первого цифроваго колеса, второй зубецъ грабли, болѣе короткій, обопрется на сръзь второго цифроваго колеса (дѣйствіемъ пружины грабля надавливается на колесо), вращая это колесо до тѣхъ поръ, пока одна изъ его выемокъ не придетъ противъ зубца грабли, мы заставимъ второй зубецъ запасть въ впадину; при этомъ произойдетъ остановка второго колеса на нуль; теперь третій зубецъ грабли опирается на сръзь третьяго колеса, затѣмъ онъ западаетъ въ впадину и устанавливаетъ на нуль это колесо и т. д. Когда всѣ колеса будутъ послѣдовательно установлены на нуль, тогда передвигаютъ внѣшнюю кнопку въ обратную сторону на букву *L* (*libre*); при этомъ всѣ зубцы грабли выходятъ изъ впадинъ и освобождаютъ цифровыя колеса.

Полуцилиндрическая крышка прибора (фиг. 1) имѣетъ десять металлическихъ поясковъ со щелями посрединѣ, въ которыя выступаютъ зубцы движущихъ колесъ (10-ть зубцовъ на каждой щели), а на самыхъ пояскахъ написаны цифры: впереди 0, выше него 1, 2, 3...9, такъ что зубцы лежатъ противъ этихъ цифръ.

Для дѣйствія сложения зубцы движущихъ колесъ вращаютъ впередъ; для дѣйствія вычитанія зубцы движущихъ колесъ двигаютъ въ обратную сторону, т. е. спереди назадъ.

Размѣры прибора для сложения слѣдующіе: длина  $5\frac{1}{2}$  вершковъ, ширина—3 вершка, высота 4 вершка.

Такъ какъ приборъ состоитъ изъ 10-ти цифровыхъ колесъ, то на немъ можно получить наибольшую сумму 9999999999, если производится сложение только цѣлыхъ чиселъ.

Разсматривая отдѣльно приборъ для сложения, замѣтимъ, что это лучший приборъ для дѣйствій сложения и вычитанія изъ всѣхъ существующихъ приборовъ:

1) По простотѣ устройства.

2) По безусловной точности получаемыхъ на немъ результатовъ.

3) По безусловной прочности.

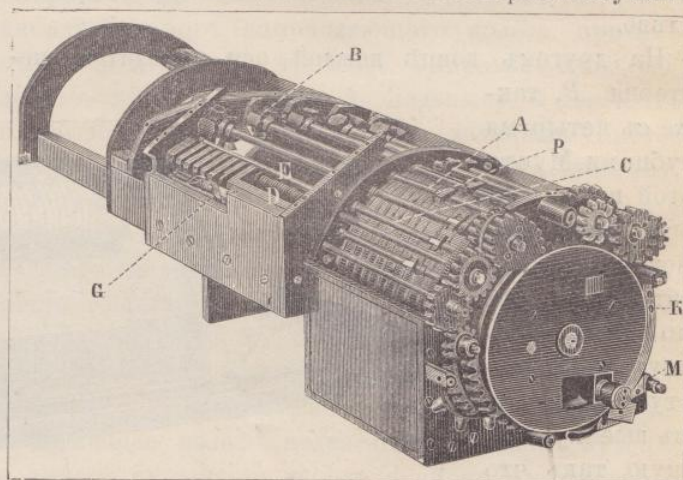
4) По скорости и простотѣ производства на немъ дѣйствія.

5) По своимъ малымъ размѣрамъ.

Свой приборъ для сложения Чебышевъ окончилъ въ 1878 году; черезъ три года (1881 г.) онъ приспособилъ къ этому прибору еще другую часть, которая дала возможность производить на арифмометрѣ также умноженіе и дѣленіе, что, конечно, усложнило приборъ.

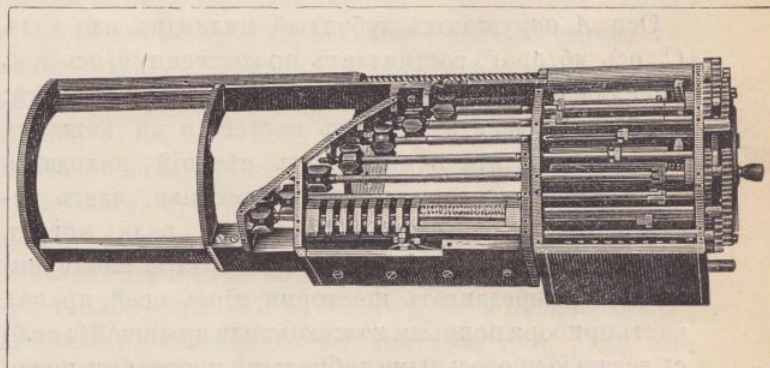
### Приборъ для умноженія.

Умноженіе совершается посредствомъ повторительныхъ сложений; для такихъ повтореній служить



Фиг. 4.

приборъ для умноженія, который соединяется съ приборомъ для сложения \*).



Фиг. 5.

Приборъ для умноженія состоитъ главнымъ образомъ изъ ряда стальныхъ осей *A* (фиг. 4 и 5), рас-

\*) На фиг. 4 и 5 приборъ для умноженія изображенъ отдѣльно отъ части, служащей для сложения, безъ кожуха и счетчика, о которыхъ будетъ сказано ниже.

положенныхъ параллельно образующимъ на приборѣ для сложения. Оси *A* имѣютъ различную длину, такъ что зубчатые колеса *B*, находящіяся по одному на концѣ каждой изъ осей, зацѣпляются за одно изъ движущихъ колесъ для сложения.

