

И. ВАВИЛОВЪ.

„КОТОРЫЙ ЧАСЬ?“

ОБЩЕДОСТУПНОЕ РУКОВОДСТВО

къ построению всевозможныхъ солнечныхъ часовъ (горизонтальныхъ, вертикальныхъ, наклонныхъ, экваториальныхъ) и повѣркѣ обыкновенныхъ часовъ по солнцу безъ помощи часовщика.

Съ 13 рисунками.

Издание Ф. Павленкова.

Цѣна 30 коп.

Признано Императорской Академіей Наукъ „полезнымъ пособіемъ для учебныхъ цѣлей“.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ

Типо-Хромо-Литографія А. Траншель, Стремянная, № 12

1889

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 1-го Июня 1889 года.

О ТЪ А В Т О Р А.

Конечно, многимъ не разъ приходилось затрудняться повѣркою своихъ часовъ: несомнѣнно—вѣрные часы, показывающіе мѣстное время, имѣются у насть развѣ только въ столицахъ; въ другихъ же городахъ — нетолько въ уѣздныхъ, но даже и въ губернскихъ — нерѣдко не у кого справиться о часѣ, а за городомъ, въ селѣ или деревнѣ, вѣрныхъ часовъ и подавно не найдется.

Пользуясь предлагаемою брошюрою, каждый, хотя немного умѣющій владѣть циркулемъ и линейкою, для повѣрки своихъ стѣнныхъ или карманнныхъ часовъ, легко сможетъ построить себѣ солнечные часы, или, по крайней мѣрѣ, начертить для этой цѣли полуденнуу линію.

Напечатана брошюра двумя шрифтами. Мало знакомые съ геометріей, или желающіе пользоваться только правилами построеній, не слишкомъ углубляясь въ дѣло, могутъ пропустить все напечатанное мелкимъ шрифтомъ. Въ крупномъ шрифте читатель найдетъ указания относительно повѣрки часовъ по солнцу, а также способы по-

строенія чертежей для всякихъ положеній часовой доски. Мелкимъ шрифтомъ напечатаны объясненія и доказательства для тѣхъ, кто пожелаетъ вникнуть, на чемъ основаны правила, и почему именно предлагается поступать указаннымъ образомъ.

Въ заключеніе прибавлено описание двухъ приборовъ, которые, служа солнечными часами, могутъ также служить полезными учебными пособіями при преподаваніи географіи и космографіи.

H. B.

I.

Несколько словъ объ измѣрении времени.

1. Первую мѣру времени—*сутки*—даетъ намъ обращеніе земнаго шара около одного изъ своихъ діаметровъ, называемаго *земною осью*. Вслѣдствіе такого обращенія намъ кажется, что солнце, подобно прочимъ свѣтиламъ, восходитъ на восточной сторонѣ горизонта, описываетъ надъ горизонтомъ дугу и скрывается на западѣ.

2. Въ то мгновеніе, когда солнце достигаетъ высшей точки своей суточной дуги, бываетъ *истинный или солнечный полдень*. Промежутокъ времени между двумя со-сѣдними полуднями называется *солнечными сутками*. Сутки, съ незацамятныхъ временъ, принято раздѣлять на 24 часа, каждый часъ—на 60 минутъ и минуту—на 60 секундъ.

3. Какъ показываютъ наблюденія, солнечная сутки — величина непостоянная: иногда они бываютъ немнога длиннѣе, иногда немнога короче; стало быть, и части ихъ, т. е. часы, минуты и т. д., тоже не всегда равны между собою. Въ обыденной жизни время указывается часовыми механизмами. Затруднительно устроить механизмъ такъ, чтобы онъ шелъ въ точности „по солнцу“, т. е. одинъ день быстрѣе, другой день медленнѣе, да и надобности въ этомъ не имѣется. Чтобы не усложнять механизма, часы стѣнныя, карманные и т. п. изготавливаются такимъ образомъ, чтобы стрѣлки ихъ взо дня въ день подвигались равномѣрно, т. е. наши часы идутъ или, по крайней мѣрѣ, должны идти всегда одинаково; они, слѣдовательно, показываютъ не солнечное, а дру-

гое, такъ называемое *среднее время*. Получается оно изъ вычислениі: складываютъ продолжительность всѣхъ солнечныхъ сутокъ года и раздѣливъ сумму на число сутокъ, получаютъ среднюю суточную величину — такъ называемая *среднія или гражданскія сутки*, которая круглый годъ постоянны.

Продолжительность каждыхъ солнечныхъ сутокъ измѣряютъ постоянной единицею времени, напр. секундами *звездныхъ сутокъ*, которая постоянна. Звѣздными сутками называется промежутокъ времени между самыми высокими положеніями на небѣ какой нибудь звѣзды въ двѣ соединяя ночи.

Сравнительная продолжительность сутокъ, выраженная въ среднемъ времени слѣдующая: Средніе сутки — 24 часа; звѣздные сутки 23ч 56м 4,09с; солнечные сутки различны.

Годомъ называются времена полного обращенія земли вокругъ солнца; онъ равняется 365 дн. 5 час. 48 мин. 46,05 сек. средн. времени.

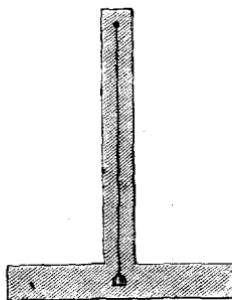
Моментъ, который приходится ровно на половину среднихъ сутокъ, называются *среднимъ полднемъ*; онъ совпадаетъ съ солнечнымъ полднемъ только четыре раза въ году (3 апр., 1 іюня, 20 авг. и 12 декаб.); въ другие же дни года средний полдень наступаетъ то раньше, то позже солнечнаго. Разница во времени между солнечнымъ и среднимъ полуднями называется *уравненіемъ времени*.

4. Всѣ часовые механизмы необходимо повѣрять по временамъ. Въ обыденной жизни для повѣрки можно пользоваться солнечными часами: они показываютъ солнечное время, зная которое и принявъ во вниманіе уравненіе времени, заранѣе вычисленное для каждого дня года, — не трудно правильно установить стрѣлки на часахъ стѣнныхъ, карманныхъ и т. д. Солнечные часы наиболѣе точно показываютъ моментъ полдня; для определенія его нѣть надобности имѣть полныхъ солнечныхъ часовъ: достаточно одной *полуденной линии*.

II.

Полуденная линія и повѣрка часовъ по солнцу.

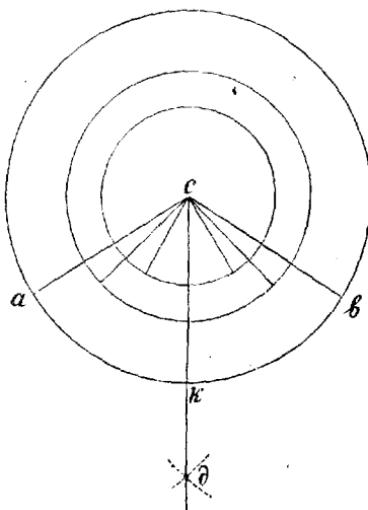
5. *Определение полуденной линіи.* На горизонтальной доскѣ¹⁾ начертимъ окружность или большую дугу, въ центрѣ которой отвесно установимъ гвоздь или иной стержень; длина стержня, приблизительно, раза въ два меньше радиуса дуги. Окружность надо начертить такимъ образомъ, чтобы конецъ тѣни стержня приходился на ней часа за два или за три до полудня, т. е. часовъ въ 9—10 утра. Въ



Фиг. 1.

¹⁾ Горизонтальность доски можно поверить *ватерпасомъ* (фиг. 1), причемъ его ставятъ на доскѣ въ двухъ перекрестныхъ направленияхъ. Если доска горизонтальна, то отвесная нить совпадаетъ съ срединною линіею вертикальной стойки. Отвесность стержня проверяютъ по отвесу или угольникомъ. Угольникъ надо приложить къ стержню съ разныхъ сторонъ.

ясный, солнечный день, въ тотъ моментъ, когда конецъ тѣни коснется окружности, — на послѣдней мѣсто прикосновенія отмѣчаютъ точкою (фиг. 2). Нѣкоторое время тѣнь стержня укорачивается, потомъ начинаетъ удлиняться, и концомъ своимъ вторично коснется окружности; это случится послѣ полудня. Мѣсто прикосновенія опять отмѣчаютъ точкою. Дугу,



Фиг. 2.

заключенную между двумя отмѣченными точками a и b , дѣлать пополамъ¹⁾ и средину ея соединяютъ съ центромъ окружности; прямая линія ckd и есть *полуденная линія*: тѣнь стержня будетъ совпадать съ нею ровно въ солнечный полдень.

¹⁾ Задача. *Раздѣлить дугу ab пополамъ.* Изъ точекъ a и b равными произвольными радиусами опишемъ пересѣкающіяся дуги (фиг. 2). Точку пересѣченія дугъ d соединимъ съ центромъ c ; дуга bk будетъ равна дугѣ ak .

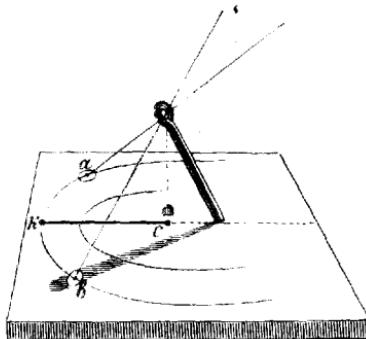
Добавление. Представимъ себѣ плоскость, проведенную чрезъ отвѣсный стержень и чрезъ земную ось; такая плоскость называется *меридіаномъ* и имѣть свойство дѣлить суточный путь сѣтила пополамъ. Длина тѣней зависитъ отъ высоты солнца надъ горизонтомъ; равными высотами соотвѣтствуютъ и равныя тѣни. Высоты солнца бываютъ равны, когда оно находится на равныхъ разстояніяхъ по восточную и по западную сторону меридіана, ибо обѣ половины суточной дуги солнца симметричны. На горизонтальной плоскости линія, дѣлящая пополамъ уголъ, образуемый направлениями одинаково длинныхъ тѣней, очевидно, находится въ меридіанѣ и совпадаетъ съ направлениемъ тѣни отвѣсного стержня въ тотъ моментъ, когда солнце находится въ плоскости меридіана, т. е. когда оно совершило половину своего суточного пути, т. е. въ полдень.

Полуденная линія опредѣляется наиболѣе точно въ самые долгіе и въ самые короткіе дни, около 10 июня и 10 декабря; въ это время солнце описываетъ надъ горизонтомъ почти совершенно правильную дугу; въ другое время дуга менѣе правильна; восточная ея половина не совершенню тождественна съ западною. Впрочемъ, даже и въ равноденствія (9 марта и 10 сентября), когда суточная дуга солнца наиболѣе неправильна, все-таки погрѣшность при определеніи полуденной линіи будетъ ничтожна.

6. Обыкновенно чертятъ не одну, а нѣсколько концентрическихъ окружностей (фиг. 2), причемъ на каждой изъ нихъ отмѣчаютъ пару точекъ приосновеній тѣни, и каждую дугу дѣлять пополамъ. Дѣлается это съ цѣлью опредѣлить положеніе полуденной линіи съ возможно-большею точностью, а также чтобы не пришлось оканчивать работу въ другой солнечный день, если почему нибудь не удастся въ одинъ день уловить моментъ обѣихъ приосновеній тѣни. Полуденная линія должна пройти чрезъ средины всѣхъ дугъ, если точки приосновеній тѣни отмѣчены совершенно свое-временно. Однако рѣдко случается, чтобы она разсѣкала всѣ дуги ровно пополамъ; почти всегда оказывается небольшая погрѣшность. Тогда полуденной линіи даютъ направлениѳ, возможно-совпадающее съ срединами всѣхъ дугъ.

