

По поводу статьи Дейтон - Миллера.

A. Тимириазев.

В № 7—8 «Под Знаменем Марксизма» за 1925 г. была напечатана статья Дейтон-Миллера, в которой он сообщил о результатах своих замечательных опытов, в корне подрывающих второй постулат теории относительности Эйнштейна.

Как и следовало ожидать, это первое известие было принято весьма сдержанно; общее мнение составилось приблизительно в следующих выражениях: опыты в высшей мере интересные и важные по своему значению, но... надо подождать дальнейших подтверждений. Через полгода эти подтверждения пришли. За одну только вторую половину 1925 года Дейтон-Миллер сделал 100.000 измерений, которые целиком и полностью подтвердили его прежние выводы!

Печатаемая в настоящей книжке нашего журнала статья представляет собой доклад, прочитанный на съезде «американской ассоциации содействия науке» 29 декабря 1925 года (появилась в печати 30 апреля 1926 года). За этот доклад Дейтон-Миллеру была присуждена премия ассоциации, выдаваемая ежегодно за наиболее выдающуюся работу, доложенную на съезде. В истекшем году конкурс был особенно велик: была представлена ровно тысяча исследований!

История опыта Майкельсона-Морли, с успехом повторенного Дейтон-Миллером и изложенная в докладе, печатаемом в настоящей книжке нашего журнала, крайне поучительна в методологическом отношении.

Во всех исследованиях, какие только производились до 1925 г. (в том числе и первые серии опытов Дейтон-Миллера), авторы исходили из двух следующих предположений. Движение земли по отношению к эфиру, если оно существует, слагается только из трех—суточное вращение, годичное движение вокруг солнца (скорость 30 километров в секунду) и общее движение солнечной системы к созвездию Геркулеса (со скоростью около 20 километров в секунду). Второе предположение заключалось в том, что относительная скорость земли по отношению к эфиру, согласно существующим теориям, должна определенным образом влиять на скорость света. Как теперь выяснилось, влияние движения земли было констатировано во всех прежних опытах, включая и знаменитые опыты Майкельсона-Морли! Но, во-первых, направление движения не совпадало с направлением движения земли по ее орбите—движение солнечной системы к созвездию

Геркулеса и, во-вторых, величина влияния движения на скорость света раз в 20 или 30 меньше, чем это можно было предвидеть на основании теории Лорентца. Так как опыт дал не тот ответ, которого ожидали, то был сделан вывод, что движение земли вовсе не отражается на величине скорости света! И этот неверный вывод Эйнштейн признал за второй постулат своей теории.

В небольшой заметке, напечатанной в «Nature» от 26 июня 1926 года, Дейтон-Миллер в следующих выражениях изображает это историческое заблуждение, послужившее основой столь напутневшей теории.

«Проф. Эйнштейн сделал гипотезу, что движение наблюдателя не производит никакого эффекта на скорость света. Эта гипотеза передается в сотнях книг в качестве правильного толкования опытов. Она была принята, повидимому, без тщательного изучения подлинников, в которых излагаются результаты экспериментальных работ».

В чем же, однако, решение загадки?

Прежде всего не только вся солнечная система, но и вся звездная система Млечного пути несется с громадной скоростью около 200—300 километров в секунду по направлению к созвездию Дракона ($+65^{\circ}$ склонение 262° прямое восхождение). Эта скорость дает то смещение полос интерференции, которое наблюдал Дейтон-Миллер и которое было замечено и в предыдущих опытах Майкельсона-Морли и более поздних опытах Морли—Дейтон-Миллера.

Кроме того, эта скорость отражается в значительно меньшей степени, чем это можно было ожидать по теории Лорентца. Если рассчитывать по этой теории наблюдения Дейтон-Миллера, то вместо скорости 200—300 километров в секунду, мы получим всего 10 километров в секунду. Раз такая большая скорость, как несколько сот километров, вызывает эффект, соответствующий 10 километрам в секунду, то ясно, что скорость движения земли по ее орбите (эта скорость равна 30 километрам в секунду) дает в 10 раз сильнейший эффект который при существующем уровне экспериментальной техники ускользает от нас. Отчего теория Лорентца не согласуется с этими фактами, отчего влияние движения меньше, чем предсказывала эта теория—вопрос пока не решенный. Во всяком случае нам основательно придется перестроить оптику движущихся систем.