Каждое зубчатое колесо *B* имѣетъ четыре зубца особой формы, которые свободно входятъ въ промежутки между зубцами движущихъ колесъ.

Оси *A* вращаются въ гнѣздахъ стѣнокъ особаго ящика, устанавливаемаго на основаніи въ видѣ доски (фиг. 6), правая часть ящика стоитъ дномъ своимъ на этой доскѣ, а лѣвая часть не доходитъ до доски, и подъ нее вставляется приборъ для сложения, который при этомъ упирается правымъ бокомъ въ щитъ, который при вращеніи колеса *Q*, дѣйствіемъ винта, отодвигается вмѣстѣ съ рамой влѣво.

На другомъ концѣ каждой оси находится шестерня *P*, также съ четырьмя зубцами. Муфта этой вдоль всей оси, шестерни можетъ скользить вдоль оси, но она имѣетъ внутренній выступъ, входящій въ выемку, идущую такъ что при вращеніи шестерни съ нею вращается и ось.

Оси *A* окружаютъ зубчатый цилиндръ или валъ *C*, ось котораго составляетъ продолженную ось прибора для сложения. Валъ раздѣленъ по длинѣ рядкѣ: 9, 8, 7...0. на десять равныхъ частей, и на каждомъ изъ этихъ десяти поперечныхъ сѣченій находятся зубцы, число которыхъ, начиная справа, идетъ послѣдовательно въ такомъ по... Зубцы вала могутъ быть сцѣплены съ зубцами той или другой шестерни.

Чтобы передвигать шестерни вдоль осей, правая часть прибора покрыта *кожухомъ* или крышкой (фиг. 6) съ девятью продольными зубчатыми прорѣзами, на которыхъ написаны цифры: 0, 2...9. Вдоль прорѣзовъ двигаются кнопки *i*, съ передвиженіемъ которыхъ передвигаются и шестерни, устанавливаемыя противъ той или другой цифры кожуха, соответствующей числу зубцовъ на валѣ *C*.

Предположимъ, что кнопка поставлена противъ цифры 6, слѣдоват. шестерня ея поставлена про-

тивъ сѣченія вала съ 6-ю зубцами. Каждый разъ, какъ одинъ изъ шести зубцовъ цилиндра будетъ зацѣплять за одинъ изъ зубцовъ шестерни, одинъ зубецъ передаточнаго колеса на лѣвомъ концѣ той же оси будетъ двигать одинъ зубецъ соответствующаго движущаго колеса прибора для сложения и повернетъ его на одно дѣленіе, т. е. на одну цифру. Вслѣдствіе этого, послѣ полнаго оборота зубчатаго вала, движущее колесо повернется на 6-ть дѣлений. Такимъ образомъ, помощью одного оборота вала, можно перенести на цифровыя колеса прибора для сложения то число, которое отмѣчено шестернями посредствомъ кнопокъ *i*.

Надо замѣтить, что, вслѣдствіе связи, существующей между двумя рядомъ стоящими цифровыми колесами (состоящей въ зубчатомъ сцѣпленіи ихъ), нельзя одновременно дѣйствовать на оба эти колеса. Съ этой цѣлью зубцы вала и зубцы шестерни

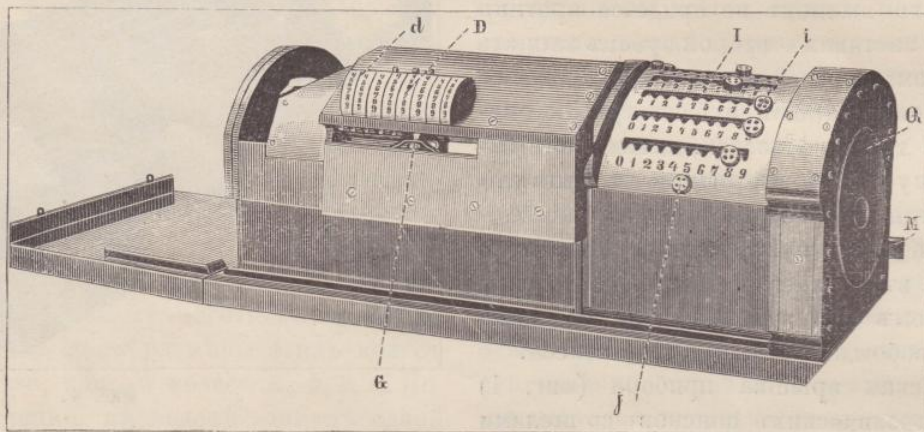
расположены такъ, что первые никогда не могутъ быть соединены *одновременно* съ зубцами двухъ рядомъ стоящихъ шестерней. Если мы раздѣлимъ шестерни по порядку ихъ расположенія на четныя и нечетныя, то можно сказать, что

при своемъ вращеніи зубчатый валъ двигаетъ поочередно то одинъ зубецъ четныхъ шестерней, то одинъ зубецъ нечетныхъ шестерней.

Чтобы сдѣлать совершенно невозможными ошибки, которыя произошли бы оттого, что шестерни, вслѣдствіе инерціи, остановились бы не въ требуемый моментъ, Чебышевъ далъ зубцамъ шестерней и зубцамъ вала такую форму, что шестерни никогда не остаются свободными, и потому они прекращаютъ свое вращеніе всегда въ тотъ моментъ, когда зубцы вала перестаютъ ихъ двигать.