7. Полутѣнь препятствуетъ съ точностью уловить моментъ приосновенія оконечности тѣни съ окружностью. Что-

бы начертить полуденную линію съ возможно-большею правильностью, поступаютъ такъ: на концѣ стержня закрѣпляютъ пластинку съ маленькимъ круглымъ отверстиемъ, чтобы солнечные лучи, проникая сквозь отверстіе, обозначались на доскѣ свѣтлымъ эллипсомъ (фиг. 3). Точкими отмѣчаютъ прикосновеніе съ окружностью центра свѣтлого эллипса, который очень нетрудно найти глазомъ. Стержень въ этомъ случаѣ можетъ быть не отвѣсный и даже не прямой, но тогда центръ окружностей будетъ не въ осно-



Фиг. 3.

ваніи стержня, а въ точкѣ, на которую падаетъ отвѣсная нить, опущенная изъ средины отверстія пластинки (фиг. 3). Отверстіе пластинки можно принять за конецъ воображаемаго стержня, поставленнаго на доскѣ отвѣсно, въ точкѣ, на которую падаетъ отвѣсная нить.

8. Для повѣрки часовъ, можно пользоваться или полуденною линіею, опредѣленною какъ указано выше, или, для болыше удобства, въ одинъ изъ слѣдующихъ солнечныхъ дней, въ тотъ моментъ когда тѣнь стержня или центръ свѣтлого эллипса находится на полуденной линіи, т. е. въ моментъ полдня, дѣлаютъ несколько полуденныхъ мѣткъ, отмѣчая въ разныхъ мѣстахъ границу тѣни какой либо отвѣсной линіи. Сдѣлать это можно въ любомъ мѣстѣ; напр.

на подоконникъ или на полу чертятъ границу тѣни отвѣсной оконной колоды; границу тѣни отвѣсного угла домовой стѣны отмѣчаютъ на землѣ рядомъ камней, или иначе и т. д. Всѣ сдѣланнія мѣтки могутъ служить полуденными лініями для повѣрки часовъ¹⁾.

9. Если желательно имѣть полуденнюю лінію на подоконникѣ или на полу, а оконная колода не можетъ служить отвѣсною лініею, потому что поставлена не отвѣсно, тогда поступаютъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 4). Закрѣпляютъ въ колодѣ стержень (прямой или кривой—все равно), оканчивающійся пробуравленною пластинкою, пропускаютъ чрезъ отверстіе пластинки нитку съ гирькою и, въ моментъ полдня, чертятъ на подоконникѣ *тѣнь отвѣсной нити*²⁾; сдѣланная мѣтка будетъ *полуденною лініей*. Стержень пусть останется на мѣстѣ а отвѣсную нитку можно убрать; она больше не нужна. Центръ свѣтлого эллиса (лучи проникшіе чрезъ отверстіе пластинки) будетъ находиться на начерченной лініи непремѣнно въ полдень, хотя и въ разныхъ точкахъ лініи, смотря по высотѣ солнца въ разныя времена года.

Замѣтимъ, что такимъ же образомъ можно опредѣлить полуденнюю лінію гдѣ угодно; напр. стержень закрѣпляютъ въ стѣнѣ, или въ иномъ мѣстѣ, а тѣнь нитки отмѣчаютъ тоже на стѣнѣ, или на оконномъ стеклѣ и т. д.; всегда мѣтка будетъ полуденною лініею (фиг. 4).

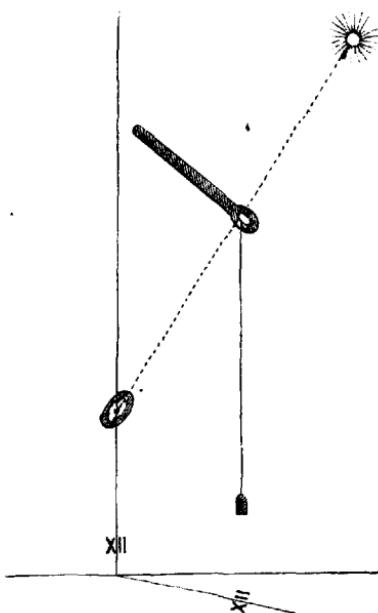
Добавленіе. Полуденная лінія — это *слѣдъ меридіанальнай пло- скости*, т. е. лінія пересѣченія этой плоскости со стѣною, поломъ, подоконникомъ и вообще, стъ чѣмъ бы то ни было. Тѣнь отвѣсной

¹⁾ Можно также намѣтить полуденнюю лінію при помощи стѣнныхъ или карманныхъ часовъ, если имѣются вѣрые часы. Въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 10) указанъ часъ, когда нужно сдѣлать мѣтку.

²⁾ Годится гвоздь, который употребляется для навѣски шторъ. Чтобы отвѣсъ установился поскорѣе, подъ гирьку подставляютъ стаканъ съ водой.

линиі въ моментъ полдня и указываетъ этотъ слѣдъ. Плоскость меридiana отвѣсна, а потому на отвѣсной стѣнѣ полуденная линія тоже отвѣсна.

10. Повѣрка часовъ. Выше уже была рѣчъ о *солнечныхъ* и *среднихъ* суткахъ. Если на стѣнныхъ, кар-



Фиг. 4.

мачныхъ и пр. „*среднихъ*“ часахъ поставить стрѣлки на цифру XII въ тотъ моментъ, когда тѣнь совпадаетъ съ полуленною мѣткою, то два или три сосѣдніе дни часы будутъ показывать XII часовъ, приблизительно, въ солнечный же полдень, потому что разница между солнечными и средними сутками невелика. Однако, чрезъ нѣсколько дней окажется разногласіе. Солнечный полдень наступить раньше или позд-

и ёе, чѣмъ стрѣлки укажутъ XII часовъ; разногласіе съ каждымъ днемъ возрастаетъ и можетъ достигнуть шестнадцати минутъ. При установкѣ стрѣлокъ необходимо принять во вниманіе *уравненіе времени* (3). Въ нижеслѣдующей таблицѣ обозначенъ часъ, который должны показывать „средніе“ часы въ моментъ солнечнаго полдня. Такъ напр. повѣряя часы 13 мая, надо поставить стрѣлки на XI час. 56 мин.; октября 16-го, въ солнечный полдень, стрѣлки должны показывать XI час. 44 мин; февраля 8-го—XII час. 14 мин. Въ таблицѣ уравненіе времени дано для шестнадцати дней каждого мѣсяца ¹⁾ и съ точностью до четверти минуты; изъ года въ годъ она неизмѣняется. Часы будутъ вывѣрены хорошо, если въ солнечный полдень они показываютъ то время, которое указано въ таблицѣ, для данного дня. Какъ видно изъ таблицы, средніе часы лѣтомъ и зимой впереди солнечныхъ; осенью и весною отстаютъ отъ нихъ.

Добавленіе. Земной шаръ, вращаясь на своей оси отъ запада къ востоку, обращаетъ къ солнцу свои страны послѣдовательно: въ восточныхъ мѣстностяхъ полдень наступаетъ раньше, чѣмъ въ западныхъ; часы, повѣренные по солнцу въ одной какойнибудь мѣстности, будутъ невѣрны въ другой, находящейся западнѣе или восточнѣе. Чѣмъ больше разстояніе между мѣстностями по направлению отъ запада къ востоку, т. е. чѣмъ больше ихъ разность *въ долготахъ*, тѣмъ больше и разногласіе ихъ часовъ. На одинъ градусъ долготы приходится разница во времени на четыре минуты; напр. С.-Петербургъ западнѣе Москвы приблизительно на $7\frac{1}{2}$ градусовъ, и въ моментъ московскаго полдня, петербургскіе часы показываютъ только половину двѣнадцатаго часа, т. е. отстаютъ отъ московскихъ на полчаса. На всѣхъ точкахъ одного меридiana, часы совершенно согласны.

¹⁾ Числа обозначены по „старому стилю“, т. е. по Юліанскому календарю, употребительному въ Россіи.

УРАВНЕНИЕ ВРЕМЕНИ.

ВЪ ИСТИННЫЙ (СОЛНЕЧНЫЙ) ПОЛДЕНЬ СРЕДНІЕ ЧАСЫ ДОЛЖНЫ ПОКАЗЫВАТЬ НИЖЕЗНАЧЕННОЕ ВРЕМЯ.

КОТОРЫЙ ЧАСЪ?

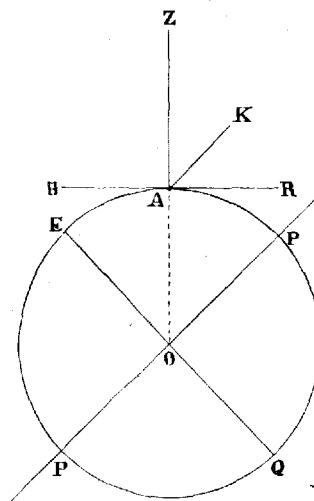
10

Числа.	Январь.												Числа.	
	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Июнь.	Июль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Числа.		
чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	чис. мн.	
1 XII 8 ³ / ₄	XII 14 ¹ / ₂	XII 9 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 9 ¹ / ₂	XII 56 ¹ / ₄	XII 56 ¹ / ₄	XII 51 ¹ / ₂	XII 41 ¹ / ₂	XII 55 ³ / ₄	XI 46 ¹ / ₄	XI 44 ¹ / ₂	XI 54 ¹ / ₂	1	
3 XII 9 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 9 ¹ / ₂	XII 56 ¹ / ₄	XII 56 ¹ / ₄	XII 53 ¹ / ₂	XII 41 ¹ / ₄	XI 55	XI 45 ³ / ₄	XI 44 ³ / ₄	XI 55 ¹ / ₂	3	
6 XII 10 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 8 ¹ / ₄	XI 59 ¹ / ₄	XI 56 ¹ / ₄	XII 1 ¹ / ₂	XII 6	XII 3 ¹ / ₂	XI 54	XI 45 ¹ / ₄	XI 45 ¹ / ₂	XI 57	6
8 XII 11 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 14 ¹ / ₂	XII 7 ¹ / ₂	XI 58 ³ / ₄	XI 56 ¹ / ₂	XII 1 ¹ / ₂	XII 6	XII 3	XI 53 ¹ / ₄	XI 44 ³ / ₄	XI 46	XI 58	8
10 XII 11 ³ / ₄	XII 13 ³ / ₄	XII 7	XII 58 ¹ / ₂	XI 56 ¹ / ₂	XII 1 ¹ / ₄	XII 6 ¹ / ₄	XII 2 ¹ / ₂	XII 2 ¹ / ₂	XII 2 ¹ / ₂	XI 52 ¹ / ₂	XI 44 ¹ / ₂	XI 46 ¹ / ₂	XI 59	10
12 XII 12 ¹ / ₂	XII 13 ¹ / ₂	XII 6 ¹ / ₄	XI 58	XI 56 ¹ / ₂	XII 2 ¹ / ₄	XII 6 ¹ / ₄	XII 2 ¹ / ₄	XII 2 ¹ / ₄	XII 2 ¹ / ₄	XI 51 ³ / ₄	XI 44 ¹ / ₄	XI 47	XII 3 ¹ / ₄	12
14 XII 12 ³ / ₄	XII 13 ¹ / ₂	XII 5 ¹ / ₂	XI 57 ¹ / ₂	XI 56 ³ / ₄	XII 2 ¹ / ₂	XII 6 ¹ / ₄	XII 1 ¹ / ₂	XI 51	XI 44	XI 47 ¹ / ₂	XII 3 ¹ / ₄	XII 47 ¹ / ₂	XII 57	14
16 XII 13	XII 12 ³ / ₄	XII 5	XI 57 ¹ / ₄	XI 57 ¹ / ₄	XII 3	XII 6 ¹ / ₄	XII 1	XI 44	XI 44	XI 48 ¹ / ₄	XII 1 ³ / ₄	XII 48 ¹ / ₄	XII 57	16
18 XII 13 ¹ / ₂	XII 12 ¹ / ₂	XII 4 ¹ / ₂	XI 57	XI 57 ¹ / ₄	XII 3 ¹ / ₂	XII 6 ¹ / ₄	XII 1 ¹ / ₂	XI 49 ³ / ₄	XI 43 ³ / ₄	XI 49 ³ / ₄	XII 2 ³ / ₄	XII 49	XII 58	18
20 XII 13 ³ / ₄	XII 12	XII 3 ³ / ₄	XI 56 ³ / ₄	XI 57 ¹ / ₂	XII 3 ³ / ₄	XII 6	XII 1 ¹ / ₂	XI 49 ¹ / ₄	XI 43 ¹ / ₄	XI 49 ³ / ₄	XII 3 ³ / ₄	XII 49 ³ / ₄	XII 59	20
22 XII 14	XII 11 ¹ / ₂	XII 3 ¹ / ₂	XI 56 ¹ / ₂	XI 58	XII 4 ¹ / ₄	XII 6	XII 1 ¹ / ₂	XI 48 ¹ / ₂	XI 43 ³ / ₄	XI 50 ¹ / ₂	XII 4 ¹ / ₂	XII 49 ³ / ₄	XII 59	22
24 XII 14 ¹ / ₂	XII 11	XII 2 ¹ / ₂	XI 56 ¹ / ₂	XI 58 ¹ / ₄	XII 4 ¹ / ₂	XII 5 ³ / ₄	XI 58 ¹ / ₂	XI 48	XI 43 ³ / ₄	XI 51 ¹ / ₂	XII 5 ¹ / ₂	XII 49 ³ / ₄	XII 59	24
26 XII 14 ¹ / ₂	XII 10 ¹ / ₂	XII 2	XI 56 ¹ / ₂	XI 58 ¹ / ₂	XII 4 ¹ / ₄	XII 5 ¹ / ₂	XI 57 ³ / ₄	XI 47 ¹ / ₂	XI 43 ³ / ₄	XI 52 ¹ / ₄	XII 6 ¹ / ₂	XII 49 ³ / ₄	XII 61 ¹ / ₂	26
28 XII 14 ¹ / ₂	XII 10	XII 1 ¹ / ₂	XI 56 ¹ / ₂	XI 59	XII 5 ¹ / ₄	XII 5 ¹ / ₂	XI 57	XI 47	XI 44	XI 53 ³ / ₄	XII 6 ¹ / ₂	XII 49 ³ / ₄	XII 61 ¹ / ₂	28
30 XII 14 ¹ / ₂	—	XII 1	XI 56 ¹ / ₄	XI 59 ¹ / ₂	XII 5 ¹ / ₂	XII 5	XI 56 ¹ / ₂	XI 46 ¹ / ₂	XI 44 ¹ / ₄	XI 54 ¹ / ₄	XII 7 ¹ / ₄	XII 54 ¹ / ₄	XII 57	30
январь.	февраль.	мартъ.	апрѣль.	май.	июнь.	июль.	августъ.	сентябрь.	октябрь.	ноябрь.	декабрь.	январь.		
май.	июнь.	июль.	августъ.	сентябрь.	октябрь.	ноябрь.	декабрь.	январь.	февраль.	мартъ.	апрѣль.	май.		

