

## О ВЫЧИСЛЯЮЩИХ МАШИНАХЪ.

(Continuous calculating machines).

(Переводъ съ англійскаго).

Въ прибавленіи къ послѣднему изданію первой части «Treatise on Natural Philosophy» Вильяма Томсона и Тэта помѣщена глава подъ вышеприведеннымъ заглавіемъ.

Въ настоящее время, когда стaraются во всѣхъ метеорологическихъ, приливныхъ и пр. наблюденіяхъ имѣть непрерывно регистрирующіе аппараты, мнѣ кажется весьма важное подспорье при обсерваторіи или тѣхъ центральныхъ учрежденіяхъ, гдѣ эти наблюденія подлежатъ обработкѣ, окажутъ вычисляющія машины. Обработка большей части наблюденій состоить въ отдѣлениі отдельныхъ periodическихъ амплитудъ, что выполняется по извѣстному способу Фурье—разложенія функцій въ periodические ряды (этотъ способъ достаточно извѣстенъ по вычисленію коэффициентовъ девіаціи по девіаціямъ на равноотстоящихъ румбахъ по всей окружности).

Вильямъ Томсонъ изобрѣлъ слѣдующія машины: 1) для рѣшенія уравненій первой степени со многими неизвѣстными, и 2) для вычисленія приливовъ, притомъ далъ слѣдующія приложенія изобрѣтенному его братомъ, Джемсомъ, интегратору: 1) къ разложенію функцій въ ряды и вычисленію коэффициентовъ periodического ряда, и 2) къ рѣшенію линейныхъ дифференціальныхъ уравненій втораго порядка съ перемѣнными коэффициентами.

Устройство всѣхъ этихъ приборовъ, кромѣ первого, весьма не сложно. Въ книгѣ не дается детального описанія какъ они выполнены, а лишь ихъ принципы, но по этимъ принципамъ ихъ не затруднится выполнить ни одинъ механикъ. Попутно съ переводомъ изложенія теоріи и устройства сказанныхъ приборовъ я счелъ полезнымъ изложить по Томсону и тѣ общія механическія условія, которымъ долженъ удовлетворять всякой точный физический приборъ.

J.

## Машинъ для рѣшенія системы линейныхъ уравненій.

Вообразимъ систему  $n$  тѣль:  $B_1, B_2 \dots B_n$ , каждое изъ которыхъ вращается около неподвижной оси (на практикѣ каждое тѣло уравновѣшиваются на ножахъ подобно коромыслу вѣсовъ) и пусть:  $P_{11}, P_{21}, P_{31} \dots P_{n1}$   $n$  шкивовъ, оси котор. укрѣплены на  $B_1$ ,  $P_{12}, P_{22}, P_{32} \dots P_{n2}$  . . . . . на  $B_2$  и т. д.

$C_1, C_2, \dots, C_n$  —  $n$  нитей охватывающихъ шкивы.

$D, P_{11}, P_{12}, P_{13}, \dots, P_{1n}, E$  — проводка нити  $C_1$ .

$$P_1, P_2, P_{2^1}, P_{2^2}, \dots, P_{2^m}, E_1, \dots, E_n, C_1$$

И. Т. Л.

$D_1, D_2, \dots, D_n, E_1, E_2, \dots, E_n$  — неподвижные точки.

$l_1, l_2, \dots, l_n$  — длины нитей между  $D_{1u} E_1, D_{2u} E_2, \dots, D_n u E_n$  проведенныхъ вышеуказаннымъ образомъ черезъ шкивы, при нѣ-которомъ частномъ положеніи  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , которое мы назовемъ ихъ *начальнымъ* положеніемъ;  $l_1 + e_1, l_2 + e_2, \dots, l_n + e_n$  длины тѣхъ же нитей между тѣми-же точками послѣ того какъ тѣла  $B_1, B_2, \dots, B_n$  повернутся соотвѣтственно на углы  $x_1, x_2, \dots, x_n$  отъ ихъ началь-наго положенія и наконецъ:

$$\left. \begin{array}{l} (11), (12), (13) \dots (1n) \\ (21), (22), (23) \dots (2n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ (n1), (n2), (n3) \dots nn \end{array} \right\} \dots \dots \dots \quad 1$$