Но отчего у Дейтон-Миллера получался в опытах на горе Вильсон результат в 10 километров в секунду (если рассчитать по теории Лорентца), а в прежних опытах, как его самого, так и Майкельсона, получался эффект, эквивалентный 3 километрам в секунду? Дело заключается в следующем. Смещение полос интерференции вызывается только той слагающей скорости, которая параллельна плоскости прибора. Так как открытая Миллером громадная скорость, которая во всяком случае больше двухсот километров в секунду, направлена к созвездию Дракона и так как в Кливленде, где производились опыты Майкельсона и Морли, созвездие Дракона всегда высоко над горизонтом, то слагающая этой скорости, параллельная плоскости горизонтально стоящего прибора, значительно меньше, чем для обсерватории горы Вильсон, где созвездие Дракона

всегда ближе к горизонту. Таким образом, широта места, а не высота над уровнем моря обеспечила успех опытов Миллера. А кроме того, прежние измерения производились два раза в день — в те часы, когда ожидалось наибольшее влияние скорости движения земли по орбите, а это не совпадает с моментами, когда всего сильнее сказывается влияние открытого Дейтон-Миллером космического движения.

В критических статьях, печатаемых до сих пор в ряде научных журналов, все еще приписывают Миллеру утверждение, что изучаемый им эффект может наблюдаваться только на возвышенностях и что он должен равняться нулю на уровне моря. Это недоразумение можно приписать только тому, что статью Миллера недостаточно внимательно читают. Крайне любопытно, что результаты Миллера подтвердились астрономическими наблюдениями. Оказывается, что звездные скопления, представляющие такие же звездные системы, как наша система Млечного пути, движутся по отношению к земле со скоростями, соответствующими и по величине и по направлению той, которая была установлена Дейтон-Миллером.

Приведенная в статье Дейтон-Миллера сграница из истории физики крайне поучительна. Очень плохо, когда экспериментатор, игнорируя теорию, превращается в «ползущего эмпира». Но плохо также, когда игнорируют факты, противоречие устанавлившимся теориям. Знаменитый биолог Клод Бернар говорил своим ученикам: «не бойтесь противоречивых фактов: каждое противоречие есть залог нового открытия». Это мудрое правило, которым должен руководиться каждый исследователь-диалектик, было основательно забыто истолкователями знаменитого опыта Майкельсон-Морли.

Смысл опытов с эфирным ветром, произведенных в 1925 г. на горе Вильсон¹).

Дейтон-Миллер.

(Перевод с английского).

Всеобщее признание теории, по которой свет является волнообразным движением светоносного эфира, создает необходимость определения основных свойств эфира, дающих ему возможность переносить световые волны и вообще принимать участие в оптических явлениях. Сначала допускали, что эфир заполняет все пространство, даже то, которое занято материальными телами, и вместе с тем признавали, что все тела движутся через него совершенно свободно. Вопрос о том, увлекается ли эфир благодаря движению земли, рассматривался с первых дней волновой теории. Теории эфира тесно связаны с теориями строения материи и являются одними из наиболее существенных во всей области физической науки.

Вслед за открытием аберрации света в 1728 г. вскоре последовало ее обяснение согласно принятой тогда корпускулярной теории света. Этот эффект был приписан простому сложению скорости света со скоростью движения земли по ее орбите. Было предложено и второе обяснение, основанное на волновой теории, которое кажется почти таким же простым, как и первое, но оно не учитывает обстоятельства, позже доказанного экспериментально, что аберрация не меняется, когда наблюдения производятся с телескопом, наполненным водой. Френель развил теорию, которая получила почти всеобщее признание и по которой, во-первых, эфир остается в покое в пустом пространстве и в непрозрачных телах и, во-вторых, внутри движущихся прозрачных тел он предполагался движущимся со скоростью меньшей, чем скорость движения тела в отношении $\frac{n^2 - 1}{n^2}$, где n является показателем преломления. Две эти гипотезы дают полное и удовлетворительное обяснение аберрации; вторая считается доказанной опытами Физо и Майкельсона и Морли о скорости света в движущихся средах; первая гипотеза, что эфир поконится в пространстве и непрозрачных телах, всегда была под сомнением.