III.

Общія замѣтки о солнечныхъ часахъ.

II. Солнце совершаєтъ свое кажущееся суточное обращеніе вокругъ земной оси, или, точнѣе,--вокругъ ея продолженія. По причинѣ ничтожности размѣровъ земного шара сравнительно съ разстояніемъ нашей планеты отъ солнца ¹⁾, можно принять безъ по-



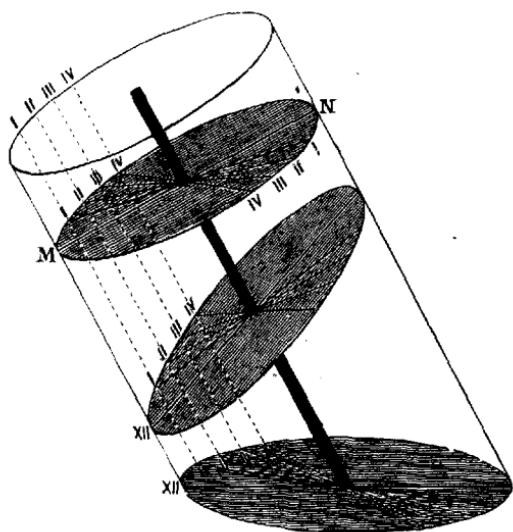
Фиг. 5.

грышности, что центръ круга, ежесуточно описываемаго солнцемъ находится не на земной оси, а на всякой линіи ей параллельной,

¹⁾ Поперечникъ земли составляетъ только $\frac{1}{12000}$ часть разстоянія земли отъ солнца.

проведенной чрезъ любую точку земной поверхности; можно напр. принять за земную ось линію *AK* (фиг. 5) или какую либо другую линію, параллельную земной оси *PP*.

12. Представимъ себѣ прозрачный цилиндръ съ непрозрачною осью (фиг. 6). Пусть цилиндръ и ось его установлены параллельно земной оси. Какъ сказано выше, можно принять, что солнце обращается вокруг оси цилиндра. Оно совершаѣтъ свое суточное обра-



Фиг. 6.

щеніе въ 24 часа, т. е. въ это время описываетъ полный кругъ, или 360° ; слѣдовательно, на одинъ часъ времени приходится дуга въ 15° . Проведемъ на стѣнкѣ цилиндра, параллельно его оси, 24 линіи, отстоящія другъ отъ друга на 15° , считая по окружности цилиндра. Въ полдень тѣнь оси покроетъ одну изъ этихъ линій, которую обозначимъ цифрою XII; въ теченіе часа солнце перемѣстится на 15° къ западу, а тѣнь на 15° къ востоку и покроетъ линію съ цифрой I; еще черезъ часъ тѣнь подвинется опять на 15° , т. е. на линію съ цифрой II и т. д. Такимъ образомъ цилиндръ съ осью и съ проведенными на его стѣнкѣ линіями—можетъ служить солнечными часами. Ось цилиндра называется *стержнемъ часовъ*, а линіи

нік, отмѣченныя цифрами—часовыми линіями. Часовые линіи, очевидно, будутъ *слѣдами часовыkh плоскостей*, т. е. линіями пересѣченій со стѣнкою цилиндра плоскостей, проведенныхъ чрезъ центръ солнца и чрезъ стержень въ полдень, въ часъ пополудни, въ II часа въ III часа и т. д. Одинъ изъ этихъ слѣдовъ—слѣдъ плоскости меридiana—будетъ полууденою линіею.

13. Цилиндръ пересѣченъ плоскостью горизонтальною (фиг. 6) и другими плоскостями, различно наклоненными къ горизонту; тѣнь стержня падаетъ и на нихъ. Если на этихъ плоскостяхъ намѣтить направление тѣни въ различные часы дня, въ такомъ случаѣ, каждая изъ плоскостей, пересѣкающихъ цилиндръ, вмѣстѣ со стержнемъ, тоже составить солнечные часы. *Стержень солнечныхъ часовъ всегда непремѣнно параллеленъ земной оси, а поверхность, на которую падаетъ тѣнь стержня (часовая доска) можетъ быть горизонтальна, вертикальна, наклонна къ горизонту подъ всевозможными углами, даже можетъ быть не плоскою, а кривою, правильную или неправильную; во всякомъ случаѣ на ней можно определить положеніе часовыхъ линій.*

Задача построенія солнечныхъ часовъ заключается слѣдовательно въ томъ, чтобы во 1) установить на часовой доскѣ стержень параллельно земной оси, и во 2) определить на ней положеніе часовыхъ линій. Какимъ образомъ достигается то и другое,—указано ниже.

14. Плоскость *MN* (фиг. 6), перпендикулярная оси цилиндра называется *экваториальною плоскостью*, потому что, подобно плоскости земного экватора, она перпендикулярна къ земной оси¹⁾. На ней часовые линіи для равныхъ промежутковъ времени (напр. для промежутковъ времени въ четверть часа, въ полчаса, въ часъ и т. д.), очевидно пересѣкаются между собою подъ равными углами (см. добавленіе къ § 22). Часы, построенные на такой плоскости, называются *экваториальными* солнечными часами; они служатъ вспомогательными при построеніи часовъ горизонтальныхъ, вертикальныхъ и др.

¹⁾ Такъ какъ перпендикулярна къ стержню, параллельному земной оси.

IV.

Построение солнечных часовъ на всякой данной плоскости.

15. Нижеслѣдующимъ способомъ¹⁾ можно построить солнечные часы *на всякой данной плоскости*, какое бы положеніе она ни имѣла, т. е. на плоскости горизонтальной, вертикальной или наклонной. Удобенъ онъ въ томъ отношеніи, что при немъ не требуется знать ни географической широты той мѣстности, где строятся часы, ни угла наклона, если плоскость наклонена къ горизонту; но зато чертежную работу надо исполнить самимъ тщательнымъ образомъ, иначе результаты будутъ неудовлетворительны.

Если географическая широта мѣста извѣстна, то часы горизонтальные и вертикальные удобнѣе строить по способамъ, указаннымъ въ §§ 26—33. Справиться о широтѣ можно по географической картѣ. Достаточно точности до полуградуса.

Наилучшіе результаты получаются въ тѣхъ случаяхъ, когда часовая доска обращена на югъ, или, по крайней мѣрѣ, освѣщена въ полдень неслышкомъ косвенно.

16. Необходимо принять слѣдующія предосторожности:

1) Плоскость, на которой строятся часы, должна быть совершенно ровная, т. е. безъ бугровъ, впадинъ и трещинъ.

1) Этотъ способъ предложилъ А. Магистръ (*A. Mahistre. L'art de tracer les cadrans solaires. Paris, 1880*).

2) Линіи должно чертить очень тонко, острымъ и твердымъ карандашомъ.

3) Длинные перпендикуляры проводятся геометрическимъ способомъ, т. е. посредствомъ циркуля и линейки¹⁾). Угольникомъ можно чертить только короткие перпендикуляры.

17. Определение центра часовъ. Центромъ солнечныхъ часовъ называютъ точку, въ которой сходятся все часовые линіи, т. е. ту точку, въ которой стержень пересѣкаетъ часовую доску (закрѣпленъ въ доскѣ).

18. Близъ верхняго края часовыи доски, если часы устраиваются на стѣнѣ, или близъ южного края, если часовая доска горизонтальна, — укрѣпимъ въ какомъ угодно положени желѣзный прутъ, оканчивающійся пробуравленною пластинкою (фиг. 7). Надо озаботиться, чтобы отверстіе пластинки было обращено приблизительно къ югу: тогда лучи, проникши чрезъ отверстіе, обозначатся на доскѣ отчетливыми, свѣтлыми эллипсомъ. Что касается до величины отверстія, то это надо решить опытомъ; сначала пробуравливаютъ маленькую дырку и затѣмъ расширяютъ ее, если это потребуется.

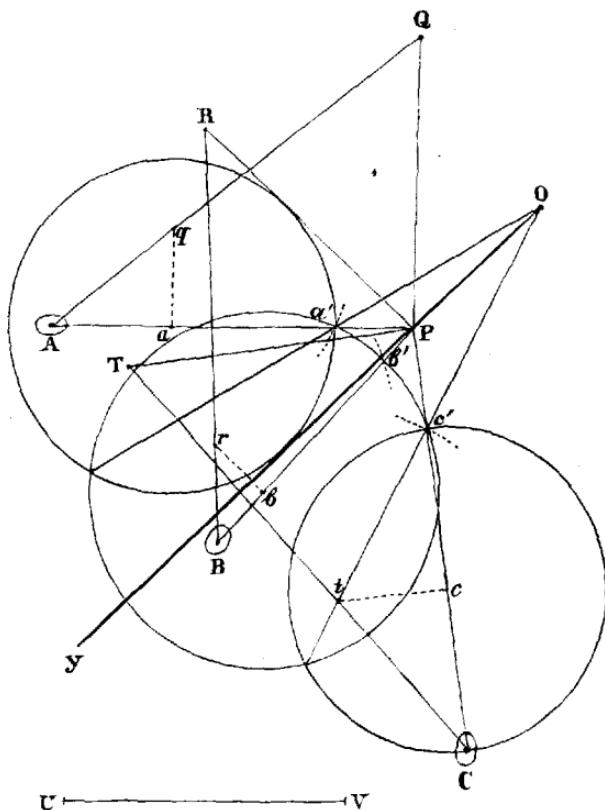
19. Посредствомъ угольника или иначе, *точно* измѣримъ разстояніе отъ доски до центра отверстія пластинки, т. е. измѣримъ длину перпендикуляра, опущеннаго на доску изъ центра отверстія, и отмѣтимъ точку, где этотъ перпендикуляръ приходится на доскѣ. Пусть будетъ Р отмѣченная точка (фиг. 7); длину перпендикуляра назовемъ UV.

