V. Въ самомъ общемъ случаѣ несокр. дробь $\frac{r}{m}$, гдѣ $m = 2^n 5^k p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \ldots$ даетъ смѣшанную періодическую дробь, въ которой до періода n или k цифръ ($n \gtreqless k$), а число цифръ въ періодѣ равно наименьшему кратному чиселъ $l_1 p_1^{s_1}$, $l_2 p_2^{s_2}, \ldots$ опредѣляющихъ соотвѣтственно число цифръ въ періодѣ для знаменателей $p_1^{\alpha_1}$, $p_2^{\alpha_2} \ldots$

В. В. Каврайскій. Программа и нѣкоторыя положенія доклада „Графическіе способы рѣшенія задачъ сферической астрономіи“, прочитаннаго въ Харьковскомъ Математическомъ Обществѣ на засѣданіяхъ 18.II, 4.III и 15.IV 1909 г.

ВВЕДЕНІЕ.

Значеніе графическихъ способовъ въ астрономіи. Классификація и обзоръ извѣстныхъ автору графическихъ способовъ рѣшенія астрономическихъ задачъ; упомяну здѣсь слѣдующіе, какъ наиболѣе близкіе къ изложенному въ первой части доклада: 1) *E. Ronin.* Planisphère cherche-étoiles. Ed. par G. Thomas. Paris. 93.—2) *D-r E. Kohlschütter.* Messkarte zur Auflösung der sphaer. Dreiecke nach Chauvenet. Verl. von D. Reimer, Berl. 05.—3) *D-r F. Koerber.* Transformator für sph. Coordinaten. Verl. von D. Reimer. Berl. 06. 4) Проф. *Г. Вульфъ.* Способъ графическаго рѣшенія задачъ по космографіи и математической географіи. Нижн.-Новг. 1909. (Приложеніе къ „Рус. Астр. Кал.“ Ниж. Кр. Люб. Физ. и Астр.) [1]).

Стереографическая сѣтка. Условное изображеніе точекъ полусферы, содержащей центръ проектированія. Основные пріемы рѣшенія задачъ сферической геометріи въ стереографической проекціи при помощи стереографической сѣтки; между прочимъ—измѣреніе угловъ разстояніемъ полюсовъ сторонъ и черезъ приведеніе проекціи вершины надлежащей перемѣной плоскости проекцій въ центръ или на „главную окружность“ сѣтки (т. е. окружность, по которой проектируемая сфера пересѣкается съ плоскостью проекцій). *Графическое рѣшеніе сферическихъ треугольниковъ при помощи стереографической сѣтки.* При этомъ возможно обойтись безъ построенія проекцій малыхъ круговъ съ полюсомъ не на главной окружности.

Распространеніе изложеннаго выше на другіе виды картографическихъ проекцій. Основное условіе пригодности картографической проекціи для графическаго рѣшенія задачъ сферической геометріи вышеуказанными

---

[1]) Послѣдняя работа вышла въ свѣтъ, когда «Планисфера и счетный кругъ» (см. ниже) были уже построены, а о трехъ первыхъ я узналъ лишь по прочтеніи доклада.

способами: вращенію сферы вокругъ нѣкотораго діаметра („главный діаметръ“) должно соотвѣтствовать вращеніе ея проекціи вокругъ нѣкотораго центра („центръ проекціи“ сѣтки) на пропорціональный уголъ или прямолинейное поступательное движеніе на пропорціональную длину. Кромѣ того желательно, чтобы проекція по крайней мѣрѣ одной изъ полусферъ, на которыя сфера раздѣляется плоскостью, перпендикулярной главному діаметру, имѣла конечные размѣры (точки другой полусферы могутъ условно изображаться проекціями точекъ симметричныхъ имъ относительно только что упомянутой плоскости).