Теперь будетъ нѣнятно, какъ на арифмометрѣ получить произведеніе изъ множимаго, отложеннаго на крышкѣ кнопками *i*, черезъ умноженіе его на нѣсколько цифръ

Часть для сложения вставляютъ вплотную подъ приборъ для умноженія (фиг. 3 и 4), затѣмъ дѣлаютъ столько оборотовъ рукояткою, сколько находится



Фиг. 6.

цифры въ цифрѣ наивысшаго разряда множителя, винтъ приборъ для сложенія вмѣстѣ съ рамой, на которой онъ находится, выдвигаютъ въ сторону *на свое мѣсто*, т. е. на величину, равную промежутку между двумя движущими колесами, и дѣлаютъ рукояткою столько оборотовъ, сколько находится единичъ во второй цифрѣ множителя и т. д.

Съ перваго взгляда казалось бы, что для исполненія этихъ двухъ движеній необходимо имѣть двѣ рукоятки: одну для поворота зубчататаго вала, другую для передвиженія рамы вмѣстѣ съ приборомъ для сложенія; но Чебышевъ далъ прибору такое механическое устройство, которое позволяетъ совершать оба эти дѣйствія помощію одной рукоятки. Дѣлается это такимъ образомъ:

Движеніе рукоятки передается эпициклоидальному приводу, крайнія колеса котораго управляютъ одно центральнымъ зубчатымъ валомъ, другое двумя винтами, изъ которыхъ задній двигаетъ раму вмѣстѣ съ приборомъ для сложенія.

Чтобы движеніе передавалось то одной системѣ, то другой, надо, чтобы каждая изъ этихъ системъ поочередно встрѣчала препятствіе, останавливающее ея движеніе. Въ арифмометрѣ Чебышева это достигается такъ:

На передней сторонѣ машины находится счетчикъ *D*, состоящій изъ семи зубчатыхъ колесъ, надъ которыми имѣется крышка съ семью поперечными прорѣзами и двигающимися по нимъ кнопками *d* (фиг. 6); прорѣзы имѣютъ 10-ть дѣленій 0, 1, 2... 9. Мы будемъ называть эти колеса *направляющими колесами*, такъ какъ именно они управляютъ движеніемъ механизма.

Параллельно оси этихъ колесъ можетъ скользить взадъ и впередъ особая *задвижка G*, имѣющая *палецъ*.

Каждое изъ направляющихъ колесъ имѣетъ въ одномъ мѣстѣ глубокой поперечный вырѣзъ, и если кнопка *d* направляющаго колеса находится на крышкѣ въ концѣ своего прорѣза, гдѣ стоитъ цифра 0, то вырѣзъ колеса расположенъ какъ разъ противъ пальца задвижки, и тогда палецъ можетъ свободно пройти черезъ этотъ вырѣзъ. Если же кнопка *d* направляющаго колеса будетъ переведена съ 0 на другое число, напр., на число 5, то направляющее колесо должно повернуться на 5 зубцовъ для того, чтобы кнопка его перешла на 0, и вырѣзъ колеса пришелся противъ пальца задвижки.

Движеніе направляющихъ колесъ связано съ движеніемъ зубчататаго вала, посредствомъ шестерни, находящейся на задвижкѣ и посредствомъ зубчататаго барабана, который тянется по всему протяженію этихъ направляющихъ колесъ и который поверты-

вается на одинъ зубецъ, когда центральный валъ дѣлаетъ одинъ оборотъ.

Движеніе задвижки *G* связано съ движеніемъ винтовъ, изъ которыхъ одинъ (задній), какъ уже сказано, двигаетъ раму вмѣстѣ съ приборомъ для сложенія, а другой (передній) двигаетъ самую задвижку. Когда приборъ для сложенія подвигается влѣво на одно мѣсто, т. е. на величину промежутка между двумя рядомъ стоящими движущими колесами, задвижка дѣйствіемъ передняго винта проходитъ промежутокъ между двумя направляющими колесами.

Чтобы уяснить себя, что происходитъ отъ такого устройства механизма, предположимъ, что мы умножаемъ какое-нибудь число на 365.

Кнопка *d* въ прорѣзѣ крышки перваго лѣваго направляющаго колеса ставится противъ цифры 3, кнопка втораго направляющаго колеса противъ цифры 6 и кнопка третьаго направляющаго колеса — противъ цифры 5. Задвижку *G* двигаютъ влѣво до конца ея хода. Палецъ задвижки упрется въ бокъ перваго направляющаго колеса, поэтому, задвижка двигаться (вправо) не можетъ, черезъ что весь механизмъ, связанный съ движеніемъ задвижки, остается неподвижнымъ и винты не дѣйствуютъ. Вслѣдствіе этого вращеніе рукоятки передается только центральному валу. Но такъ какъ шестерня задвижки сцеплена съ первымъ направляющимъ колесомъ, то при каждомъ оборотѣ вала первое направляющее колесо подвигается на одинъ зубецъ, а вмѣстѣ съ нимъ и кнопка *d* на прорѣзѣ крышки подвигается на одно дѣленіе къ нулю. После трехъ оборотовъ вала направляющее колесо подвинется на 3 зубца и въ это время кнопка его, стоявшая на цифрѣ 3, перемѣстится на 0, т. е. къ основанію прорѣза, поэтому направляющее колесо вращаться болѣе уже не можетъ, и движеніе центрального вала само собою прекращается. Но такъ какъ кнопка этого колеса стоитъ на нулѣ, то глубокой вырѣзъ, находящійся на направляющемъ колесѣ, приходится противъ пальца задвижки, поэтому палецъ можетъ пройти черезъ вырѣзъ колеса и задвижка получаетъ свободное движеніе вправо, такъ что теперь вращенію рукоятки будетъ повиноваться механизмъ, связанный съ винтами, т. е. рама съ приборомъ для сложенія двигается влѣво, а задвижка — вправо.