20. Въ ясный день отмѣтимъ на доскѣ центръ свѣтлого эллипса три раза, напр. въ 8 и 11 часовъ утра и въ 2 или 3 часа пополудни. Можно отмѣтить и въ другіе часы, и чрезъ неравные промежутки времени, но только не слишкомъ малые; промежутки времени часа въ два или въ три будутъ достаточны.

Пусть А, В, С (фиг. 7) будутъ три отмѣченныя точки.

¹⁾ Пріемы рѣшеній относящихся сюда геометрическихъ задачъ указаны ниже, въ своемъ мѣстѣ.

Соединимъ точку Р съ точками А, В, С. При точкѣ Р, къ каждой изъ линій (т. е. къ РА, РВ, РС) возставимъ перпендикуляры PQ, PR, PT, равные UV (\S 1.9). Соединимъ точки Q, R, T съ точками А, В, С; образуются тогда прямоугольные треугольники APQ, BPR и CPT. На гипоте-



Фиг. 7.

нужахъ QA, RB, TC отложимъ отъ точекъ Q, R, T произвольныя, но равныя длины Qq, Rr, Tt. Изъ точекъ q, r, t опустимъ перпендикуляры qa, rb, tc. Изъ тѣхъ же точекъ q, r, t произвольными, но одинаковыми радиусами начертимъ маленькия дуги, чтобы обозначить точки пересѣченій этихъ

дугъ съ линіями PA , PB , PC ; пусть a' , b' , c' будуть точками пересѣченій. Изъ точки a , радиусомъ aa' , опишемъ окружность; изъ точки b , радиусомъ bb' , опишемъ другую окружность, и изъ точки c , радиусомъ cc' — третью окружность. Провѣдемъ хорду, общую первой и второй окружностямъ, а также хорду, общую второй и третьей окружностямъ. Продолжимъ обѣ хорды до ихъ пересѣченія; точка O будетъ *центромъ* часовъ. Провѣдемъ прямую линію черезъ точки O и P ; линія OPU — называется *подстержневою линіею*.

Если двѣ крайнія окружности пересѣкутся, то и ихъ общая хорда тоже должна пройти черезъ точку O ; это можетъ служить повѣркою правильности чертежа.

Если общія хорды окажутся между собою параллельными, тогда центръ часовъ будетъ безконечно далеко или иначе сказать, центра не будетъ. Подстержневая линія будетъ тоже параллельна хордамъ (проходитъ все-таки черезъ точку P). Положеніе часовой доски, при которомъ возможенъ такой случай, бываетъ очень рѣдко.

Добавленіе. Представимъ себѣ прямую линію, соединяющую центръ отверстія пластиинки S съ центромъ солнца. При суточномъ обращеніи солнца, она непрерывно передвигается и описываетъ конусъ, вершина которого находится въ центре отверстія, а осью конуса будетъ земная ось или стержень часовъ (11). Если продолжимъ этотъ конусъ въ сторону часовой доски, то точки A , B и C (фиг. 8) будутъ концами трехъ производящихъ конуса, а основаніе стержня будетъ центромъ часовъ O . Представимъ себѣ теперь, что изъ точки P (проекціи центра отверстія пластиинки) возставленъ перпендикуляръ, равный UV ; оконечность его придется какъ разъ на центрѣ отверстія (назовемъ его S) и образуетъ съ тремя производящими SA , SB , SC прямоугольные треугольники SPA , SPB и SPC , у которыхъ катеты известны. Если опрокинуть эти треугольники на плоскость часовой доски (положимъ на плоскость стѣны), вращая ихъ по проекціямъ ихъ гипотенузъ, т. е. по линіямъ PA , PB и PC , — то они изобразятся на чертежѣ треугольниками QPA , RPB и TPC . Отъ точки S находящейся передъ стѣною и не показанной на фигурѣ 7-ой, отложимъ на трехъ производящихъ равныхъ произвольныя длины; они изобразятся на чертежѣ линія-

ми Qq , Rr , Tt . Кругъ, проведенный (въ пространствѣ) чрезъ концы этихъ линій, т. е. чрезъ точки q , t , r , — будеть перпендикуляръ къ стержню часовъ. Представимъ себѣ, что точки q , t , r соединены между собою (въ пространствѣ же) хордами. Представимъ себѣ также, что изъ точекъ q , t , r описаны сферы радиусами произвольными, но равными и достаточно большими, чтобы сферы пересѣкались между собою, а также пересѣкали линіи PA , PB и PC . Плоскость пересѣченія первой сферы со второйю будеть перпендикулярна къ срединѣ хорды qr ; плоскость пересѣченія второй и третьей сферъ перпендикулярна къ срединѣ хорды rt , и обѣ эти плоскости пересѣкаются между собою по оси конуса, т. е. по линіи стержня часовъ, ибо двѣ точки оси находятся на соответственныхъ равныхъ разстояніяхъ отъ концовъ линій qr и rt (т. е. вершина конуса находится на равныхъ разстояніяхъ отъ концовъ qr и rt , и на равныхъ же разстояніяхъ находится отъ тѣхъ же концовъ и центръ круга qrt). Плоскости, пересѣкающіяся между собою по линіи стержня, называются часовыми плоскостями; слѣдовательно, таковыми и будутъ обѣ вышеозначенныя плоскости для какихъ нибудь двухъ моментовъ дня (12). Изъ точекъ q , r , t опустимъ перпендикуляры на линіи PA , PB , PC ; они будутъ также перпендикулярами къ плоскости стѣны и, будучи опрокинуты на стѣну, изобразятся на чертежѣ перпендикулярами qa , rb , tc . Точки a , b , c будутъ центрами трехъ сѣченій соответственныхъ трехъ сферъ плоскостя стѣны. Чтобы начертить эти три сѣченія, очевидно, достаточно знать по одной точкѣ на каждой изъ окружностей этихъ сѣченій. Замѣтимъ, что точки, въ которыхъ три сферы пересѣкаютъ линіи PA , PB и PC , при вращеніи треугольниковъ, не измѣняютъ своего положенія: эти точки опредѣляются, если линіи PA , PB и PC пересѣчь дугами, описанными однимъ и тѣмъ же радиусомъ, которымъ, предположимъ, описаны и сферы; пусть a' b' c' будуть точками пересѣченій. Замѣтимъ также, что точки пересѣченій первой окружности со второю, принадлежа какъ первой, такъ и второй сферамъ, будутъ двумя точками на плоскости, по которой пересѣкаются эти сферы между собою, а точки пересѣченій второй окружности со третьей — будутъ находиться на плоскости пересѣченія соответственныхъ сферъ. Слѣдовательно, плоскости, по которымъ сферы пересѣкаются между собою, пересѣкутъ стѣну по направлению хордъ, общихъ для окружностей; эти хорды будутъ *слюдами* часовыхъ плоскостей на плоскости стѣны, т. е. будутъ *часовыми линіями* (для какихъ-либо двухъ моментовъ дня). Центръ часовъ находится на пересѣченіи часовыхъ линій; слѣдовательно, пересѣченіемъ хордъ опредѣляется центръ часовъ.

21. Определение полуденной линии часовъ. Если часовая доска горизонтальна, то сама подстерженевая линія будетъ полуденною линіею. Если часы устраиваются на отвѣсной стѣнѣ, то чрезъ центръ часовъ О проводятъ, по отвѣсу, отвѣсную линію, которая и будетъ полуденною линіею. Если плоскость часовой доски ни горизонтальна, ни отвѣсна,— въ такомъ случаѣ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: продѣваютъ нитку отвѣса сквозь центръ отверстія пластинки и, отойдя отъ стѣны на какое разстояніе, становятъ глазъ въ такое положеніе, чтобы нитка (когда отвѣсъ перестанетъ качаться) въ точности закрывала центръ часовъ О; въ это время помощникъ, по указанію смотрящаго, обозначаетъ на часовой доскѣ направление отвѣса, т. е. отмѣчаетъ на ней три-четыре точки изъ тѣхъ, что заслоняются отвѣсною нитью. Чрезъ отмѣченныя точки и чрезъ центръ О проводятъ прямую линію. Центръ и всѣ отмѣченныя точки должны прйтись на одной прямой линіи, если отмѣчено правильно. Эта прямая линія будетъ полуденною линіею для данного положенія часовой доски.

Добавленіе. Меридіанальная плоскость есть плоскость вертикальная, проведенная чрезъ стержень часовъ. Если часовая доска горизонтальна, то слѣдъ меридіанальной плоскости (полуденная линія доски) будетъ и проекціею стержня, т. е. совпадеть съ подстерженевою линіею¹⁾. Если часы устраиваются на отвѣсной стѣнѣ, то пересѣченіе плоскости меридіана съ плоскостью стѣны (т. е. полуденная линія на стѣнѣ) будетъ линія *отвесная*, потому что отвѣсна меридіанальная плоскость. Если часовая доска ни горизонтальна, ни вертикальна, въ такомъ случаѣ, поступал, какъ указано въ § 21, мы очевидно опредѣляемъ положеніе полуденной линіи; дѣйствитель но, если глазъ поставленъ такимъ образомъ, что нить отвѣса закрываетъ центръ часовъ, то плоскость, проведенная чрезъ глазъ и

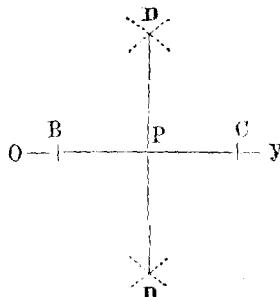
¹⁾ Подстерженевая линія и есть проекція стержня, т. е. часовая линія, совпадающая съ направлениемъ тѣни въ тотъ моментъ, когда солнце находится въ плоскости перпендикулярной къ часовой доскѣ.

отвесную нить, будетъ меридианомъ, ибо она есть плоскость отвесная и проходитъ чрезъ двѣ точки стержня, именно чрезъ конецъ стержня (отверстіе пластинки) и чрезъ центръ часовъ; слѣдѣтъ этой плоскости на стѣнѣ, отмѣченный какъ сказано, будетъ слѣдомъ меридiana, т. е. полуденнюю линіею данной часовой доски.

22. Определеніе часовыx линій. Для дальнѣйшаго построенія чертежа потребуются только подстержневая ОРУ и полуденная линія ОХII, центръ часовъ О, точка Р и UV, т. е. длина перпендикуляра; остальное болѣе не нужно; можно все стереть. Прутъ съ пластинкою тоже не нуженъ—его можно убрать (фиг. 8).

Изъ точки Р на ОY, возставимъ перпендикуляръ РN, равный UV¹⁾ (фиг. 8). Точку О соединимъ съ точкою N. Изъ точки N на ОN возставимъ перпендикуляръ NR. Подстержневую OV въ точкѣ R пересѣчемъ длиннымъ перпендикуляромъ ху. Отъ точки R отложимъ на ОY длину RC, равную RN. Изъ точки С произвольнымъ радиусомъ опишемъ

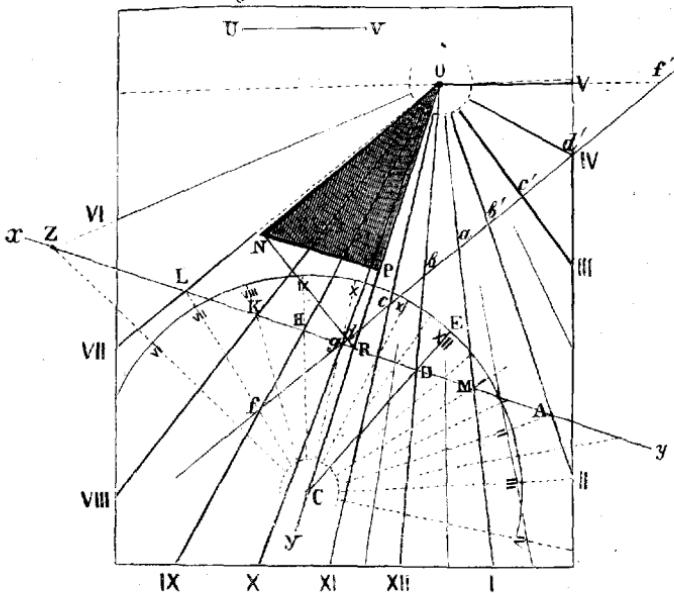
¹⁾ Задача. Изъ точки Р на ОY возставимъ къ ОY перпендикуляръ (фиг. 9). Отъ точки Р отложимъ въ обѣ стороны равныя длины РВ



Фиг. 9.