I. Планисфера.

Такъ названа центральная часть сдѣланнаго мною чертежа [1]) для графическаго рѣшенія астрономическихъ задачъ посредствомъ построенія стереографическихъ проекцій, входящихъ въ задачу линій и точекъ (иногда только точекъ) небесной сферы. Черченіе производится карандашемъ отъ руки на транспарантѣ изъ коленкоровой кальки, вращающемся вокругъ иглы, втыкаемой въ центръ чертежа. Планисфера представляетъ: 1) стереографическую сѣтку 30 *cm.* въ діаметрѣ съ меридіанами и параллелями черезъ 1^0; утолщенные меридіаны проведены черезъ $5^0 = 20^m = \frac{1}{3}^h$, что позволяетъ производить отсчеты въ часахъ и минутахъ почти такъ же легко, какъ и въ градусахъ; 2) стереографическую проекцію на плоскость небеснаго экватора звѣздъ сѣвернаго (синій цвѣтъ) и южнаго (красный цвѣтъ) полушарій до 3-й величины включительно; 3) проекцію эклиптики на ту же плоскость съ отмѣченными на ней положеніями истиннаго солнца въ средній московскій полдень на каждый день 1910 г. (нумерація по старому и по новому стилю); 4) положенія средняго солнца въ тѣ же моменты (нумерація по с. и н. ст.); 5) стереографич. проекцію эклиптики на плоскость колюра солнцестояній съ положеніями ист. солнца въ тѣ же моменты (нумерація по нов. ст.) и 6) шкалу для поворота транспаранта на уголъ, равный прецессіи за промежутокъ времени между двумя данными эпохами, для эпохъ отъ 500 г. до Р. Х. до 2000 г. по Р. Х..

Способъ пользованія шкалами, опредѣляющими положенія истиннаго и средняго солнца, въ разные годы и на различныхъ меридіанахъ.

Рѣшеніе задачъ въ проекціи на плоскость круга склоненія (меридіана, колюра солнцестояній и т. д.): *преобразованіе координатъ, восходъ и заходъ свѣтилъ, сумерки, опредѣленіе времени, азимута* и т. под.

Рѣшеніе задачъ въ проекціи главнымъ образомъ *на плоскость экватора.* Такой выборъ плоскости проекцій позволяетъ, пользуясь выше-

---

[1]) Оконченъ въ декабрѣ 1908 г.

упомянутой звѣздной картой и проекціями эклиптики и экватора, обходиться при рѣшеніи большей части задачъ безъ астрономическаго календаря и звѣзднаго каталога; кромѣ того, суточному вращенію земли здѣсь соотвѣтствуетъ вращеніе транспаранта, благодаря чему является возможность избѣжать не только вычисленія какихъ бы то ни было, хотя бы самыхъ простыхъ, формулъ, но даже ссылокъ на нихъ,—всѣ задачи рѣшаются чисто графически на основаніи однихъ только опредѣленій основныхъ понятій сферической астрономіи; при этомъ ошибка результата (какъ и при пользованіи способами, указанными выше) не превосходитъ $0^{\circ}\!.2$ — $0^{\circ}\!.3$ дуги большого круга, а экономія времени по сравненію съ рѣшеніемъ тѣхъ же задачъ вычисленіемъ достигаетъ 90%.

Опредѣленіе горизонтальныхъ координатъ свѣтила въ заданный моментъ звѣзднаго или средняго времени. Опредѣленіе координатъ звѣздъ въ отдаленную эпоху. Редукція положенія солнечныхъ пятенъ. Задачи на восходъ и заходъ свѣтилъ, сумерки, прохожденіе свѣтилъ черезъ меридіанъ и первый вертикалъ и элонгацію. Для частаго рѣшенія этихъ послѣднихъ задачъ для одной и той же географической широты полезно разъ навсегда нанести на транспарантѣ отъ руки при помощи планисферы проекціи—меридіана, 1-го вертикала, горизонта, альмукантаратовъ, лежащихъ на 1° и 18° ниже горизонта, и геометрическаго мѣста точекъ, параллактическій уголъ которыхъ $= 90^{\circ}$; эта послѣдняя линія легко строится по точкамъ. Планисфера съ такимъ транспарантомъ съ успѣхомъ замѣняетъ подвижную карту звѣзднаго неба.