¹) Речь президента американского физического о-ва, прочитанная в Канзас-Сити 29 декабря 1925 г.

Многие физики пытались доказать существование неподвижного эфира прямыми опытами. Наиболее важным из всех предложенных является опыт профессора А. А. Майкельсона, сделанный в 1881 г. и основанный на мысли о том, что эфир, как целое, покоятся и световые волны распространяются в свободном эфире в любом направлении всегда с одной и той же скоростью по отношению к эфиру. Таким образом допускалось, что земля в ее движении по орбите вокруг солнца проходит через эфир совершенно свободно, хотя последний является абсолютно неподвижным в пространстве. Этот опыт предполагал открыть относительное движение земли и эфира, то самое относительное движение, которое часто называют «эфирным ветром». Этот опыт основывался на доводе, что кажущаяся скорость света будет изменяться, смотря по тому, переносится ли наблюдатель землей в том же направлении, в котором идет и свет, или под прямым углом к этому направлению. Скорость света равняется тремстам тысячам километров в секунду, в то время как скорость движения земли по ее орбите равна одной десятитысячной этой скорости, т.-е. ровна тридцати километрам в секунду. Действительное движение земли является во всякое время результатом сложения: изменяющегося по направлению движения земли и постоянного движения солнца (включая всю солнечную систему) в неизвестном направлении и с неизвестной скоростью. Поэтому действительное относительное движение земли и эфира неизвестно, и оно может быть медленнее, чем тридцать километров в секунду, или гораздо больше. Если допустить, что это относительное движение равно по скорости движению земли по ее орбите и если бы было возможно измерить прямой эффект этого движения на кажущуюся скорость света, то эта скорость, измеренная в направлении движения, отличалась бы от кажущейся скорости перпендикулярно к этому направлению на тридцать километров в секунду или на одну десятитысячную. Это есть то, что называют «эффектом первого порядка», но, к несчастью, мы не знаем способа измерения скорости при таких простых условиях. Во всех способах необходимо, чтобы луч света проходил к некоторому определенному месту и обратно к точке отправления; и положительный эффект движения земли на луч, идущий вперед, будет нейтрализован отрицательным эффектом для возвращающегося луча. Но было показано, что для движущегося наблюдателя эта нейтрализация не будет совершенно полной; кажущаяся скорость луча, идущего и возвращающегося в направлении движения земли, будет отличаться от кажущейся скорости луча, идущего и возвращающегося перпендикулярно к этому направлению, на квадрат отношения скорости земли к скорости света, т.-е. на количество, равное $\frac{1}{(1000)^2}$ или одной стомиллионной. Единственный эффект, который может быть открыт экспериментально, поэтому является чрезвычайно малым: это есть «эффект второго порядка».

Замечательный инструмент, который был изобретен проф. Майкельсоном и известен под именем интерферометра, способен открыть ничтожные изменения в скорости света, вызываемые эфирным ветром. В этом опыте пучок света буквально расщеплен на два посредством тонкого серебряного слоя, который

называется «полусеребряным зеркалом». Этот серебряный слой настолько тонок, что почти половина света прямо проходит через него, в то время как другая половина отражается как обычно. Таким образом, эти два луча света можно заставить идти по путям, перпендикулярным друг к другу. В конце определенного пути каждый луч отражается обратно, и оба приходяг вместе туда, где они сначала разделились. Если эти два пути оптически равной длины, т.-е. если в каждом содержится точно такое же количество световых волн, то волны в соединившихся пучках будут совпадать друг с другом. Если, однако, один путь на полволны длиннее другого, волны будут приходить в «противоположных фазах», гребень одной будет совпадать с впадиной другой. То или другое отношение фаз обоих лучей производит эффект, называемый «интерференционными полосами», наблюдение которого дает возможность открыть ничтожные изменения скорости света на этих двух путях.