Это движеніе задвижки вправо будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока палецъ задвижки не упрется въ бокъ втораго направляющаго колеса. Въ это время движеніе задвижки и рамы прекратится; но шестерня, находящаяся на задвижкѣ, зацепляется за второе направляющее колесо, поэтому

теперь приходитъ въ движеніе механизмъ, связанный съ центральнымъ валомъ, причемъ, при каждомъ оборотѣ вала, второе направляющее колесо подвигается на одинъ зубецъ, а кнопка подвигается по прорѣзу крышки на одно дѣленіе къ нулю. После шести оборотовъ вала, кнопка на крышкѣ перейдетъ на нуль и движеніе вала прекратится, а палецъ задвижки проходитъ черезъ вырѣзъ второго колеса и задвижка получаетъ снова движеніе вправо вмѣстѣ съ вращеніемъ винтовъ.

Точно также задвижка затѣмъ упрется въ бокъ третьяго направляющаго колеса, которое будетъ вращаться до тѣхъ поръ, пока центральный валъ не сдѣлаетъ 5-ть оборотовъ.

Такимъ образомъ, непрерывнымъ вращеніемъ рукоятки число умножается сперва на 3, потомъ, передвинувшись на одинъ разрядъ, оно умножается на 6, затѣмъ, передвинувшись еще на одинъ разрядъ, на 5, т. е. получается произведеніе отъ умноженія даннаго числа на 365.

Это устройство, дающее возможность, дѣйствуя только одной рукояткой, сообщать машинѣ различныя движенія, составляетъ одну изъ замѣчательнѣйшихъ конструкций.

Весь ариѐметръ представляетъ собою ящикъ длиною  $8\frac{1}{2}$  вершковъ, шириною  $3\frac{1}{2}$  вер., высотой  $3\frac{1}{2}$  вер. Приборъ закрывается деревяннымъ колпакомъ, имѣющимъ верхнюю доску и три боковыхъ; лѣвая сторона на колпакѣ открыта и закрывается доскою, отгибашеюся на шарнирѣ внизъ; эта доска и служитъ продолженіемъ основанія прибора, по которому двигается подвижная часть ариѐметра при употребленіи его для дѣйствія умноженія и дѣленія

## Употребленіе ариѐметра Чебышева.

### 1. Сложеніе и вычитаніе.

Для дѣйствій сложенія и вычитанія употребляется только приборъ для сложенія, который вынимается изъ машины (дѣлается это простымъ выдвиганіемъ его изъ подъ ариѐметра) и ставится такъ, чтобы наблюдающій могъ читать цифры, какъ на ободкахъ цилиндрической крышки, такъ и въ окнахъ.

Прежде всего приборъ *ставятъ на нуль*, для чего:

1. Кнопку замка, находящагося на лѣвой сторонѣ прибора, двигаютъ въ ея прорѣзъ къ концу, отмѣченному буквою F (fermé).

2. Начиная съ перваго праваго колеса прибора и постепенно переходя къ лѣвой сторонѣ поворачиваютъ каждое движущее колесо R (фиг. 1) за

зубцы, до тѣхъ поръ, пока оно не остановится само собою. При этомъ во всѣхъ окнахъ появятся нули.

3. Механизмъ дѣлаютъ свободнымъ, передвигая кнопку замка на лѣвой сторонѣ прибора къ концу, отмѣченному буквою L (libre).

Если это послѣднее дѣйствіе не исполнено, то, при помѣщеніи слагателя подъ общій приборъ, его нельзя плотно вдвинуть на свое мѣсто.

*Сложеніе.* Чтобы отложить какое-нибудь число на слагатель, принимаютъ крайнее правое цифровое колесо для отложенія на немъ единицъ низшаго разряда, второе колесо для слѣдующаго разряда, и т. д., затѣмъ на каждомъ разрядѣ откладываютъ то число единицъ, которое находится въ этомъ разрядѣ. Для этого, берутъ въ руку тотъ зубецъ движущаго колеса R (находящійся съ правой стороны цифроваго колеса), который находится на цифрѣ, какую желаютъ отложить и ведутъ его впередъ къ знаку 0.

Чтобы къ отложенному числу *приложитъ* другое слагаемое, прибавляютъ на каждомъ разрядѣ цифровыхъ колесъ тѣ цифры, какія находятся въ соотвѣтствующихъ разрядахъ втораго слагаемаго.

*Примѣръ.* Требуется сложить

$$78352 + 5467.$$

1. Кнопку замка ставятъ на F, приводятъ движущія колеса къ концу; въ окнахъ получаютъ нули, затѣмъ кнопку двигаютъ на L.

2. На 5-мъ справа колесѣ зубецъ 7 двигаютъ къ 0; въ 5-мъ окнѣ получимъ число 7.

3. Такимъ-же образомъ на 4-мъ колесѣ цифру 8 ведутъ къ нулю, въ соотвѣтствующемъ окнѣ получимъ 8.

4. Въ третьемъ окнѣ ставятъ цифру 3.