Общій взглядъ съ геометрической точки зрѣнія на различные способы опредѣленія географической широты (φ) *и поправки часовъ* ($\Delta\sigma$, $\Delta\mu$). Зная экваторіальныя координаты свѣтилъ и моменты ихъ наблюденія по звѣдному хронометру съ неизвѣстной поправкой $\Delta\sigma$, легко построить проекціи положеній этихъ свѣтилъ въ моменты ихъ наблюденія относительно того меридіана, на которомъ хронометръ показывалъ бы вѣрное звѣздное время (будемъ называть этотъ меридіанъ „исходнымъ"). Затѣмъ, на основаніи остальныхъ данныхъ наблюденія, строимъ проекціи двухъ, по крайней мѣрѣ, геометрическихъ мѣстъ зенита мѣста наблюденія: если, напр., наблюдалось зенитное разстояніе (z) звѣзды, то малый кругъ сферическаго радіуса z, описанный вокругъ этой звѣзды будетъ однимъ изъ такихъ геометрическихъ мѣстъ; если двѣ звѣзды въ моменты ихъ наблюденія находились на одномъ вертикалѣ, то однимъ изъ геометрическихъ мѣстъ зенита будетъ этотъ вертикалъ, который получимъ, проведя окружность большого круга черезъ положенія наблюдаемыхъ звѣздъ; если извѣстна φ, то можемъ построить суточную параллель зенита, которая и будетъ однимъ изъ его геометрическихъ мѣстъ, и т. д. Изъ двухъ, обыкновенно, точекъ пересѣченія проекцій геометрическихъ мѣстъ зенита всегда легко выбрать изображающую зенитъ; приведя ее на одинъ изъ діаметровъ стереографической сѣтки отсчитаемъ непосредственно искомыя φ и $\Delta\sigma$ (или одну изъ нихъ, если другая извѣстна); на самомъ дѣлѣ: φ есть склоненіе зенита, а $\Delta\sigma$, какъ легко понять, равна часовому углу „исходнаго" меридіана. Подобнымъ же образомъ рѣшается задача и въ томъ случаѣ, когда моменты отмѣчены по хронометру, идущему по среднему времени, и ищется его поправка $\Delta\mu$; такъ какъ при этомъ, опредѣляя на планисферѣ положеніе средняго солнца, мы не принимаемъ во вниманіе неизвѣстной пока разности долготъ мѣста наблюденія и „исходнаго" меридіана, то, какъ не трудно показать, искомая поправка получится выраженною въ единицахъ звѣзднаго, а не средняго времени [1]).

На основаніи приведеннаго геометрическаго разсмотрѣнія задачи легко вывести *условіе выгоднѣйшаго подбора звѣздъ для наблюденій*—опредѣляемыя наблюденіями геометрическаго мѣста зенита должны пересѣкаться ортогонально—и вообще *изслѣдовать* задачу.

Графическое рѣшеніе при помощи планисферы различныхъ задачъ на опредѣленіе широты и времени. Его практическое значеніе. Составленіе эфемеридъ къ наблюденіямъ для опредѣленія широты и времени производится по той же схемѣ, какъ опредѣленіе поправки часовъ соотвѣтствующимъ пріемомъ.