В 1887 г. в высшей школе прикладных наук в Кливленде проф. Майкельсон, в сотрудничестве с покойным проф. Э. В. Морли, сделал некоторые важные усовершенствования этого метода и аппарата и воспользовался этим интерферометром для знаменитого теперь «опыта Майкельсона—Морли», стараясь определить, окажет ли влияние движение земли через пространство на скорость света, предсказанное теорией. К несчастью, мы не знаем, каково абсолютное направление движения земли, и поэтому невозможно наверняка поместить интерферометр в этом направлении. Поэтому весь прибор монтируется на фундаменте, который плавает на ртути таким образом, что он может быть повернут при желании найти направление ветра по всем азимутам в горизонтальной плоскости. Вращение земли вокруг ее оси заставляет плоскость интерферометра двигаться так, как будто она находится на поверхности конуса, ось которого совпадает с осью земли, благодаря чему прибор принимает различные пространственные ориентировки. Наблюдать можно лишь ту слагающую действительного эфирного ветра, которая в момент наблюдения лежит в плоскости интерферометра. Поэтому кажущиеся величина и направление этого ветра будут изменяться во время наблюдения.

Полный смысл опытов с эфирным ветром в 1925 г. можно выяснить, лишь рассмотрев толкование, данное предшествующим опытам. По этой причине мы и дадим здесь краткую историю всех этих опытов.

В июле 1887 г. Майкельсон и Морли сделали шесть серий наблюдений эффекта, производимого эфирным ветром, по одной в полдень и в шесть часов вечера в каждый из трех дней 8, 9 и 11 июля. В этом и состоят все наблюдения, сделанные Майкельсоном и Морли. В ноябре 1887 г. они опубликовали свои заключения в таком виде: «Если рассматривать только движение земли по ее орбите... то наблюдения показывают, что скорость движения земли относительно эфира, вероятно, меньше, чем одна шестая орбитальной скорости земли, и, наверное, меньше, чем одна четверть»¹⁾ (т.-е. меньше, чем семь с половиной километров

¹⁾ Michelson and Morley, «Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether». Am. Jour. of Sc. 34, 333 (1887); Phil. Mag. 24, 449 (1887); Jour. d. Phys. 7, 444 (1888).

в секунду). Это указывало, что этот опыт предназначался исключительно для того, чтобы открыть влияние движения земли по орбите, которое должно иметь различные значения в различные часы дня, выбранные для наблюдений, и что наименьшее количество, которое могло быть достоверно измерено, равнялось одной четверти ожидаемого эффекта.

В 1895 г. Лорентц и Фицджеральд предположили, что поступательное движение твердого тела через эфир может вызвать сокращение в направлении движения, соединенное с попречным расширением, величина первого пропорциональна квадрату отношения скорости движения к скорости света, и оно может иметь такую величину, что сводит на нет эффект эфирного ветра в интерферометре Майкельсона и Морли. Оптические размеры этого инструмента определялись цоколем из песчаника, который поддерживал зеркала. Если это сокращение зависито от физических свойств твердого тела, то можно предположить, что сосновое дерево будет сжиматься больше, чем песчаник, между тем как сталь может быть сжимается лишь в меньшей степени. Если сжатие компенсирует ожидаемый эффект в одном аппарате, в другом оно может дать эффект, отличный от нуля, а может быть эффект противоположного знака.

Пишущий эти строки, в сотрудничестве с проф. Морли, сконструировал интерферометр приблизительно в четыре раза более чувствительный, чем тот, который употреблялся в первом опыте. Он имел путь луча длиной в 214 футов и равный по длине 130.000.000 световых волн. В этом инструменте относительная скорость земли и эфира, равная орбитальной скорости земли, вызвала бы смещение интерференционных полос, равное ширине 1,1 полосы. С того времени и применялся инструмент таких размеров. Его оптические части были все новые, и из первого аппарата не было использовано ничего, кроме ртутной ванны и деревянного поплавка.