и РС. Изъ точекъ В и С равными произвольными радиусами опишемъ пересѣкающіяся дуги; точку пересѣченія D соединимъ съ точкою Р. Линія DP будетъ перпендикулярна къ ОY. Чѣмъ дальше отстоитъ точка пересѣченія дугъ отъ точки Р, тѣмъ точнѣе будетъ возставлена перпендикуляръ.

окружность или большую дугу причемъ полезно, чтобы эта дуга захватывала возможно-большую часть линіи xy . Точку С соединимъ съ точкою D пересѣченiemъ полуденной линіи съ xy и продолжимъ CD до окружности, а именно до точки Е. Отъ точки Е отложимъ на окружности въ обѣ стороны радиусъ этой окружности по разу или по два раза. (Дуга, стягиваемая хордою,



Фиг. 8.

равною радиусу, содержитъ 60°). Каждую изъ дугъ раздѣлимъ пополамъ и повторимъ дѣленіе еще разъ; это будутъ *часовыя дѣленія* отдѣленныхъ другъ отъ друга на 15° ¹⁾. Если

1) Окружность надо дѣлить весьма тщательно, ибо небольшая неточность отзовется значительной погрѣшностью въ показаніи часовъ; таlkъ, напр., ошибка въ дѣленіяхъ дугъ на одинъ градусъ отзовется погрѣшностью въ четыре минуты времени.

желательно имѣть получасовыя дѣленія, то часовая линія ошьть дѣлать пополамъ; если желательно, чтобы часы показывали и четверти,—дѣленіе повторяютъ еще разъ и т. д. Положимъ, что мы намѣтили только часовая дѣленія. Соединимъ точку С съ точками дѣленій окружности и продолжимъ, гдѣ требуется, радиусы до пересѣченія съ *ху*, т. е. до точекъ Z, L, A..... Потомъ соединимъ центръ часовъ О съ этими точками пересѣченій радиусовъ съ *ху*: линіи OL, OK, OH, OM, OA... будутъ *часовыми линіями*; остается только ихъ перенумеровать часовыми цифрами.

Если часовая доска бываетъ освѣщена солнцемъ въ полдень, то утренняя часовая линія придется по лѣвой руку (если встать передъ доскою); если же доска освѣщена только утромъ и вечеромъ, т. е. обращена къ югу, то утренняя линія будутъ по правую руку, а вечернія, наоборотъ, придется слѣва.

Получасовая и четверть-часовая линіи намѣчаются, подобно часовымъ линіямъ (См. фиг. 8, правая сторона).

Примѣч. Если окажется, что центръ часовъ находится на безконечно далекомъ разстояніи (20), въ такомъ случаѣ ON и всѣ часовые линіи будутъ параллельны подстержневой OY. Линіи NR, *ху* совпадутъ съ NP, но точки L, K, H, M, A... опредѣляются по предыдущему.

Добавленіе. Назовемъ черезъ S центръ отверстія пластиинки, который находится передъ стѣною и не изображенъ на чертежѣ. Треугольникъ NPO (фиг. 8) есть ничто иное какъ опрокинутый на плоскость треугольникъ, который составленъ перпендикуляромъ SP (равнымъ PN и UV), частью стержня ON отъ центра часовъ до центра отверстія пластиинки, и линіею OP. Если чрезъ центръ отверстія проведемъ плоскость перпендикулярную къ стержню, то эта плоскость будетъ *экваторіальною плоскостю* (14); она пересѣкаетъ плоскость SPO по линіи, перпендикулярной къ стержню, которая, будучи опрокинута на плоскость, изобразится на чертежѣ линіею NR. Точка R будетъ одною изъ тотокъ *слѣда* экваторіальной плоскости. Замѣтимъ, что плоскость стѣны тоже перпендикулярна къ плоскости SPO; линія пересѣченія экваторіаль-

ной плоскости со стѣною (слѣдѣтъ экватор. плоскости) будетъ перпендикулярна къ SPO, и къ прямой OY, проведенной въ этой плоскости чрезъ точку R; слѣдовательно, линія xy будетъ слѣдомъ экваторіальной плоскости. Представимъ себѣ, что чрезъ стержень часовъ проведены меридіанальная плоскость и другія плоскости для часовыkhъ промежутковъ времени (всѣхъ 24); очевидно, эти плоскости пересѣкаются между собою подъ равными углами, по 15° каждый (н^о 12); слѣды ихъ на экваторіальной плоскости будутъ часовыми линіями экваторіальной плоскости, которые пересѣкаются между собою тоже подъ углами въ 15° и сходятся въ точкѣ S. Если всѣ эти часовыя линіи продолжить до линіи xy , то точки ихъ пересѣченій съ xy , находясь на плоскости стѣны, будутъ принадлежать также и искомымъ часовымъ линіямъ стѣнныхъ часовъ, такъ что остается только соединить центръ часовъ О съ этими точками пересѣченій, и часовыя линіи стѣнныхъ часовъ будутъ опредѣлены. Замѣтимъ теперь, что такъ какъ линія SP перпендикулярна къ стѣнѣ, а линія PR перпендикулярна къ xy , то линія, проведенная въ пространствѣ отъ точки S къ точкѣ R, т. е. линія SR, будетъ тоже перпендикулярна къ xy . Итакъ, если мы опрокинемъ экваторіальную плоскость на плоскость стѣны (вращая по слѣду xy , напр. внизъ отъ xy), то SR изобразится на фиг. 8 линіею RC равною RS и RN; полученная линія экваторіальной плоскости придется на линіи CD, и остаточная экваторіальная часовыя линіи расположатся направо и налево отъ CD, пересѣкаясь между собою подъ углами въ 15° . Слѣдовательно, точки L, K, H... M. A..., найденные какъ указано выше, будутъ и точками стѣнныхъ часовыхъ линій; соединивъ эти точки съ точкою O (центромъ часовъ), получимъ искомую часовыя линіи стѣнныхъ часовъ.

23. Крайнія часовыя линіи, напр. IV часовая и V часовая (фиг. 8) трудно намѣтить вышеозначеннымъ образомъ, потому что крайніе продолженные радиусы окружности пересѣкаются съ xy далеко за предѣлами часовой доски. Для опредѣленія крайнихъ часовыхъ линій употребляется слѣдующій приемъ:

Надо стараться получить линіи для какихъ-нибудь семи послѣдовательныхъ часовъ, наприм., линіи OL, OK, OH... OM. Положимъ, желательно намѣтить часовыя линіи направо

оть ОМ (т. е. линіи для II, III, IV и V часовъ). Чрезъ какую-нибудь точку a на линіи ОМ проведемъ параллельную линію OL, т. е. параллельную той линіи, которая отстоить оть ОМ на шести-часовой промежутокъ времени. Если точка a взята на линіи OA, тогда надобно провести параллельную линіи OK и т. д. Проведенная параллельная пересѣкаетъ часовыя линіи, находящіяся лѣвѣ оть ОМ, въ точкахъ b , c , d ... Отъ точки a отложимъ на этой параллельной ab' равное ab ; ac' равное ac ; ad' равное ad ... Соединимъ центръ О съ точками b' , c' , d' и получимъ часовыя линіи Ob' , Oc' , Od' ..., т. е. линіи для II-го, III-го, IV-го... часа.

На стѣнныхъ часахъ не бываетъ часовыя линіи выше горизонтальной линіи, проведенной черезъ центръ часовъ О. На фиг. 8 горизонтальная линія обозначена пунктиромъ.

Добавленіе. Часовыя плоскости, отстоящія другъ оть друга на шести-часовой промежутокъ времени, какъ напр. часовыя плоскости VII часовъ и I часа (фиг. 8), пересѣкаются между союю подъ прямымъ угломъ (Въ 24 часа солнце описываетъ полную окружность, т. е. 360° ; следовательно, на шесть часовъ приходится четверть окружности или 90°). Поэтому всякая плоскость параллельная часовыя плоскости, проходящей чрезъ часовую линію OL, пересѣчть часовую плоскость, проходящую чрезъ ОМ, тоже подъ прямымъ угломъ, а следѣльно, т. е. линія $f'dba'd'...$ на часовой доскѣ, будетъ параллеленъ линіи OL и раздѣлится часовыми линіями, равно отстоящими оть линіи ОМ на соответственно равныя части, т. е. $ab=ab'$, $ca=ac'$ и т. д.

24. Всю вышеозначенную чертежную работу можно исполнить на стѣнѣ и вообще, на мѣстѣ, или, что удобнѣе, — на мѣстѣ опредѣлять только центръ часовъ О, подстужневую линію OV и полуденную OXII, а также измѣрять длину перпендикуляра UV и отмѣчать точку Р въ которой приходится перпендикуляръ, опущенный изъ центра отверстія пластиинки на часовую доску. Затѣмъ копируютъ эти части чертежа на бумагу и оканчиваютъ остальное въ комнатѣ. Пе-

перенося чертежъ съ бумаги на мѣсто, надо наблюсти, чтобы центръ часовъ О и линіи подстержневая и полуденная въ точности совпадали съ центромъ и соотвѣтственными линіями, опредѣленными на мѣстѣ, напр., на стѣнѣ. Затѣмъ, часовая линія намѣчаются уколами иглы или иначе и по сдѣланнымъ мѣткамъ прочерчиваются окончательно¹⁾.

Еслибы оказалось, что центръ часовъ и полуденная линія расположились неудобно, т. е. пришлились слишкомъ близко къ правому или лѣвому краю часовой доски, — то можно привести полуденную линію въ другомъ, любомъ мѣстѣ доски; надо только наблюсти, чтобы эта новая полуденная линія была параллельна полуденной линіи, опредѣленной первоначально. Надо тогда провести также и новую подстержневую линію; она будетъ тоже параллельна прежней подстержневой, т. е. новая полуденная и подстержневая составляютъ тотъ же уголъ, который оказался при опредѣлении тѣхъ же линій на мѣстѣ. Новый центръ часовъ будетъ, какъ и прежде, на пересѣченіи полуденной и подстержневой линій. Затѣмъ чертежъ переносится съ бумаги, какъ сказано²⁾.

25. Установка стержня часовъ. Для установки стержня изготавливаютъ изъ деревянной планки треугольникъ РОН (онъ затушеванъ на фиг. 8) и ставятъ его по направлению подстержневой линіи ОУ перпендикулярно къ доскѣ (стѣнѣ, напр.) такимъ образомъ, чтобы уголъ О совпадалъ съ центромъ часовъ, а сторона ОР прилегала къ подстержневой

¹⁾ Для болѣе удобнаго различенія, часовая линія намѣчается чернымъ цвѣтомъ, получасовая — синимъ, четверти — краснымъ и т. д. Цвѣтныя линіи можно прочертить синимъ и краснымъ карандашомъ.

²⁾ На стѣнѣ, обращенной къ югу, полуденная линія помѣщается посерединѣ доски; при юго-западномъ положеніи стѣны, ее подвигаютъ влѣво, и, наоборотъ, — вправо, если стѣна обращена къ юго-востоку. Дѣлается это съ той цѣлью, чтобы часовые цифры размѣстились на поляхъ доски равнозѣрнище, т. е. не были слишкомъ скучены на одной сторонѣ и слишкомъ широко разставлены на другой.

лини ОРУ. Когда треугольникъ установленъ, въ доскѣ по направлению стороны ON закрѣпляютъ совершенно прямой и достаточно длинный стержень (27).

Въ случаѣ, когда всѣ часовыя линіи параллельны между собою,—стержень устанавливается параллельно часовой доскѣ и подстержневой линіи, передъ часовую доскою на разстояніи равномъ длине перпендикуляра UV, т. е. стержень тогда не пересѣкаетъ часовую доску.