II. Счетный кругъ.

На одномъ листѣ съ планисферою, вокругъ нея, нанесены нѣсколько окружностей и дугъ съ дѣленіями, представляющія *счетный кругъ*, сходный съ логариѳмической линейкой и приспособленный для рѣшенія главнымъ образомъ астрономическихъ задачъ; онъ состоитъ изъ слѣдующихъ шкалъ: 1) Внѣшняя окружность (діам. 34 *cm.*), раздѣленная на 1000 частей; соотвѣтствующіе этимъ дѣленіямъ центральные углы служатъ модулемъ другихъ шкалъ: для шкалъ 5-й, 9-й и 10-й одно дѣленіе первой шкалы соотвѣтствуетъ $1''$, а для остальныхъ—0.001. 2) Логариѳмическая шкала—даетъ дуги, соотвѣтствующія десятичному lgx по аргументу x. 3) $lg\sin\xi = lg\cos\xi_1$ по аргументу ξ или ξ_1, для $6^0 \leqq \xi \leqq 90^0$. 4) Небольшая шкала для $S = lg\sin\xi - lg\xi'$ (минутъ) и $T = lg\,tg\xi - lg\xi'$ по аргументу ξ для $\xi \leqq 6^0$. 5) Средняя рефракція по *Laplace*'у для температуры воздуха $(t_e) = +10^0C$ и высоты барометра $H_0 = 760mm$ при температурѣ ртути $t_i) = +10^0C$; аргументъ — h' (видимая высота) или $z' = 90^0 - h'$. 6) $lgT_e = lg\dfrac{1 + 10\alpha}{1 + \alpha t_e}$ по аргументу t_e въ градусахъ C или R (α — коэф-тъ расширенія воздуха).

---

[1]) По небольшой точности, даваемой планисферой, послѣднее замѣчаніе не имѣетъ практическаго значенія, если поправка не слишкомъ велика.

7) $lgT_i = lg\frac{1+10\beta}{1+\beta t_i}$ по аргументу t_i въ $^{0}0C$ или R (β — коэф-тъ расш. ртути). 8) Отдѣльные штрихи для lgH_0^{mm} и $lgH_0^{\text{анг. дм.}}$ около логариөмической шкалы для поворота транспаранта на уголъ, соотвѣтствующій $lg\frac{H}{H_0}$ по аргументу H^{mm} или $H^{\text{а. д.}}$ 9) Дѣйствіе параллакса на высоту солнца по аргументу h или z. 10) Видимый радіусъ солнца на разные дни года. 11) Отдѣльные штрихи, соотвѣтствующіе логариөмамъ слѣдующихъ чиселъ: π, 2π, $\frac{4}{3}\pi$, e, $\sin 1''$, $\frac{1\text{ сж.}}{1\ m.}$, $\frac{1\text{ англ. дм.}}{1\ cm.}$, $\frac{1\ m.}{1\text{ англ. фт.}}$, $\frac{1\ krg.}{1\text{ рус. фн.}}$, $235^s.9 (= 3^m 55^s.9)$, $236^s.6 (= 3^m 56^s.6)$ и средняго радіуса земли въ km.

3 основныхъ пріема вычисленій при помощи счетнаго круга: 1) поворотъ транспаранта съ проведеннымъ на немъ указателемъ въ положительную сторону на уголъ между началомъ и даннымъ штрихомъ какой-нибудь шкалы, 2) поворотъ въ отрицательную сторону, 3) поворотъ на уголъ, равный разности угловъ между началомъ шкалы и двумя данными штрихами.

Опредѣленіе рефракціи и приведеніе видимыхъ высотъ края солнца къ истиннымъ высотамъ центра. Примѣръ совмѣстнаго примѣненія планисферы и счетнаго круга: *опредѣленіе вліянія рефракціи на угловое разстояніе двухъ звѣздъ* въ данный моментъ. Эти задачи рѣшаются съ точностью до 0·5 и съ весьма большой экономіей времени по сравненію съ вычисленіемъ (послѣдняя напр., въ 10 минутъ, если свѣтила изображены на планисферѣ).

III. Графическій выводъ широты (φ), поправки часовъ ($\Delta\sigma$, $\Delta\mu$) и азимута (a) изъ наблюденій по способу Harzer'a.

Способъ Harzer'a, изложенный въ общеизвѣстномъ „Путеводителѣ по небу“ К. Д. Покровскаго (Изд. 2-е Спб. 97, стр. 256), состоитъ въ наблюденіи по часамъ, поправку которыхъ желаютъ опредѣлить, моментовъ прохожденія двухъ паръ звѣздъ черезъ 2 вертикала. Вертикалы осуществляются двумя подвѣшенными нитяными треугольниками съ привязанными грузами. Такимъ образомъ для опредѣленія широты и времени этимъ способомъ не требуется никакихъ спеціально астрономическихъ инструментовъ, и самыя наблюденія чрезвычайно просты. Наоборотъ, вычисленія этихъ наблюденій довольно сложны, въ особенности въ томъ случаѣ, когда не извѣстны ни широта, ни время. Графическіе способы могутъ облегчить или даже совершенно устранить эти вычисленія.