5. Во 2-мъ окнѣ—цифру 5.

6. Въ 1-мъ окнѣ—2.

Въ окнахъ получимъ общее число 78352.

7. Въ 1-мъ правомъ колесѣ снова зубецъ 7 двигаютъ къ нулю, получимъ въ окнѣ число 9 (т. е.  $2+7$ ).

8. На 2-мъ колесѣ двигаемъ къ 0 зубецъ 6, въ окнѣ получимъ 1 (т. е.  $5+6=11$ ), а единица вышшаго разряда перейдетъ въ 3-е окно, гдѣ вмѣсто 3 получимъ 4.

9. Въ третьемъ колесѣ двигаемъ къ 0 зубецъ 4, въ окнѣ получимъ 8 (т. е.  $4+4$ ).

10. Въ 4-мъ колесѣ двигаемъ къ 0 зубецъ 5; въ окнѣ будетъ 3 (т. е.  $8+5=13$ ); а 1 перейдетъ на 5-е окно, гдѣ вмѣсто 7 получимъ 8.

Этимъ оканчивается сложеніе и въ окнахъ получится сумма:

$$78352 + 5467 = 83819.$$



**Вычитаніе.** Чтобы вычесть одно число из другого, надо сперва отложить на приборѣ уменьшаемое, точно также, какъ мы поступали при отложеніи перваго слагаемаго, затѣмъ вычесть вычитаемое, а для этого сначала на разрядѣ единицъ, потомъ на разрядѣ десятковъ и т. д. берутъ зубецъ, отмѣченный знакомъ 0 и ведутъ его назадъ къ той цифрѣ, которую мы вычитаемъ.

**Примѣръ.** Найти разность

$$76835 - 4753.$$

1. Кнопку замка ставятъ на *F*, поворачиваютъ цифровыя колеса на 0 и кнопку замка ставятъ опять на *L*.

2. Откладываютъ на приборѣ уменьшаемое; въ окнахъ получимъ число 76835.

3. На первомъ справа колесѣ зубецъ 0 ведутъ вверхъ къ числу 3; въ окнѣ вмѣсто 5 получимъ 2 (т. е. 5—3).

4. На второмъ колесѣ зубецъ 0 ставятъ противъ цифры 5; въ окнѣ получимъ 8, а въ третьемъ окнѣ вмѣсто 8 останется 7.

5. На 3-емъ колесѣ зубецъ 0 ставятъ на 7; въ окнѣ будетъ 0.

6. На 4-мъ колесѣ зубецъ 0 ставятъ на 4; получится въ окнѣ 2.

Въ 5-мъ окнѣ остается прежняя цифра 7. Во всѣхъ окнахъ получится разность.

$$76835 - 4753 = 72082.$$

## Умноженіе и дѣленіе.

**Установка на нуль.**—Приборъ для умноженія ставится передъ производящимъ дѣйствіемъ такъ, чтобы цифры пришлись противъ него въ нормальномъ положеніи. При этомъ рукоятка будетъ находиться съ правой стороны; и ее вынимаютъ изъ углубленія, въ которомъ она обыкновенно помѣщается.

Чтобы поставить приборъ въ *первоначальное положеніе*, т. е. заставить подвижную раму плотно подойти къ неподвижной части, слѣдуетъ:

1. Кнопку замка на правой сторонѣ прибора подвинуть къ заднему концу прорѣза, отмѣченному буквою *R* (retour).

2. Вращать рукоятку въ сторону движенія часовыхъ стрѣлокъ, что впрочемъ на приборѣ указано особою стрѣлкою съ буквою *R*.

3. Когда рамка придетъ вплотную къ неподвижной части, снова подвинуть кнопку замка къ началу прорѣза, отмѣченному буквою *A* (aller).

**Отложеніе числа на индикаторъ.**—Индикаторомъ называется цилиндрической кожухъ или крышка *I*

(фиг. 6) съ зубчатыми прорѣзами, вдоль которыхъ двигаются кнопки. При употребленіи прибора индикаторъ долженъ находиться съ правой стороны на блюдетеля.

Нажавъ пальцемъ внизъ на кнопку *j*, утвержденную на самомъ переднемъ краѣ кожуха, даютъ этому кожуху небольшое вращеніе впередъ, черезъ что всѣ кнопки, служащія для того, чтобы отмѣчать ими цифры на прорѣзахъ, выйдутъ изъ своихъ зубчатыхъ углубленій и могутъ свободно двигаться по прорѣзамъ.

Противъ каждой зубчатой впадины прорѣза написаны цифры въ слѣдующемъ порядкѣ, читая слѣва направо: 0, 1, 2, ..., 9. Самые прорѣзы также перенумерованы; на переднемъ прорѣзѣ стоитъ  $n^01$ , на заднемъ находится  $n^09$ .

На кожухѣ отмѣчаютъ данное число такимъ образомъ: цифру единицъ высшаго разряда отмѣчаютъ кнопкою на прорѣзѣ  $n^01$ , передвинувъ кнопку противъ требуемой цифры; цифру слѣдующаго разряда—на прорѣзѣ  $n^02$  и т. д., такъ что отмѣченныя на прорѣзахъ цифры дадутъ данное число, написанное въ обыкновенномъ порядкѣ, если встать сбоку прибора, противъ рукоятки.

Всѣ тѣ кнопки, которыя не пришлось сдвинуть съ мѣста, передвигаютъ на 0.