Добавление. Отверстіе пластинки можно принять за оконечность, или за какую либодь другую точку стержня. Доказано (Добавл. § 20), что О будетъ центромъ часовъ, т. е. точкою, въ которой стержень пересѣкастъ стѣну. Итакъ, имѣются двѣ точки на линіи стержня (центръ отверстія и центръ часовъ). Если треугольникъ ОРН (фиг. 8) установить какъ сказано, то вершина угла N придется какъ разъ на центрѣ отверстія (ибо $NP = UV$) и сторона ON будетъ совпадать съ направлениемъ стержня.

Если часы не имѣютъ центра, т. е. если всѣ часовыя линіи между собою параллельны, въ такомъ случаѣ и стержень, слѣдовательно, не пересѣчутъ стѣну (будетъ ей параллеленъ); опь пройдетъ черезъ отверстіе пластиинки, которое, напрежнему, можно принять за какую либодь точку стержня.

V.

Построение вертикальныхъ и горизонтальныхъ солнечныхъ часовъ въ случаяхъ, когда известна географическая широта места.

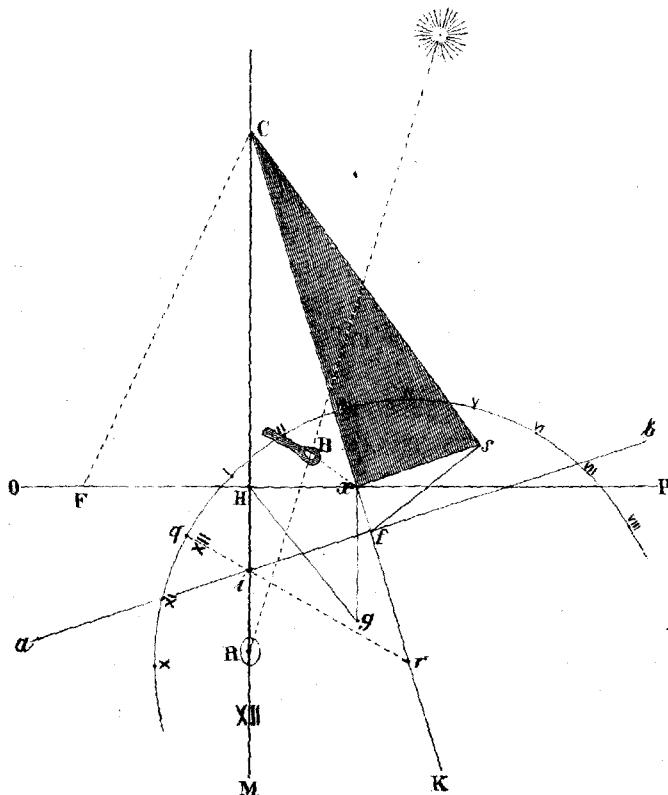
26. Вертикальные солнечные часы. Солнечные часы на отвѣсной стѣнѣ можно устроить по правиламъ, изложеннымъ въ §§ 15—25; но точный результатъ легче получается при построении чертежа нижеписаннымъ способомъ, особенно въ случаяхъ, когда стѣна освѣщена въ полдень довольно косвенно¹⁾.

Посредствомъ заранѣе начерченной полуденной мѣтки (5), или по вѣрнымъ часамъ, опредѣлимъ *моментъ солнечного полдня*, и въ этотъ моментъ отмѣтишь на стѣнѣ конецъ тѣни прута, закрѣпленного въ стѣнѣ²⁾ въ какомъ угодно положеніи. Чрезъ отмѣченную точку R проведемъ отвѣсную линію CR; она будетъ *полуденною линію*. Изъ оконечности прута (точки B) опустимъ на стѣну перпендикуляръ, т. е. измѣримъ кратчайшее разстояніе отъ конца прута до стѣны; пусть этотъ перпендикуляръ будетъ Bx. Чрезъ точку x, въ которой перпендикуляръ пересѣкаетъ стѣну, проведемъ *горизонтальную линію*

¹⁾ О построеніи солнечн. часовъ на стѣнѣ, обращенной къ сѣверу см. § 35.

²⁾ Чтобы точнѣе отмѣтить конецъ тѣни, полезно закрѣпить на концѣ прута пластинку съ маленькимъ отверстиемъ и отмѣтить на стѣнѣ центръ сѣбѣлага эллипса, образованного солнечными лучами, проникшими чрезъ отверстіе. Bx будетъ тогда разстояніемъ отъ стѣны до центра отверстія (Фиг. 10). См. на стр. 10-й таблицу „уравненіе времени“: тамъ указанъ моментъ, когда надо сдѣлать отмѣтку, пользуясь вѣрными часами.

ОР и отвьсную хд. Отложимъ хд равную Вх¹⁾. Соединимъ точки *g* и Н. Отложимъ НF равную Нg. При точкѣ F построимъ уголъ НFC, равный географической широтѣ.



Фиг. 10.

ротъ того мѣста, гдѣ строятся часы; пересѣченіе линій СF и СM дастъ точку С—центръ часовъ. Линія СxK будеть

1) На чертеже xy не равна Bx , потому что точка В находится не на стыке, а передъ стѣною.

подстержневою линіей. Изъ точки x на СхК возставимъ перпендикуляръ и отложимъ xs равную xg ; соединимъ точки s и С. Изъ точки s на Cs возставимъ перпендикуляръ sf до пересѣченія съ подстержневою линіей СхК. Въ точкѣ f пересѣчемъ подстержневую длиннымъ перпендикуляромъ afb . Отложимъ на подстержневой отъ точки f линію fr , равную fs . Изъ точки r , какъ изъ центра, произвольнымъ радиусомъ опишемъ большую дугу; соединимъ центръ r съ точкою i гдѣ пересѣкается полуденная линія СНМ съ линіей afb . На дугѣ отъ точки q (пересѣченіе радиуса riq съ дугою) отложимъ въ обѣ стороны дѣленія часовыя, получасовыя, т. е. въ 15° , $7\frac{1}{2}^{\circ}$ и т. д. Затѣмъ часовыя линіи опредѣляются, какъ указано въ §§ 22 — 24.

27. Для установки стержня изготавлиютъ изъ планки треугольникъ Ссх (фиг. 10), который устанавливаютъ перпендикулярно къ стѣнѣ вдоль подстержневой СхК (вершина угла С совпадаетъ съ центромъ часовъ С) и вбиваютъ въ стѣну стержень по направленію стороны Cs.

Можно и не вбивать стержня: его замѣнять ребра планки, изъ которой вырѣзанъ треугольникъ Ссх. Это особенно удобно въ тѣхъ случаяхъ, когда стѣна освѣщена въ полдень очень косвенено. Если стержнемъ будетъ служить треугольникъ, то чертежъ, при перенесеніи на стѣну, разрѣзаютъ пополамъ вдоль подстержневой линіи, и лѣвая половина чертежа прикладывается къ одной сторонѣ треугольника, а правая къ другой, т. е. оба ребра планки будутъ служить стержнями. Конечно, чертежъ имѣть тогда на стѣну двѣ параллельныя подстержневые линіи и два центра: особый центръ для правой и особый для лѣвой половины часовыей доски. Тѣнь отъ треугольника обозначается на часовыей доскѣ болѣе рѣзко, чѣмъ тѣнь отъ круглого стержня, и легче замѣтить ея совпаденіе съ часовыми линіями; это особенно важно, когда часовыя линіи очень сближены между собою, что и бываетъ, если стѣна освѣщена въ полдень косвенено.

Добавление. Точку В (фиг. 10) можно принять за какуюнибудь точку стержня часовъ, напр. за его оконечность; другая точка стержня должна находиться на пересѣченіи часовыхъ линій, напр. на пересѣченіи подстержневой и полуденной линій, т. е. въ центрѣ часовъ.

Полуденная линія отвѣсна (Добавл. § 8) и опредѣляется положениемъ тѣни оконечности стержня, т. е. точки В въ моментъ полдня. Центръ часовъ и положеніе стержня опредѣляются построениемъ треугольника НFC. Если этотъ треугольникъ а также треугольники Нgх и Схs составить передъ стѣною, (вращая первый треугольникъ около линіи СН, второй около Нх, и третій около Сх, и сведя въ одну точку углы F_{g,s}, которая придется въ точкѣ В, т. е. на концѣ прута или на отверстіи пластинки), то получимъ четырехграникъ, къ ребру которого, составленному совпаденіемъ линій CF и Cs, прилегаетъ стержень часовъ. Стержень будетъ установленъ правильно: дѣйствительно, онъ наклоненъ къ горизонтальной плоскости на уголъ, равный географической широтѣ мѣста и находится въ плоскости меридіана¹⁾, т. е. установленъ параллельно земной оси (12). Подстержневая линія соединяетъ центръ часовъ съ точкою х, т. е. съ концомъ перпендикуляра, опущенного на стѣну изъ точки В, принадлежащей стержню. Итакъ, извѣстны положеніе центра часовъ и линій—полуденной и подстержневой; следовательно, имѣются всѣ данные для опредѣленія часовыхъ линій и пр.

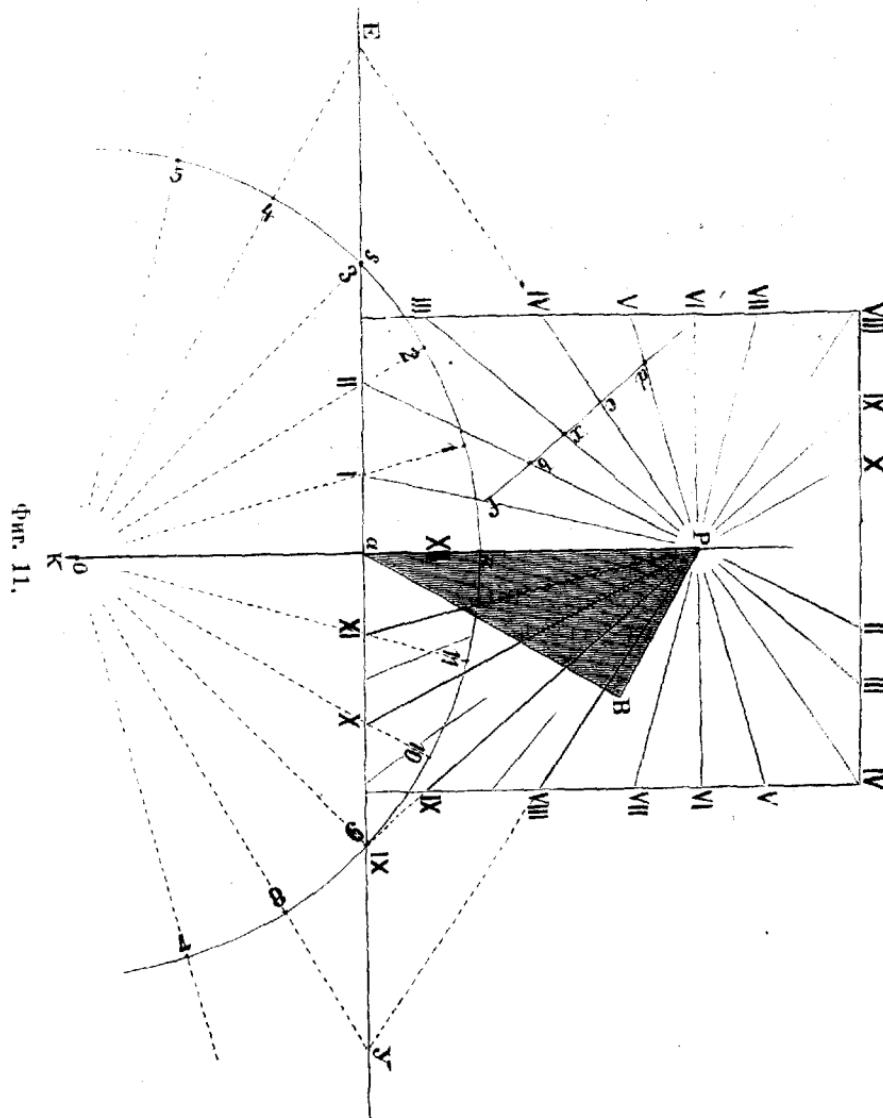
28. Горизонтальные солнечные часы. Вся чертежная работа исполняется въ комнатѣ; чертежъ изготавливается на бумагѣ и перечерчивается на доску, которая потомъ устанавливается на мѣстѣ, гдѣ требуется; это удобнѣе, чѣмъ строить часы прямо на мѣстѣ.

