9. Влияние вращения Земли на скорость света. Часть II.
А.А.Майкельсон, Генри Г.Гель
При участии Фреда Пирсона

The effect of the earth's rotation on the velocity of light. Part II.
A.A.Michelson, Henry G.Gale. Assisted by Fred Pearson

Экспериментальная проверка теории. Из двенадцатидюймового (305 мм) трубопровода, лежащего на поверхности земли по периметру прямоугольника размером 2010x113 футов (620x340 м), был откачан воздух. Свет от угольной дуги был разделен в одном углу тонко покрытым зеркалом на прямой и отраженный лучи, которые отражались по углам прямоугольника при помощи зеркал. Два луча, возвращаясь к начальному зеркалу, создавали интерференционные полосы. Луч, пересекающий прямоугольник в направлении против часовой стрелки, двигался с запаздыванием. Наблюдаемое смещение полос составило 0,230±0,005, согласуясь с вычисленным значением в 0,236±0,002 в пределах погрешности эксперимента.

Прямоугольный участок земли в Клиринге, шт. Иллинойс, 2010 футов (610 м) с востока на запад и 1113 футов (340 м) с севера на юг был тщательно проверен и огорожен д-ром Канненштайном; 12-дюймовые водопроводные трубы были уложены прямо и на одном уровне по периметру, с дублированием линии поперек одного конца.

Общий план конструкции показан на рис.9.1. На металлических коробках по углам установлены зеркала. На рис. 9.2 подробно показана одна из коробок. Чувствительные системы винтов с рукоятками, которыми можно управлять с помощью хорошо подогнанных соединений, позволяли извне регулировать положение зеркал по горизонтали и по вертикали. Коробки были установлены в тяжелые опоры и соединены с трубами при помощи гибких соединений из брезента и резины. Эти соединения были вставлены в трубопроводы на расстоянии друг от друга около 400 футов (120 м) и служили соединителями и компенсаторами расширений.

Плоскопараллельные пластины в A и B были слегка покрыты золотом, а пластина в точке C – серебром для отражения и передачи желаемых пропорций света. Зеркала в точках D, E и F были покрыты толстым слоем серебра. Телефонная система, любезно предоставленная Чакагской телефонной компанией, позволяла наблюдателю в A давать инструкции своим ассистентам, которые находились в каждом углу, по регулировке зеркал в случае необходимости. Воздушный насос Вортингтона, приводимый в

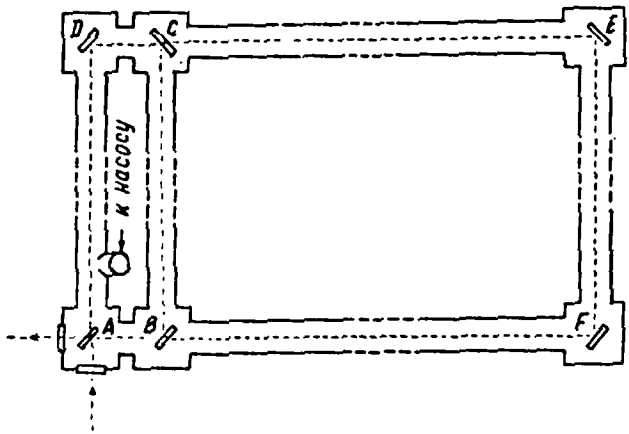

Рис. 9.1. План участка, на котором показано расположение зеркал

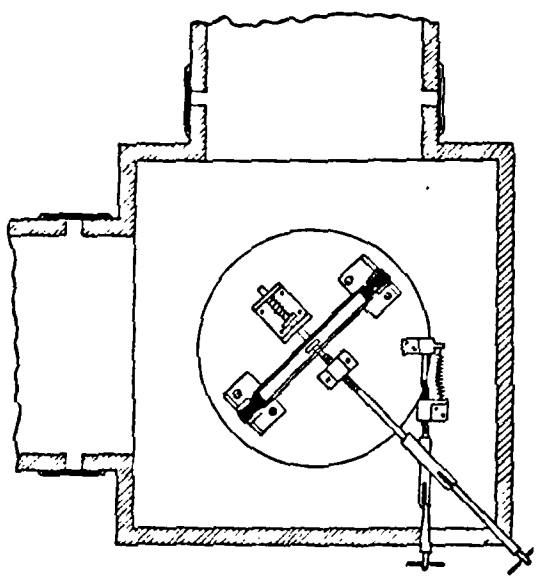

Рис. 9.2. Детальная схема угловой коробки и крепления в ней зеркал

действие мотором в 50 лошадиных сил, снижал давление в трубах за 3 часа примерно до половины дюйма рт.ст. Большинство измерений было выполнено тогда, когда остаточный воздух в трубах был откачан до давления от половины до одного дюйма рт.ст. (13-25 мм рт.ст.). При таких давлениях интерференционные кольца были достаточно постоянными и так четко видимы, как только можно желать.