Затѣмъ двигаютъ кожухъ на свое мѣсто, надавивъ на кнопку *j* въ обратную сторону (т. е. вверхъ), отчего всѣ кнопки снова западутъ въ зубчатыя впадины.

**Отложеніе числа на счетчикъ.**—Счетчикомъ называется цилиндрическая крышка *D* съ семью круговыми прорѣзами. Подъ счетчикомъ видна задвижка *G*, скользящая вправо и влево.

Задвижку передвигаютъ вправо до конца, на счетчикѣ отмѣчаютъ число, для чего двигаютъ кнопки *d* по прорѣзамъ, помѣщая ихъ противъ соответствующихъ цифръ; первый лѣвый прорѣзъ соответствуетъ наивысшему разряду единицъ, второй слѣдующему и т. д.

Затѣмъ, наклоняютъ задвижку впередъ, надавливая на имѣющійся на ней выступъ, и тщательно *приводятъ задвижку G къ лѣвому концу ея хода*. Такое передвиженіе задвижки при началѣ умноженія выражается словомъ *подчеркиваніе*, по аналогіи съ проведеніемъ черты подъ множителемъ, которое мы дѣлаемъ, приступая къ умноженію.

**Умноженіе.**—Какъ приборъ для сложения, такъ и часть, назначенную для умноженія, ставятъ въ *первоначальное положеніе*, т. е. на нули, и первый приборъ вставляютъ вплотную подъ второй.

Множимое число отмѣчаютъ кнопками на кожухѣ

индикатора, а множителя отмѣчаютъ на счетчикѣ и тщательно *подчеркиваютъ*, т. е. двигаютъ задвижку влѣво до конца ея хода, наклоняя ея выступъ; тогда палецъ ея упрется на первое слѣва направляющее колесо счетчика.

Убѣдившись, что кнопка съ правой стороны подвинута совершенно къ концу хода *A*, поворачиваютъ рукоятку въ сторону противоположную движению часовыхъ стрѣлокъ (это направление отмѣчено стрѣлкою и буквою *A*) до тѣхъ поръ, пока *всѣ кнопки кожуха (индикатора) не придутъ въ первоначальное положеніе и винты подвижной рамы придутъ въ вращеніе.*

Произведеніе получается въ окнахъ прибора для сложения.

*Примѣръ.* Умножить два числа:

$$75238 \times 529.$$

1. Приводятъ приборъ въ *первоначальное положеніе.*

2. Число 75238 отмѣчаютъ кнопками на кожухѣ индикатора.

3. Задвижку двигаютъ вправо до конца.

4. На крышкѣ счетчика отмѣчаютъ множителя 529.

5. *Подчеркиваютъ* задвижкою, т. е. наклонивъ ее за выступъ подвигаютъ влѣво *до конца.*

6. Рукоятку вращаютъ по направленію стрѣлки *A* до тѣхъ поръ, пока всѣ три кнопки счетчика не придутъ на 0, и когда послѣ этого винты станутъ вращаться,—прекращаютъ вращеніе.

7. Выдвинувъ приборъ для сложения, читаютъ въ окнахъ произведеніе: 39800902.

*Дѣленіе.*—Для раздѣленія одного числа на другое поступаютъ такимъ образомъ: въ окнахъ прибора для сложения) откладываютъ число, составляющее *арифметическое дополненіе дѣлимаго*, т. е. число, получаемое отъ вычитанія каждой цифры дѣлимаго изъ девяти (а крайней правой изъ 10). При отложеніи этого *дополненія* надо оставить на первомъ слѣва цифровомъ колесѣ нуль и единицы высшаго разряда помѣстить на второмъ колесѣ.

Послѣ этого, приборъ для сложения вставляютъ вплотную подъ приборъ для умноженія, поставленный на нуль. Дѣлитель отмѣчается кнопками на кожухѣ индикатора, а всѣ кнопки на крышкѣ счетчика передвигаютъ на 9, и тщательно *подчеркиваютъ* задвижкой.

Затѣмъ вращаютъ рукоятку, какъ и при умноженіи, по направленію стрѣлки *A*, прекращая вращеніе для каждаго разряда единицъ въ тотъ моментъ, когда на приборъ для сложения получится результатъ, послѣ котораго еще одинъ оборотъ (т. е.

еще новое приложеніе отмѣченнаго на кожухѣ индикатора числа) сдѣлаетъ сумму больше 1000000000. Если этотъ моментъ былъ пропущенъ, то достаточно сдѣлать одинъ оборотъ рукояткою въ обратную сторону.

Потомъ надавливаютъ рукою выступъ задвижки, наклоняютъ ее впередъ, такъ чтобы палецъ задвижки перешелъ то колесо счетчика, съ которымъ онъ былъ въ прикосновеніи, и въ тоже время вращаютъ рукоятку, чтобы подвинуть посредствомъ винтовъ влѣво подвижную раму, а вправо задвижку. Какъ только задвижка перешла первое колесо, ставить ее въ нормальное положеніе, чтобы палецъ уперся въ бокъ слѣдующаго колеса, съ которымъ поступаютъ также, какъ и съ первымъ колесомъ; т. е. вращаютъ рукоятку, останавливаясь послѣ каждаго оборота, для наблюденія за полученнымъ въ окнахъ результатомъ, и такъ поступаютъ далѣе.

Цыфры, противъ которыхъ къ концу дѣйствія остановились кнопки на крышкѣ счетчика, будутъ дополненіями до 9-ти всѣхъ цифръ частнаго, а число, полученное въ окнахъ прибора для сложения, составитъ дополненіе до 9-ти всѣхъ цифръ остатка.