¹⁾ Пусть РАЕРQ (фиг. 5) будетъ мѣстный меридіанъ; А—мѣстность, въ которой устроиваются часы; AZ—отвѣсная линія для точки А; AR—горизонтальная полуденная линія; AK—направленіе стержня часовъ, параллельного земной оси PP; EQ—линей пересѣченія экватора съ меридіаномъ. Уголъ KAR находится въ плоскости меридіана и измѣряеть наклонъ стержня къ горизонтальной полуденной линіи; уголъ AOE есть географическая широта мѣста А; эти углы (KAR и AOE) равны, ибо стороны ихъ взаимно перпендикулярны, т. е. наклонъ стержня къ горизонтальной полуденной линіи и географическая широта мѣста измѣряются одинаковыми углами.

29. Определение часовых линий. Проведя прямую PaK (фиг. 11) при какой-нибудь точкѣ P , на ней находящейся, которая пусть будетъ центромъ часовъ, построимъ уголъ BPa , равный географической широтѣ того мѣста, где будутъ пользоваться часами. Изъ точки a , произвольно взятой на PaK , опустимъ на сторону PB перпендикуляръ aB . Отложимъ aO , равную aB . Линію PaK въ точкѣ a пересѣчимъ перпендикуляромъ EaY . Изъ точки O произвольнымъ радиусомъ опишемъ большую дугу и отъ точки n , т. е. отъ пересѣченія дуги съ линіею PaK , отложимъ въ обѣ стороны дуги часовыя, получасовая и т. д. (22); намѣченныя точки дѣленій дуги соединимъ съ центромъ O и радиусы (гдѣ требуется) продолжимъ до пересѣченія съ EaY . Точки пересѣченій XI, X, IX, I, II.... соединимъ съ точкою P (центромъ часовъ): линіи PI , PII , PIX , PXI , $PX...$ будутъ часовыми линіями горизонтальныхъ часовъ. Линія Pa будетъ полуденною линіею. Линія VI часа (PVI) параллельна EaY .

Добавленіе. Треугольникъ PBa (фиг. 11), если его поставить перпендикулярно на доску, по полуденной линіи, находится въ плоскости меридіана. Стержень закрѣпленъ по направлению стороны PB ; следовательно, тоже находится въ плоскости меридіана и наклоненъ къ горизонтальной плоскости (къ доскѣ) на уголъ, равный географической широтѣ мѣста, т. е. параллеленъ земной оси (Добавл. къ § 26). Представимъ себѣ, что черезъ точку B стержня проведена плоскость, къ нему перпендикулярна, т. е. экваторіальная (§ 14); на такой плоскости часовыя линіи пересѣкаются подъ угломъ въ 15° (Добавл. къ § 22). На фигуру 11 экваторіальная плоскость изображена остроумното на горизонтальную плоскость; если поставить треугольникъ PBa , какъ сказано выше, и поднять экваторіальную плоскость, вращая ее около линіи EaY то линіи aB и aO совпадутъ, т. е. точка O будетъ центромъ экваторіальныхъ солнечныхъ часовъ. Линія EaY принадлежитъ обѣмъ плоскостямъ—п экваторіальной и горизонтальной; стержень для обѣихъ плоскостей общій; поэтому точки a , I, II, X, IX... принадлежать часовымъ линіямъ какъ экваторіальныхъ, такъ и горизонтальныхъ часовъ; следовательно, соединивъ эти точки съ центромъ часовъ P , получимъ часовыя линіи горизонтальныхъ часовъ.

30. Часовая линія отстояція на двѣнадцати-часовой про-



межуточъ времени взаимно продолжаютъ другъ друга; такъ

напр. линія V часовъ вечера будеть продолженiemъ утренней V. часовой линіи; линія VII часовъ утра будеть продолженiemъ линіи VII часовъ вечера и т. д.

Добавление. Плоскости, проведенные чрезъ центръ солнца и чрезъ стержень по прошествію двѣнадцати-часового промежутка времени, очевидно, бывають продолженiemъ другъ друга, какъ отстоящи другъ отъ друга на 180° , а потому и следы этихъ часовыхъ плоскостей, т. е. часовыя линіи съ одинаковыми часовыми цифрами тоже составляютъ одну, прямую линію (12).

31. Крайнія часовыя линіи, напр. линіи для IV и V часа вечера или для VIII, VII часа утра, опредѣляются какъ указано въ § 23. Наиболѣе удобно провести параллельную IX часовую линію чрезъ какую-нибудь точку x , взятую на III-часовой линіи, какъ показано на фигурѣ 11.

Съ бумаги чертежъ переносится на доску, какъ указано въ § 24.

Достаточно опредѣлить положеніе часовыхъ линій для одной половины чертежа, напр. для лѣвой; затѣмъ можно все скопировать на правую сторону, потому что обѣ половины чертежа симметричны.

32. *Установка стержня.* Положеніе стержня опредѣляется треугольникомъ РВа (онъ затушеванъ на фигурѣ 11). Такой треугольникъ вырѣзаются изъ плотнаго картона или изъ пластики и ставить на доску, перпендикулярно къ доскѣ, такимъ образомъ, чтобы уголъ Р совпадалъ съ центромъ часовъ Р, и чтобы сторона Ра прилегала къ полуденней линіи Ра. Стержни вбиваются въ доску по направлению стороны РВ. (27).

33. *Установка часовой доски.* Изготовленную часовую доску помѣщаютъ горизонтально на прочной подставкѣ, напр. на тумбѣ, и устанавливаютъ такимъ образомъ, чтобы въ моментъ солнечного полдня, который можно опредѣлить посредствомъ заранѣе начертанной полуденной мѣтки, устанавливаемые часы показывали тоже полдень.

Можно также установить доску при помощи хорошо выверенныхъ часовъ карманныхъ или иныхъ. Часовую доску повертываютъ такимъ образомъ, чтобы на ней указывалось время согласно съ часами карманными; конечно, при этомъ необходимо принять во вниманіе уравненіе времени (см. стр. 10). Если и солнечные и карманные часы „идутъ“ согласно въ продолженіи пяти или шести часовъ кряду, то значитъ доска установлена правильно; если же замѣчается разногласіе, то это показываетъ, что доска не горизонтальна; надо ее повѣрить и опять установить, какъ сказано. Если же сразу, то послѣ нѣсколькихъ попытокъ, въ два—три дня, часы удастся установить правильно. Наконецъ, можно установить часовую доску при помощи компаса: полуденную линію доски устанавливаютъ по направлению магнитной стрѣлки¹⁾.

Горизонтальные солнечные часы, построенные для какой либо мѣстности, можно перенести куда угодно; только необходимо, чтобы и на новомъ мѣстѣ стержень имѣлъ наклонъ къ мѣстной полуденной линіи на уголъ равный географической широтѣ мѣста. Слѣдовательно, часовая доска на новомъ мѣстѣ уже будетъ не горизонтальна, а наклонна къ сѣверу или къ югу, смотря потому куда она перенесена. (Уголь наклона равенъ разности геогр. широтъ данныхъ мѣстъ). На наклонной доскѣ не застаетъ дождевая вода, а потому садовые солнечные часы иногда умышленно изготавливаются для другой географ. широты, чтобы можно было наклонить доску.

¹⁾ Желѣзо притягиваетъ магнитную стрѣлку, а потому близъ нея не должно находиться этого металла.

VI.

Построение солнечныхъ часовъ на всякой данной кри- вой поверхности.

34. Передъ данной поверхностью установимъ горизонтальные солнечные часы (33) и протянемъ нитку вдоль стержня этихъ вспомогательныхъ часовъ до данной поверхности; нитка должна плотно прилегать къ стержню и служить его продолжениемъ.

Въ солнечный день, черезъ часовые, получасовые и т. д. промежутки времени, отмѣтимъ на данной поверхности тѣнни нитки: начерченныя линіи будуть часовыми линіями для I-го, П-го и III-го и т. д. часа, смотря по тому, въ которомъ часу онѣ намѣчены. Можно также намѣтать тѣнни нитки ночью, при лунномъ свѣтѣ въ тѣ моменты, когда на вспомогательныхъ часахъ тѣнь стержня будетъ совпадать съ часовую, двухъ-часовую и прочими часовыми линіями. Наконецъ, можно ночью освѣщать вспомогательные часы лампою, перемѣщая ее такимъ образомъ, чтобы тѣнни стержня покрывала на вспомогательныхъ часахъ различныя часовыя линіи, и одновременно съ этимъ отмѣщаются на данной поверхности тѣнни нитки; намѣченныя линіи обозначаютъ соотвѣтственными часовыми цифрами.

Стержень въ данной поверхности закрѣпляется по направлению нитки, протянутой, какъ сказано выше.

Добавленіе. Часовыя плоскости (12) проходятъ чрезъ стержень вспомогательныхъ часовъ, следовательно, и чрезъ нитку, которая

есть ея продолжение. Часовые линии на данной поверхности—это слѣды часовъ плоскостей; тѣнь нитки и опредѣляетъ эти слѣды.

Если на данной поверхности стержень закрѣпленъ по направлению нитки, то онъ, подобно стержню на вспомогательныхъ часахъ, находится въ плоскости меридiana и наклоненъ къ горизонтальной плоскости на уголъ, равный географической широтѣ мѣста, т. е. установленъ правильно.

35. Такимъ способомъ можно построить солнечные часы на всякой данной поверхности, плоской или кривой, на какой только пожелается строить часы. На кривой поверхности и часовые линии будутъ кривыми; на поверхности плоской—прямыми.

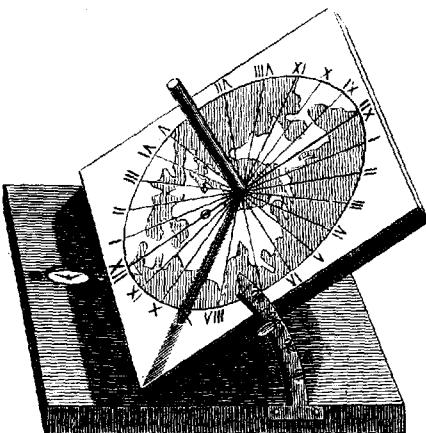
На стѣнѣ обращенной къ ѿверу, которая не освѣщается въ полдень, полуденной линіи, конечно, не имѣется. Стержень вспомогательныхъ часовъ тогда обращенъ не къ стѣнѣ, а отъ стѣны: нитка касается стѣны внизу; стержень, поставленный по направлению нитки, свободнымъ концомъ обращенъ къ верху. При такомъ положеніи часовой доски, часы показываютъ время только утромъ и поздно вечеромъ.

VII.

Экваториальные солнечные часы съ земными плоскошариями.

(Учебное пособие).

36. Объ экваториальныхъ солнечныхъ часахъ уже была рѣчь выше (14). Стержень такихъ часовъ перпендикуляренъ къ часовой доскѣ, а часовыя линія пересѣкаются



Фиг. 12.

между собою подъ равными углами. На часовыя промежутки времени приходится 15 град., на получасовые — $7\frac{1}{2}$ град. и т. д. Солнечные часы, служащіе учебнымъ пособіемъ,

изображены на фигурѣ 12. Верхняя (часовая) доска прибора перпендикулярна къ линіи $C-\text{Ю}$, начерченной на нижней доскѣ, и можетъ къ ней наклоняться подъ разными углами; для измѣренія наклона служить маленькая дуга съ градусными дѣленіями. Устанавливается приборъ слѣдующимъ образомъ:

1) Нижняя доска должна имѣть горизонтальное положеніе, причемъ линію $C-\text{Ю}$, при помощи магнитной стрѣлки, должно направить отъ сѣвера къ югу.

2) Верхнюю доску наклоняютъ къ нижней на уголъ, равный дополненію геогр. широты мѣста до 90 град. (напр. въ Москвѣ на 34 град.). Верхній конецъ стержня при этомъ обращенъ къ сѣверу.