Линии, которые нужно было измерять, были созданы лучами, проходившими в противоположных направлениях вокруг схемы *ADEF*. В качестве отправной отметки, от которой следует проводить измерения, был сформирован второй ряд линий при помощи системы зеркал *ABCD*. Для определения смещения линий область *ABCD* имела гораздо меньший периметр и записанные сдвиги были действительными смещениями между центральными линиями двух рядов.

В общем два ряда полос не совпадут по положению совершенно независимо от какого бы то ни было сдвига эфира или вращения Земли до тех пор, пока два прямых и два отраженных изображения источника не будут полностью наложены друг на друга. Центральные полосы ряда, сформированного зеркалом короткой цепи, будут посредине между прямым и отраженным изображением источника, а центральная полоса длинной цепи должна быть посредине между прямым и отраженным изображениями, если нет влияния вращения Земли.

Чтобы скорректировать любое несовпадение двух рядов лучей, наблюдательный телескоп (6-дюймовый ахроматический объектив и 2-дюймовый микрометрический окуляр) был сфокусирован на изображениях источника (дуги или щели), и очевидное смещение центральной линии длинной цепи по отношению к центральной линии короткой цепи было скорректировано на расстояние, равное разности в основном положении двух изображений для двух световых путей. Полосы наиболее удобно наблюдались в перекрывающихся конусах света на расстоянии одного дюйма снаружи или внутри фокальной плоскости.

Около половины определений было получено при помощи дуги, расположенной прямо перед окном в точке *A*, и около половины – при помощи конденсирующей линзы, щели и компенсирующей линзы. Вторая компоновка дала гораздо больше света, чем первая, но в измеряемых смещениях не было очевидной разницы.

Смещение, вычисленное из допущения стационарного эфира, а также и в соответствии с относительностью, есть

$$\delta = \frac{4A\,\omega \sin \Phi}{\lambda V},$$

где Δ – смещение полос; A – площадь, км^2; Φ – широта (41°46'); V – скорость света; ω – угловая скорость вращения Земли; λ – эффективная длина волны света. Измерения были сделаны в лаборатории; сравнивались полосы, произведенные той же системой зеркал и той же самой 20-амперной дугой переменного тока, с полосами, произведенными натриевым светом от кусочка стекла в кислородно-водородном пламени. Свет от дуги был уменьшен примерно до той же яркости, что и во время эксперимента в Клиринге, в процессе его передачи через довольно узкую щель во вращающемся диске. Среднее значение 10 определений дает $\lambda = 5700 \pm 50\,\mathring{A}$..

Смещение полос за счет вращения Земли было измерено различными наблюдателями в разные дни с полной перерегулировкой зеркал; отраженное изображение иногда находилось справа, а иногда – слева от передаваемого изображения. Отклонения усреднялись обычно в сериях по 20 и в том же порядке, в котором они были отсчитаны. Результирующие средние значения приведены в таблице.

Таблица

Номер наблюдения	Смещение полос	Число наблюдений	Отклонение от среднего
1	0,252	20	0,022
2	0,255	20	0,025
3	0,193	20	0,37
4	0,246	20	0,016
5	0,235	20	0,005
6	0,207	26	0,023
7	0,232	20	0,002
8	0,230	20	0,000
9	0,217	20	0,013
10	0,198	20	0,032
11	0,252	20	0,022
12	0,237	20	0,007
13	0,230	23	0,000
	Среднее 0,230	Полное 269	Среднее отклонение от среднего 0,016

Наблюдения 1 и 2 скорректированы только для прямого отражения, 1–6 без коллиматора, 7–13 с коллиматором.

Наблюдаемое смещение составило 0,230±0,005, вычисленное – 0,236±0,002.

Полный набор 269 определений и их распределение около среднего значения показаны графически на рис.9.3. Окончательное отклонение, выраженное в долях интерференционной линии, составляет

наблюдаемое: 0,230±0,005;

вычисленное: 0,236±0,002.

Учитывая трудности наблюдений, следует констатировать, что наблюдаемый и вычисленный сдвиги согласуются в пределах погрешности наблюдений.

Рис. 9.3. Распределение наблюдений

Успешное завершение этого эксперимента произошло благодаря дружескому сотрудничеству руково- дителей городского совета Чикаго, полковника А.А.Стрэйга, председателя Комиссии по общественным работам; и господина Х.Л.Лукаса, руководителя отделения водопроводной службы и господина Б.У.Куллена, руководителя южного района того же отделения; благодаря любезности промышленного отдела в лице Г.Х.Портера; благодаря помощи Чикагской телефонной компании и сердечной поддержке и готовности помочь университета. Мы выражаем особую благодарность президенту Буртону, г-ну Дж.К.Динсморс, г-ну Л.Р.Флуку и г-дам Томасу О'Доннелу, Джозефу Пурди и Чарльзу Штейну.

Физическая лаборатория Риерзон

Университет Чикаго

март 1925 г.

The Astrophysical J. April 1925. Vol. LXI. № 5. P. 140-145.