Занятую слѣдуетъ поставить послѣ цыфры того разряда, взятаго на счетчикѣ съ лѣвой стороны, какую даетъ разность между числомъ цифръ дѣлимаго и числомъ цифръ дѣлителя, увеличеннаго единицей.

Чтобы лучше уяснить себѣ эту операцію, приведемъ численный примѣръ.

*Примѣръ.* Раздѣлить 236548 на 3141.

1. На приборъ для сложения откладывается *арифметическое дополненіе* дѣлимаго, оставляя свободнымъ первое слѣва окно, т. е. въ окнахъ будетъ отложено слѣдующее число.

$$0763452000.$$

2. Приборъ для сложения вставляютъ вплотную подъ приборъ для умноженія, поставленный на нуль.

3. На кожухѣ индикатора отмѣчаютъ дѣлителя: 3141.

4. На счетчикѣ всѣ кнопки передвигаютъ на 9 и *подчеркиваютъ* задвижкой.

5. Одинъ оборотъ зубчатаго вала по направленію буквы *A*, сдѣланный тогда, когда задвижка находится въ прикосновеніи съ первымъ колесомъ, дастъ число большее 1.000.000.000, (потому что при одномъ оборотѣ вала число 3141 будетъ приложено къ 7634), поэтому надо пропустить первое колесо и заставить задвижку придти въ прикосновеніе со вторымъ колесомъ; для этой цѣли, отогнувъ задвижку

на выступъ, передвигаютъ подвижную раму и задвижку вращеніемъ рукоятки на одно мѣсто.

6. Когда задвижка подойдетъ ко второму колесу, ставятъ ее въ нормальное положеніе, чтобы палецъ прикасался ко второму колесу; продолжаютъ вращать рукоятку до тѣхъ поръ, пока въ окнахъ, отъ приданія къ слѣдующей части даннаго числа (т. е. къ части 6345) нѣсколько разъ числа 3141, не получится въ общемъ число, хотя и меньше 1.000.000.000, но ближайшее къ нему (большее). Послѣ трехъ оборотовъ рукоятки въ окнахъ получимъ:

0983322000;

если бы мы сдѣлали четвертый оборотъ, то, отъ приданія 3141 къ части 8332, получилось бы общее число больше 1.000.000.000.

7. Отогнувъ задвижку, передвинувъ ее и раму еще на одно мѣсто, и, приведя задвижку въ прикосновеніе съ третьимъ колесомъ, вращаютъ рукоятки. Теперь происходитъ при каждомъ оборотѣ рукоятки сложеніе числа 3141 съ частью 3322, написаннаго выше числа. Послѣ пяти оборотовъ рукоятки все число въ окнахъ будетъ:

0999027000.

Больше нельзя придавать къ этому числу число 3141, такъ какъ получится сумма выше 1000000000.

8. Передвигаемъ раму и задвижку еще на одно мѣсто, такъ чтобы задвижка прикасалась къ четвертому колесу. При дальнѣйшемъ вращеніи рукоятки мы дѣлаемъ столько разъ сложеніе числа 3141 съ частью выше написаннаго числа 0270, сколько дадимъ оборотовъ рукояткою. Послѣ трехъ оборотовъ, получимъ въ окнахъ число:

0999969300.

Положимъ, что на этомъ мы прекратили дѣйствіе. Тогда *остатокъ* будетъ дополненіе до 9-ти всѣхъ цифръ послѣдняго числа, т. е. 307, а на счетчикѣ читаемъ число:

9246999,

которое, вычитая изъ 9999999, получимъ *частное*, т. е.:

0753000.

Такъ какъ въ дѣлимомъ двумя цифрами больше, чѣмъ въ дѣлителѣ, то надо поставить запятую послѣ третьей цифры, слѣдовательно частное будетъ: 75,3.

*Укладка рукоятки.*—Чтобы рукоятка не мѣшала закрывать приборъ крышкой, надо отогнуть ее; для этого нажимаютъ пальцемъ на пружину Q (фиг. 5), конецъ который виденъ на дискѣ, вращающемся вмѣстѣ съ рукояткою и отгибаютъ рукоятку въ гнѣздо, находящееся съ боку ея.

Разсмотрѣвъ подробно устройство и примѣненіе ариѐметра Чебышева, мы находимъ въ немъ слѣдующія достоинства.

1) Оригинальное устройство, совершенно отличающее приборъ отъ его прототипа — ариѐметра Лейбница, къ которому подходятъ всѣ остальные ариѐметры (за исключеніемъ ариѐметра Зеллинга).

2) Особенное устройство для перенесенія десятковъ настолько совершенное, что *приборъ безусловно никогда не можетъ дать отказа или ошибки*, которыя во всѣхъ остальныхъ машинахъ (кроме машины Зеллинга) легко могутъ произойти, такъ какъ эта часть машины вездѣ имѣетъ спиральныя пружины, легко ломающіяся и ослабѣвающія (точно также и во всѣхъ другихъ частяхъ прибора нѣтъ вовсе спиральныхъ пружинъ). Поэтому, ариѐметръ Чебышева *представляетъ собой безусловно точную ариѐметическую машину*.

3) Конструкция машины представляетъ замѣчательное механическое устройство, при которомъ остроумно примѣняются одни и тѣ же приемы для исполненія разнообразныхъ дѣйствій.