количество удовлетворяющая условиямъ:

$$(11) \ x_1 + (12) \ x_2 + \dots + (1n) \ x_n = e,$$

$$(12) \ x_1 + (22) \ x_2 + \dots + (2n) \ x_n = e_2$$

$$(n1) \ x_1 + (n2) \ x_2 + \dots + (nn) \ x_n = e_n.$$

Мы будемъ предполагать  $x_1, x_2 \dots x_n$ , настолько малыми, что количества (11), (12) ... ( $nn$ ) ... сохраняютъ тѣ же самыя значенія, которыя они имѣютъ когда  $x_1, x_2 \dots x_n$  безконечно малы. На практикѣ для этого достаточно размѣстить оси тѣль  $B_1, B_2 \dots B_n$ , оправы шкивовъ на каждомъ изъ этихъ тѣль и постоянныя точки  $D_1, E_1, D_2, E_2 \dots$  и пр., такимъ образомъ, чтобы при безконечно малыхъ значеніяхъ  $x_1, x_2 \dots x_n$ , прямые участки нитей  $C_1, C_2 \dots C_n$  и линіи безконечно малыхъ перемѣщений

центровъ охватываемыхъ ими шкивовъ были параллельны между собой; тогда количества  $\frac{1}{2}(11), \frac{1}{2}(21) \dots \frac{1}{2}(n1)$  будутъ соответственно равны разстояніямъ центровъ шкивовъ  $P_{11}, P_{21} \dots P_{n1}$ , отъ оси тѣла  $B_1$ ;  $\frac{1}{2}(12), \frac{1}{2}(22), \frac{1}{2}(32) \dots, \frac{1}{2}(n2)$ —разстояніямъ  $P_{12}, P_{22} \dots P_{n2}$  отъ оси тѣла  $B_2$  и т. д.

На практикѣ оправы шкивовъ должны быть устроены, такъ чтобы имъ можно было придать положеніе соотвѣтствующее любому положительному или отрицательному значенію величинъ (11), (12)... ...( $n1$ ). Положимъ, что это выполнено, и что каждое изъ тѣлъ  $B_1, B_2 \dots B_n$  установлено и удерживается въ своемъ начальномъ положеніи; закрѣпивъ концы нитей за  $D_1, D_2 \dots D_n$ , проведемъ ихъ указаннымъ выше образомъ черезъ шкивы къ точкамъ  $E_1, E_2 \dots E_n$ , въ которыхъ вообразимъ себѣ совершенно гладкія весьма малыя колечки, черезъ которыхъ и пропустимъ эти нити. Удерживая тѣла  $B_1, B_2 \dots B_n$ , неподвижно будемъ выбирать съ нѣкоторыми постоянными натяженіями  $T_1, T_2 \dots T_n$  (на практикѣ помошцю грузиковъ подвѣшенныхъ къ свободнымъ концамъ) эти нити, пусть  $G_1, G_2 \dots G_n$ , суть моменты вокругъ неподвижныхъ осей тѣлъ  $B_1, B_2 \dots B_n$ , тѣхъ усилий, которыя необходимы, чтобы удерживать эти тѣла неподвижными при сказанныхъ натяженіяхъ нитей, тогда по принципу «возможныхъ перемѣщеній» въ въ томъ самомъ видѣ, какъ онъ данъ Лагранжемъ, (т. е. какъ «работа») имѣемъ:

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= (11) T_1 + (21) T_2 + \dots + (n1) T_n \\ G_2 &= (12) T_1 + (22) T_2 + \dots + (n2) T_n \\ &\quad \vdots \\ G_n &= (1n) T_1 + (2n) T_2 + \dots + (nn) T_n. \end{aligned} \right\} \dots 2$$

Приложимъ, и оставимъ приложенными, къ каждому изъ тѣлъ  $B_1, B_2 \dots B_n$  (на практикѣ помошцю вѣса самихъ шкивовъ) таѢя силы которыхъ моменты были бы  $G_1, G_2 \dots G_n$ , опредѣленные изъ уравненій (2) соответственно натяженіямъ  $T_1, T_2 \dots T_n$ , (на практикѣ прямая участки нитей приблизительно вертикальны, и тѣла  $B_1, B_2 \dots B_n$  должно устраивать такъ, чтобы они были въ равновѣсіи на ножахъ, когда шкивы съ нихъ сняты, тогда надо всѣ натяженія  $T$  сдѣлать равными половинѣ вѣса каждого изъ шкивовъ съ его оправой). Машина готова къ дѣйствію и чтобы воспользоваться ей протянемъ совмѣстно или послѣдовательно всѣ нити настолько пока длины равныя  $e_1, e_2 \dots e_n$  не пройдутъ черезъ колечки  $E_1, E_2 \dots E_n$ . Необходимыя для этого усиленія (импульсы) могутъ быть положительными или отрицательными, на