При такой установкѣ, стержень будетъ находиться въ плоскости меридіана и составлять съ горизонтальною плоскостью уголъ, равный геогр. широтѣ мѣста, т. е. будетъ параллеленъ земной оси и, слѣдовательно, установленъ правильно. Часовая доска тогда параллельна плоскости экватора земли.

Экваторіальная плоскость, при сѣверномъ склоненіи солнца освѣщена съ верхней стороны, а при южномъ—съ нижней. Въ дни равноденствій (9 марта и 10 сентяб.), солнце находится въ плоскости экватора, а потому въ эти дни освѣщено только ребро часовыи доски. Такъ какъ освѣщаются солнцемъ, непрерывно, по полугоду, обѣ стороны доски, то и часовые линіи начерчены на ней съ обѣихъ сторонъ, а стержень пропущенъ сквозь доску. На обѣихъ же сторонахъ доски, кромѣ часовыхъ линій, изображены земная плоскошарія въ полярной проекції (сѣверное на верхней и южное на нижней сторонѣ). Въ такой проекціи, меридіаны изображаются радиусами круга, слѣдовательно, совпадаютъ съ часовыми линіями солнечныхъ часовъ. Стержень проходитъ чрезъ полюсы карты. Плоскошарія, участвуя въ сutoчномъ обращеніи земного шара, послѣдовательно обращаются

ютъ къ солнцу свои меридіаны. Если на картѣ меридіанъ той мѣстности, гдѣ употребляется приборъ, совпадаетъ съ полуденною линіею часовъ, то тѣнь стержня, указывая мѣстное время, вмѣстѣ съ тѣмъ указываетъ и меридіанъ земли, имѣющій въ это время *полдень*. По правую сторону тѣни (если обратиться къ солнцу) полдень уже миновалъ, а въ странахъ, изображенныхъ на плоскошаріи лѣвѣ тѣни,— полдень еще не наступилъ;—тамъ считается время „до полудня“; на продолженіи тѣни, за полюсомъ, считается *полночь*. Итакъ экваторіальные солнечные часы съ плоскошаріями, указывая положеніе солнца относительно плоскости экватора въ разныя времена года, указываютъ также мѣстное время и счетъ времени въ различныхъ долготахъ земного шара.

На фиг. 12 изображенъ приборъ, установленный для Москвы (наклонъ экваторіальной доски= 34°). Освѣщена солнцемъ верхняя сторона доски, а нижняя затѣнена; следовательно, солнце находится къ ѿверу отъ экваторіальной плоскости, т. е. имѣеть ѿверное склоненіе. Тѣнь стержня показываетъ 9 час. утра по Московскому времени и пересекаетъ на плоскошаріи средину Азіи (Сибирь и Индостанъ); на меридіанѣ, совпадающемъ съ направлениемъ тѣни, въ этотъ моментъ часы и въ дѣйствительности показываютъ полдень.

Если часовая доска непрозрачна, то тѣнь стержня, конечно, замѣтна только на одномъ изъ плоскошарій; но можно наклеить ихъ на стекло, и тогда будутъ видны одновременно оба плоскошарія.

VIII.

Солнечные часы на земномъ глобусѣ.

(Учебное пособіе).

37. Солнечные часы на шаровой поверхности хотя показываютъ время съ меньшою точностью, чѣмъ часы горизонтальные, вертикальные и пр., но зато полезны въ другомъ отношеніи; именно какъ учебное пособіе для усвоенія иѣкоторыхъ географическихъ знаній. Для этой цѣли надобно устроить ихъ на земномъ глобусѣ.

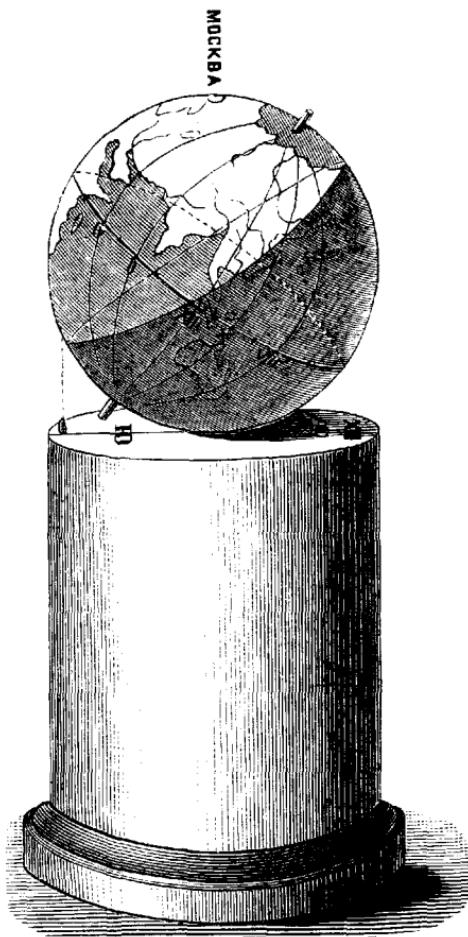
Надо взять глобусъ непромокаемый, если часы устроиваются на открытомъ мѣстѣ, напр. въ саду; тогда берутъ шаръ, вылитый изъ портландскаго цемента или изъ гипса. На поверхности шара известными способами наносятъ градусную сѣть и обозначаютъ по ней материкъ, океаны и пр. Для употребленія въ комнатѣ, берутъ обыкновенный географический глобусъ. Пользуются глобусомъ, конечно, при солнечномъ освѣщеніи.

38. Солнечные лучи всегда освѣщаютъ половину глобуса. Освѣщенное полушаріе разграничивается отъ неосвѣщенного круговою линіею, которая называется *свѣтораздѣлльной*; она будеть указывать время. Стержня эти солнечные часы не имѣютъ.

Установимъ ось глобуса *параллельно земной оси* т. е. помѣстимъ ее или, что все равно, — оба полюса глобуса въ плоскости меридіана и наклонимъ къ горизонтальной пло-

сности, въ съверномъ направлении, на уголъ, равный географической широтѣ того мѣста, гдѣ устраиваются часы. Этого можно достигнуть слѣдующимъ образомъ.

Чрезъ точку глобуса, соотвѣтствующую тому мѣсту, гдѣ устраиваются часы, напр. въ Москвѣ—чрезъ г. Москву (фиг. 13), проведемъ меридіанъ, и какимъ нибудь способомъ установимъ глобусъ на подставкѣ такъ, чтобы точка, изображающая данную мѣстность, и точка, ей діаметрально противоположная, приходились на одной отвѣсной линіи. Данная мѣстность (Москва) тогда придется въ высшей точкѣ глобуса. Если съверный полюсъ глобуса обращенъ къ съверу и отвѣсная нить, опущенная изъ любой точки, взятой на мѣстномъ меридіанѣ глобуса, падаетъ на горизонтальную полуденную линію, проведенную на подставкѣ, то глобусъ установленъ правильно (фиг. 13¹).



Фиг. 13.

¹) Горизонтальную полуденную линію можно начертить на подставкѣ при помоши магнитной стрѣлки (33) или иначе.

- Действительно, тогда оба полюса глобуса будут находиться въ плоскости меридиана и ось его будетъ наклонена къ горизонтальной плоскости на уголъ равный географической широтѣ мѣста, т. е. будетъ установлена параллельно земной оси.

Раздѣлимъ экваторъ глобуса на 24 равныя части, по 15° па часть, и отмѣтимъ точки дѣленій часовыми цифрами. На мѣстномъ меридианѣ, напр. на московскомъ поставимъ цифру VI; на 15° восточнѣе—поставимъ цифру V; па 30° восточнѣе—цифру IV и т. д. Цифра XII придется на 90° восточнѣе и западнѣе мѣстнаго меридиана. Свѣтораздѣльная линія круглый годъ разсѣкаетъ экваторъ пополамъ въ точкахъ діаметрально противуположныхъ; вслѣдствіе суточнаго обращенія земнаго шара (а съ нимъ и глобуса), она перемѣщается послѣдовательно, съ одной часовой цифры на другую, и указываетъ мѣстное время.

39. Сравнивая два шара, напр., два глобуса освѣщенные солнцемъ, замѣтимъ, что свѣтораздѣльная линія обоихъ шаровъ параллельна между собою, если параллельны оси шаровъ.

Такъ какъ ось глобуса установлена параллельно земной оси, то и свѣтораздѣльная линія глобуса будетъ параллельна свѣтораздѣльной линіи земли въ тотъ же самый моментъ и пересѣчетъ всѣ круги глобуса совершенно такъ же, какъ пересѣкаются тогда свѣтораздѣльною линіею соотвѣтственные круги земнаго шара. Въ дни равноденствій (9 марта и 10 сентября) свѣтораздѣльная линія проходитъ чрезъ полюсы земли; въ эти дни она пройдетъ также и чрезъ полюсы глобуса. Въ дни солнцестояній (10 июня и 10 декабря) она отклонена отъ земныхъ полюсовъ до крайняго предѣла, т. е. до полярныхъ круговъ, отстоящихъ отъ полюсовъ на $23\frac{1}{2}^{\circ}$; въ тѣ же дни то же самое замѣчается и на глобусѣ.

Къ солнцу постоянно обращены соотвѣтственные меридианы глобуса и земнаго шара, а потому страны, освѣщенные па глобусѣ и въ дѣйствительности, въ то же самое вре-

мя имѣть *день*, а затѣненное полушаріе глобуса указываетъ страны, имѣющія въ то время *ночь*. Меридіанъ, перпендикулярный къ свѣтораздѣльной линіи, имѣть *полдень*; другая половина того же меридіана, на затѣненной сторонѣ глобуса, имѣть *полночь*. Вслѣдствіе перемѣщенія свѣтораздѣльной линіи, западныя страны глобуса выходятъ изъ тѣни, а восточныя, наоборотъ, входять въ тѣнь; въ первыхъ въ тотъ монентъ *солнце действительно восходитъ*; во вторыхъ оно *заходитъ*.

Такимъ образомъ глобусъ, установленный, какъ указано выше, и освѣщенный солнцемъ, служа солнечными часами, въ то же время изображаетъ освѣщеніе земнаго шара въ разные дни года и въ разные часы дня,—точнѣ и ближе къ дѣйствительности, чѣмъ всякое другое учебное пособіе того же рода. Постоянно изображая *действительное освѣщеніе земли* въ монентъ наблюденія, онъ даетъ ясное представлѣніе о положеніи свѣтораздѣльной плоскости относительно оси земнаго шара въ разныя времена года, о смѣнѣ дня ночью на нашей планетѣ и о счетѣ времени въ различныхъ долготахъ.

На фиг. 13 изображенъ глобусъ освѣщенный солнцемъ въ день лѣтняго солнцестоянія (10 июня), въ полдень по Московскому времени.

40. При употребленіи обыкновенного, переноснаго земнаго глобуса, полуденную линію на горизонтальной подставкѣ надо каждый разъ ставить по направлѣнію отъ сѣвера къ югу, при помоши компаса (33) или иначе. Въ комнатѣ свѣтораздѣльная линія обозначается явственнѣе, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ, особенно если устраниТЬ отраженный свѣтъ, опущая сторы на лишнихъ окнахъ, чтобы глобусъ освѣщался по возможности только прямymi солнечными лучами ¹⁾.

КОНЕЦЪ.

¹⁾ Подробнѣе см. брошюру И. Вавилова „Глобусъ — Теллурій“. Москва. 1882 г. Издание „Сотрудникъ школы“.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Отъ автора.	
I. Несколько словъ объ измѣрении времени.	1
II. Полуденная линія и повѣрка часовъ по солнцу	3
III. Общія замѣтки о солнечныхъ часахъ	11
IV. Построеніе солнечныхъ часовъ на всякой данной плоскости, причемъ не требуется знать ни географической широты мѣста, ни положенія данной плоскости.	14
V. Способы построенія вертикальныхъ и горизонтальныхъ солнечныхъ часовъ въ тѣхъ случаяхъ, когда известна географическая широта мѣста.	27
VI. Построеніе солнечныхъ часовъ на всякой данной кривой поверхности	35
VII. Экваторіальные солнечные часы съ земными плоскостями (учебное пособие).	37
VIII. Солнечные часы на земномъ глобусѣ (учебное пособие).	40