Такой прибор с основанием, сделанным из сосновых досок, употреблялся в 1902, 1903 и 1904 г.г. в Кливленде с целью прямой проверки эффекта Лорентца-Фицджеральда. Но изменения в деревянной раме, происходившие благодаря колебаниям температуры и влажности воздуха, затрудняли получение точных результатов при наблюдениях. Новая поддерживающая рама была спроектирована проф. факультета гражданских инженеров школы прикладных наук Ф. Х. Неффом и имела целью обеспечить и симметрию и прочность. Эта рама или основание была сделана из строительной стали и была расположена так, что оптические размеры прибора могли быть сделаны зависящими или от длины деревянных досок, или только от самого стального остова. Наблюдения с этим аппаратом были сделаны в 1904 г. Способ наблюдения был основан на эффекте, ожидаемом от комбинации суточного движения земли с предполагаемым движением солнечной системы к созвездию Геркулеса со скоростью 17,7 километров в секунду. Для наблюдения были избраны два часа в течение дня, когда результирующая этих двух движений лежала в плоскости интерферометра, именно 11 час. 30 мин. утра и 9 час. вечера. Вычисленное направление движения было различно в эти часы. Поэтому наблюдения в эти часы комбинировались таким образом, что каждому из направлений утренних

наблюдений подыскивалось соответствующее направление для вечерних наблюдений. Наблюдения для этих двух частей суток давали результаты, которые имели положительную величину, но почти противоположные фазы; когда они были скомбинированы, получился почти нулевой результат. Это следствие противоречило принятой тогда теории; но по мыслям, которые будут изложены в этой речи дальше, теперь кажется, что наложение этих двух серий наблюдений с различными фазами было основано на ошибочной гипотезе и что положительный результат, полученный тогда, согласуется с новой гипотезой относительно движения солнца. Наша статья об этом опыте, опубликованная в «Philosophical Magazine» в мае 1905 г., кончалась следующим заключением: «Некоторые думают, что этот опыт доказывает только то, что эфир в некоторых помещениях переносится вместе с ними. Мы хотим поэтому поместить аппарат на холме, чтобы видеть—может ли быть открыт таким образом какой-нибудь эффект»¹⁾.

Осенью 1905 г. Морли и Миллер перенесли интерферометр из помещения лаборатории на холм Евклида в Кливленде, не застроенный какими-либо постройками и имевший триста футов высоты над уровнем озера Эри и около восьмисот семидесяти футов над уровнем моря. В 1905—1906 гг. были сделаны пять серий наблюдений, которые дали определенный положительный эффект, равнявшийся одной десятой ожидавшегося тогда «ветра». Было подозрение, что этот результат может быть вызван температурными влияниями, но прямых указаний на это не было. Был составлен план проверить это сомнение после летних каникул. Мы поставили интерферометр на земле, принадлежавшей нашему другу; во время нашего каникулярного отсутствия эта земля была продана и новый владелец приказал немедленно убрать интерферометр. Проф. Морли прекратил активное участие в работе с 1906 г. и продолжение опытов до настоящего времени выпало на долю автора. Казалось желательным, чтобы дальнейшие наблюдения были перенесены на большую высоту, но многочисленные причины помешали возобновлению наблюдений.

В это время Эйнштейн заинтересовался этим вопросом; в ноябре 1905 г. он опубликовал работу об «электродинамике движущихся тел»²⁾. Эта статья была первой из длинной серии статей и трактатов Эйнштейна и других авторов, что привело к теперешней теории относительности. В этой первой статье Эйнштейн устанавливает принцип постоянства скорости света, постулируя, что для наблюдателя на движущейся земле измеренная скорость света должна быть построена независимо от направления и скорости движения земли. Вся теория была применена к физическим явлениям на основании допущения, что опыты Майкельсона, Морли и Миллера дали определенный и точный нулевой результат.

¹⁾ Morley and Miller, «An Experiment to detect the Fitzgerald-Lorentz effect». Phil. Mag., 9, 680 (1905); Proc. Am. Acad. Arts and Sc. 41, 321, (1905); «On the Theory of Experiments to detect aberrations of the Second Degree». Phil. Mag. 9, 669 (1905).