4) *Часть машины, назначенная для сложенія, будучи взятая отдѣльно, представляетъ собою лучшую изъ всѣхъ машинъ по своей простотѣ, точности и скорости исполненія на ней дѣйствій сложенія и вычитанія.*

Къ недостаткамъ машины слѣдуетъ отнести: сложность устройства, а вслѣдствіе этого высокая стоимость, той части машины, которая назначена для умноженія и дѣленія, и сложное примѣненіе машины для дѣйствія дѣленія.

Въ заключеніе замѣтимъ, что другая оригинальная машина — Зеллинга, въ устройствѣ механизма для перенесенія десятковъ составляетъ простую копию съ механизма Чебышева.

Для составленія предвѣдущей статьи кромѣ указанныхъ въ ней печатныхъ сочиненій послужили еще слѣдующія дополнительные разъясненія, присланныя академикомъ П. Л. Чебышевымъ автору статьи вмѣстѣ съ фотографіями прибора.

*Дополнительныя разъясненія объ устройствѣ ариометра.*

Первыя двѣ фотографіи (№ 1, 2) даютъ вполне ясное изображеніе фигуръ 1, 2.

Фотографія № 3 представляетъ видъ того же съ боку.

Фотографія № 4 представляетъ *ящикъ*, въ которомъ помѣщается механизмъ, изображенный на фигурѣ 2. Здѣсь видны: 1) *arrets de ressorts*, о которыхъ говорится въ концѣ страницы 3-й въ статьѣ д'Оканъ. 2.) механизмъ, служащій для приближенія и удаленія *грабли*, о чемъ говорится тамъ же въ началѣ страницы 4.

На фотографіи № 5 изображена эта *грабля*. № 6 даетъ ясное изображеніе того, что не ясно на фигурѣ 4.

№ 7 (фиг. 5) видъ того же при наклонномъ положеніи. На фотографіи № 8 видна система зубчатыхъ колесъ, при помощи которой вращеніе одной и той же рукоятки производитъ или вращеніе *барабана* вмѣстѣ съ зубчатымъ цилиндромъ, или вращеніе

*винтовъ*, которые видны на фотографіи № 7 и о которыхъ говорится на страницѣ 6 статьи д'Оканъ.

Фотографія № 9 представляетъ *крышку*, о которой говорится въ выноскѣ на стран. 4 (см. фиг. 1). Эта крышка обращена къ верху внутреннею стороною, гдѣ видны *вилки*, служащія для передвиженія колесъ Р, о которыхъ говорится на стр. 4 и 5.

На послѣдней фотографіи (№ 10) находится изображеніе *покрышки счетчика D* (фиг. 6).

Эта *покрышка* обращена къ верху внутреннею стороною, гдѣ видны *roues directrices*, о которыхъ говорится на стр. 6 и за которыя цѣпляется своимъ пальцемъ задвижка (*curseur*), когда она не должна двигаться по сказанному на стран. 8.

Такъ какъ эта задвижка при выполненіи умноженія подвигается направо, то при началѣ этого дѣйствія ее нужно отодвинуть налѣво до конца ея хода, гдѣ она своимъ пальцемъ цѣпляется за послѣднее лѣвое колесо счетчика. Такое передвиженіе *задвижки* при началѣ умноженія и выражается словомъ *soulignez* по аналогіи съ проведеніемъ черты подъ *множителемъ*, которое мы дѣлаемъ приступая къ умноженію.

Относительно *второй рукоятки*, о которой говорится на стр. 9 \*), я долженъ сказать, что она оказалась излишнею, такъ какъ по исправленіи задвижки (*curseur*) машина стала дѣйствовать вполне удовлетворительно съ одною рукояткою.

## Къ вопросу о термодинамическомъ потенциалѣ.

Н. Шиллера.

§ 1. Аналитическія условія основной задачи термодинамики. Представимъ себѣ  $n + 1$  независимыхъ другъ отъ друга переменныхъ параметровъ  $r_0, r_1, \dots, r_n$ , характеризующихъ термодинамическое состояніе даннаго тѣла или системы тѣлъ, и пусть будетъ  $dQ$  выраженное въ механическихъ единицахъ количество тепла, которое должно быть приведено къ упомянутой системѣ, чтобы измѣнить

величины параметровъ на  $dr_0, dr_1, \dots, dr_n$ . Въ такомъ случаѣ мы можемъ всегда положить:

$$dQ = X_0 dr_0 + X_1 dr_1 + \dots + X_n dr_n, \quad (1)$$

при чемъ  $X_0, X_1, \dots, X_n$  будутъ нѣкоторыя искомыя функціи параметровъ  $r_0, r_1, \dots, r_n$ .

Основная задача термодинамики состоитъ въ разысканіи функцій  $X_0, \dots, X_n$ , при условіи обратимости процесса измѣненія параметровъ. Для упомянутого разысканія необходимы нижеслѣдующія данныя, или имъ эквивалентныя:

1) Должно быть дано выраженіе  $dL$  работы внутреннихъ силъ системы при безконечно малыхъ

\*) Д'Оканъ въ своемъ описаніи (стр. 9) говоритъ, что слѣдовало бы вмѣсто одной рукоятки сдѣлать двѣ: одну для производства дѣйствія умноженія, другую для отодвиганія механизма на одно мѣсто, прибавляя, что самъ П. Л. Чебышевъ согласился съ его взглядомъ. Объ этой то рукояткѣ и говорить уважаемый академикъ. В. ф. В.