Примѣненіе планисферы. Пусть замѣчены моменты прохожденія 2-хъ паръ звѣздъ черезъ 2 вертикала и извѣстны ихъ экваторіальныя координаты, ищутся φ и $\Delta\sigma$ (или $\Delta\mu$, если хронометръ идетъ по среднему времени). Изъ сказаннаго выше объ опредѣленіи широты и времени вообще, ясно, какъ рѣшить эту задачу при помощи планисферы или просто стереографической сѣтки. Зная основные пріемы построеній при помощи стереографической сѣтки, легко опредѣлить и азимуты вертикаловъ, на которыхъ наблюдались свѣтила.

Гномоническая (центральная) *проекція*. Для рѣшенія этой же задачи вмѣсто стереографической сѣтки можно съ удобствомъ примѣнить гномоническую, лучше всего—зенитальную для широты (φ_0), не слишкомъ отличающейся отъ широты мѣста наблюденія. Такія сѣтки ($\varphi_0 = 45^0$), построенныя Lorenzoni, годныя для всей Европы, приложены къ „Звѣздному атласу К. Д. Покровскаго (Изд. А. Маркса, Спб.). Вычисливъ часовые углы свѣтилъ въ моменты ихъ наблюденія относительно „исходнаго“ (см. выше) меридіана и принявъ за таковой одинъ изъ меридіановъ сѣтки, наносимъ свѣтила на сѣтку или на положенный на нее транспарантъ; затѣмъ соединяемъ проекціи свѣтилъ, наблюденныхъ на одномъ вертикалѣ прямыми линіями [1]) и отсчитываемъ склоненіе и часовой уголъ (отъ исходнаго меридіана) точки ихъ пересѣченія, т. е. проекціи зенита,— эти координаты соотвѣтственно равны φ и—(минусъ) $\Delta\sigma$ (или $\Delta\mu$).

Возстановленіе перпендикуляровъ къ меридіанамъ въ гномонической проекціи. Проекцію перпендикуляра къ меридіану въ данной точкѣ можно построить, принимая во вниманіе, что она проходитъ черезъ проекцію полюса этого меридіана. Для средняго меридіана (т. е. перпендикулярнаго къ плоскости проекцій) проекція перпендикуляра къ нему перпендикулярна его проекціи. Всякую точку чертежа легко привести на средній меридіанъ, мысленно вращая проектируемую сферу на надлежащій уголъ, чему соотвѣтствуетъ перемѣщеніе проекцій всѣхъ ея точекъ вдоль параллей сѣтки на то же число градусовъ.

Измѣреніе азимута въ гномонической проекціи. Биссекторъ остраго угла между экваторомъ и горизонтомъ обладаетъ тѣмъ свойствомъ, что для всѣхъ его точекъ часовые углы равны азимутамъ; для каждой точки биссектора тупого угла между экваторомъ и горизонтомъ азимутъ = дополненію часового угла до 180^0. Для опредѣленія азимута вертикала, нанесеннаго на гномочическую сѣтку, отсчитываемъ часовой уголъ точки пересѣченія его съ проекціей одного изъ только что упомянутыхъ биссекторовъ.

Изложенные способы даютъ точность, значительно меньшую точности самихъ наблюденій, и потому не годятся для ихъ окончательной обработки. Однако, если одинъ изъ вертикаловъ былъ близокъ къ меридіану, а другой—къ 1-му вертикалу, то, принявъ найденное графически φ за истинное, можемъ вычислить $\Delta\sigma$ по болѣе простымъ формулам-

---

[1]) Гномоническая проекція большого круга есть прямая.