²⁾ Einstein, «Zur Electrodynamik bewegter Körper», —«Ann. d. Physik», 17 891 (1905).

Отклонение света звезд солнцем, предсказанное теорией относительности, было проверено во время солнечного затмения 1919 г. Результат был воспринят широкими кругами, как благоприятный для теории. Это оживило интерес автора к опытам с эфирным ветром, принятые истолкование которых было для него всегда неприемлемым.

Местоположение обсерватории на горе Вильсон близ Пазадены было подходящим для дальнейших опытов. Была выработана тщательная программа опытов, а большие средства для покрытия весьма значительных расходов были любезно предоставлены м-ром Экштейном из Кливленда. Президент и попечители школы прикладных наук оказали всевозможное содействие, разрешив автору отпуск во время, удобное для производства опытов, и предоставив ему ассистента, несшего на себе тяжелую работу вычисления и анализа наблюдений. Благодаря любезности президента института Карнеги в Вашингтоне Мерриама и директоров обсерватории Хэйля и Адамса опыты с эфирным ветром были проведены в продолжение последних пяти лет на обсерватории горы Вильсон.

Наблюдения были начаты в марте 1921 г., при использовании аппарата и метода, употреблявшегося Морли и Миллером в 1904, 1905 и 1906 гг., с некоторыми изменениями и дополнениями в деталях. Самое первое наблюдение дало как раз такой положительный эффект, какой произвел бы действительный эфирный ветер, соответствующий скорости движения земли относительно эфира, равной около десяти километров в секунду. Но показалось необходимым прежде, чем опубликовать этот результат, изучить все возможные причины, которые могут произвести смещение полос, подобное тому, которое вызывается эфирным ветром; среди этих причин предполагалось магнето-стрикция и лучистая теплота. Чтобы проверить последнее, металлические части интерферометра были совершенно закрыты слоем пробки около дюйма толщиной и было сделано пять серий наблюдений, показавших такое же периодическое смещение полос, как и при первом наблюдении; таким образом оказалось, что лучистая теплота не является причиной наблюденного эффекта.

Летом 1921 г. стальная рама интерферометра была убрана, и основание, сделанное из одного куска цемента, скрепленного латунью, было поставлено на ргутный поплавок. Все металлические части были сделаны из алюминия и латуни, благодаря чему весь аппарат был свободен от магнитных влияний и возможное влияние теплоты было значительно уменьшено. В декабре 1921 г. было сделано с этим немагнитным интерферометром сорок две серии наблюдений. Они показали наличие положительного эффекта как от эфирного ветра, который вполне соответствовал наблюдениям апреля 1921 г. В это время были испытаны некоторые изменения в побочных условиях. Наблюдения производились при вращении интерферометра по часовой стрелке и против часовой стрелки, при быстром и очень медленном вращении, с интерферометром, выведенным из горизонтального положения с помощью нагрузки одной стороны поплавка. Были испытаны многие изменения в способах наблюдения и отсчета. На

результаты наблюдений ни одно из этих изменений не оказало влияния¹⁾.

Весь аппарат был возвращен в лабораторию в Кливленде. В продолжение 1922 и 1923 г. было сделано много опытов при различных условиях, которые могли точно контролироваться, и с многочисленными изменениями в расположении частей аппарата. Призмы и зеркала были расположены таким образом, что источник света мог быть помещен вне наблюдательной комнаты и при еще большем усложнении зеркал был испробован способ наблюдения полос через неподвижный телескоп. Был исследован также способ фотографической регистрации при помощи движущейся камеры. Применились различные источники света, включая солнечный свет и электрическую дугу. Окончательно для выполнения наблюдений была выработана установка с астрономическим телескопом, имевшим об'ектив с апертурой в пять дюймов и увеличение в пятьдесят раз. Источником света была выбрана большая ацетиленовая лампа, подобная тем, которые обычно помещаются в автомобильных фонарях. Была произведена обширная серия опытов для определения влияния неравномерности температуры и лучистой теплоты и для основания интерферометра и для светового пути были устроены различные изолирующие покрышки. Все эти эксперименты доказали, что при условиях наблюдения периодическое смещение не может быть вызвано температурными влияниями. Тщательное исследование в лаборатории показало, что полный периодический эффект, упомянутый в предварительном сообщении о наблюдениях на горе Вильсон, является необходимым геометрическим следствием установки зеркала, когда применяются полосы конечной толщины, и что этот эффект исчезает только для полос бесконечной толщины, как и предполагается в элементарной теории опыта.