ламъ для того случая, когда φ извѣстно, уже съ достаточной точностью, изъ наблюденій близъ меридіана. Зная $\Delta\sigma$ найдемъ окончательное значеніе φ изъ наблюденія вблизи 1-го вертикала.

Графическій выводъ времени и азимута изъ наблюденій по способу Harzer'a. При помощи планисферы или сѣтки Lorenzoni задача рѣшается подобно предыдущей, только вторымъ геометрическимъ мѣстомъ зенита служитъ суточная параллель зенита. Вмѣсто того, чтобы наносить проекціи свѣтилъ по ихъ часовымъ угламъ относительно „исходнаго" меридіана, можно строить ихъ относительныя положенія по разности ихъ дѣйствительныхъ часовыхъ угловъ и, получивъ проекцію зенита, отсчитывать одинъ изъ этихъ угловъ, откуда уже нетрудно вывести поправку часовъ ариѳметически. При этомъ, если азимутъ малъ, всѣ построенія произведутся *въ узкой полосѣ около меридіана*, хотя бы $\Delta\sigma$ было и велико.

Нижеслѣдующіе графическіе способы даютъ возможность опредѣлить *$\Delta\sigma$ съ достаточной точностью*, совершенно не прибѣгая къ тригонометрическимъ вычисленіямъ, если наблюденіе сдѣлано вблизи меридіана и φ извѣстна.

„Сокращенная" гномоническая проекція. Представимъ себѣ гномоническую сѣтку въ крупномъ масштабѣ, выдѣлимъ изъ нея неширокую полосу вдоль средняго меридіана и спроектируемъ ее ортогонально на плоскость, перпендикулярную плоскости этого меридіана; выбирая достаточно близкимъ къ 90^0 уголъ между I и II плоскостями проекцій, можемъ, какъ намъ угодно, уменьшить размѣръ (а слѣд. и масштабъ) II-й проекціи въ направленіи средняго меридіана. Полученную такимъ образомъ сѣтку назовемъ *„сокращенной" гномонической.* Въ сокращенной гномонической проекціи, очевидно, какъ и въ обыкновенной, большіе круги проектируются прямыми, поэтому $\Delta\sigma$ и a опредѣляются при помощи этой сѣтки совершенно такъ же, какъ и сѣткой Lorenzoni, но съ гораздо большей точностью, соотвѣтствующей первоначальному масштабу (уменьшеніе масштаба вдоль средняго меридіана мало вліяетъ на точность результата, подобно ошибкамъ въ φ и δ).

На докладѣ были демонстрированы 2 сокращенныхъ гномоническихъ сѣтки—экваторіальная ($\varphi_0 = 0^0$) и полярная ($\varphi_0 = 90^0$) размѣромъ 25×15 *cm.* охватывающія по 136^0 по склоненію и по $4^0 10'$ въ перпендикулярномъ направленіи (въ срединѣ чертежа); если добавить къ нимъ еще зенитальную сѣтку тѣхъ же размѣровъ для $\varphi_0 = 45^0$, то зенитъ и любыя 2 звѣзды, удаленныя по склоненію не болѣе, чѣмъ на 90^0 одна отъ другой, всегда могутъ быть нанесены на одну изъ этихъ сѣтокъ

---

[1]) *F. Oom.* Méthodes de calcul graphique en usage à l'Observatoire Royal de Lisbonne, Lisb. 05. p. 3.

(при маломъ a, разумѣется), при чемъ $\Delta\sigma$ и a отсчитываются съ точностью, соотв., до $2^s — 4^s$ или $^1/_2{}' — 1'$.

Сокращенныя гномоническія сѣтки позволяютъ такъ же легко рѣшить слѣдующую, напр., задачу: найти часовой уголъ (малый) t, зная φ, δ и a или φ, δ, азимутъ (a') пассажнаго инструмента и наклонъ (i) его оси (ср. графическій способъ редукціи прохожденій M. Campos Rodrigues'a) [1]).

„Полярный“ способъ. Если, при маломъ или близкомъ къ 180° азимутѣ a, часовые углы t_1 и t_2 наблюденныхъ свѣтилъ будутъ также малы или близки къ 180°, для чего достаточно избѣгать звѣздъ близкихъ къ полюсу, то полюсы часовыхъ круговъ и вертикала будутъ лежать въ двухъ *небольшихъ* областяхъ около полюсовъ меридіана, т. е. точекъ запада (W) и востока (O). Сведя графическое рѣшеніе задачи къ построенію этихъ полюсовъ и измѣренію разстояній между ними, можемъ производить его въ большомъ масштабѣ и получить значительную точность.

Пусть имѣемъ небольшую часть стереографической сѣтки около ея полюса. Наложенный на нее транспарантъ можно вращать концентрически, наблюдая, чтобы 2 отмѣченныя на немъ точки постоянно находились на „главной“ (см. введеніе) окружности. Примемъ эту окружность за изображеніе небеснаго экватора, а на ея полюсѣ отмѣтимъ точку P_1, западный полюсъ часового круга первой изъ наблюденныхъ звѣздъ; большой кругъ, полюсомъ котораго служитъ эта звѣзда, проходитъ черезъ P_1 и составляетъ съ экваторомъ уголъ равный $90^0 — \delta$, считая отъ юга (предполагаемъ для краткости азимутъ и часовые углы обѣихъ звѣздъ положительными и близкими къ 0^0, а не къ 180^0); пользуясь меридіанами сѣтки, проводимъ его проекцію. Полюсъ P_2 часового круга второй звѣзды лежитъ на экваторѣ же, къ сѣверу отъ P_1 въ разстояніи, равномъ $t_2 - t_1 = (\sigma_2 — \sigma_1) - (\alpha_2 — \alpha_1)$, гдѣ $(\sigma_2 — \sigma_1)$—промежутокъ времени между прохожденіями, выраженный въ звѣздномъ времени, α_1 и α_2 — прямыя восхожденія свѣтилъ. Построивъ P_2 и приведя его вращеніемъ транспаранта на полюсъ сѣтки, проводимъ мысленно дугу большого круга, полюсомъ котораго служитъ вторая звѣзда, и отмѣчаемъ карандашемъ точку S ея пересѣченія съ соотвѣтствующей линіей для первой звѣзды. S есть, очевидно, полюсъ большого круга, проходящаго черезъ обѣ звѣзды, т. е. полюсъ вертикала, на которомъ онѣ наблюдены. Горизонтъ проходитъ черезъ эту точку S и пересѣкаетъ экваторъ въ точкѣ запада (W) подъ угломъ, равнымъ $90^0—\varphi$; повернемъ транспарантъ такъ, чтобы S упала на соотвѣтствующій этому углу меридіанъ сѣтки, тогда полюсъ сѣтки будетъ изображеніемъ точки W, и мы отсчитаемъ: $a = WS$ и $t_1 = WP_1$. Поправка часовъ (идущихъ по звѣздному времени) $\Delta\sigma = \sigma_1 — (t_1 + \alpha_1)$.

Если наблюденіе произведено не нитянымъ треугольникомъ, а пассажнымъ инструментомъ съ наклономъ оси i, и коллимаціонная ошибка исключена перекладываніемъ трубы или $= 0$, то S есть слѣдъ оси инструмента, и горизонтъ не проходитъ черезъ S, а касается окружности, описанной вокругъ S сферическимъ радіусомъ i. Изображеніе этой окружности легко построить циркулемъ, принимая во вниманіе конформность стереографической проекціи и малость i.

Чтобы экваторъ изображался прямою, можно пользоваться подобной же сѣткой въ цилиндрической проекціи (цилиндръ касается проектируемой полусферы по крайнему меридіану) или, еще лучше,—въ меркаторской, такъ какъ послѣдняя конформна.

При a, t_1 и t_2 достаточно малыхъ можно просто принять часть поверхности сферы за плоскость и рѣшать задачу, не прибѣгая къ сѣткѣ, при помощи циркуля, линейки, масштаба и транспортира.