В июле 1924 г. интерферометр был снова взят на гору Вильсон и установлен в новом месте, где температурные условия были более благоприятны, чем там, где находился в 1921 г. Дом, в котором помещался интерферометр, имел другое направление, чем раньше. Опять наблюдения показали действительное периодическое смещение полос, как и во всех предыдущих наблюдениях, сделанных на горе Вильсон и в Кливленде.

Несмотря на долговременные изыскания, невозможно было найти какую-либо ошибку, точно так же нельзя было приписать наблюдаемый факт какому-либо земному влиянию. Чтобы примириить наблюденный эффект с принятой теорией эфира и предполагаемым движением земли в пространстве, были сделаны весьма обширные вычисления. Наблюдения повторялись в известные периоды, чтобы проверить ту или другую из предполагаемых гипотез. В конце 1924 г., когда разрешение этих вопросов казалось невозможным, было сделано для начала полное вычисление ожидаемого эффекта для каждого месяца. Оно указало, что эффект должен быть максимальным около первого апреля и что в продолжение двадцати четырех часов направление эффекта должно совершать полный оборот вокруг горизонта. В марте и

¹⁾ Miller. «Ether-drift Experiments at Mount Wilson Observatory». Phys Rev. 19, 407 (1922), Science, 55, 496 (1922).

апреле 1925 г. были сделаны наблюдения для проверки этих предсказаний. По величине эффект был равен наибольшему из наблюденных до этого времени; но он не был направлен последовательно ко всем точкам горизонта, т.-е. он не изменял направления на 90° по прошествии шести часов, не принимал противоположного направления через двенадцать часов. Вместо этого его направление просто колебалось вперед и назад в пределах угла, равного приблизительно 60° , в общем имея северо-западное направление. До 1925 г. опыт Майкельсона-Морли применялся всегда для проверки определенной гипотезы. Такой единственной теорией эфира, которая подлежала такой проверке, была теория абсолютно неподвижного эфира, через который земля движется, не возмущая его никаким образом. Опыт дал отрицательный ответ на эту гипотезу. Эксперимент был применен к проверке этого вопроса только в связи с особым предполагаемым движением земли, именно с движением, состоявшим в комбинации движения по орбите и вращения вокруг оси с поступательным движением солнечной системы к созвездию Геркулеса со скоростью около девятнадцати километров в секунду. Результаты опыта не соответствовали этому предполагаемому движению. Тогда опыт был применен к проверке гипотезы Лорентца и Фитцджеральда об изменении размеров тел при их движении через эфир; он был использован также для исследования действий магнетострикций, лучистой теплоты и гравитационных деформаций на раму интерферометра. В продолжение всех этих наблюдений, длившихся годами, упорно выступал постоянный и малый эффект, который не был выяснен, в то время как ответом на все ставившиеся тогда разнообразные вопросы служило «нет».

Интерферометр, приспособленный для опытов с эфирным ветром, является инструментом, который пригоден для определения относительного движения земли и эфира, т.-е. способен указать направление и величину абсолютного движения земли и солнечной системы в пространстве. Если были сделаны наблюдения для определения этого абсолютного движения, какой должен получиться результат независимо от какого бы то ни было «ожидаемого результата»? С целью выяснения этого общего вопроса было решено в 1925 г. сделать более многочисленные наблюдения в другое время года, и они были произведены в июле, августе и сентябре.

Можно спросить: почему это не было предпринято раньше? Ответ будет такой: частью потому, что мы интересовались проверкой известных предсказаний, так называемой, классической теории, частью потому, что не легко в отсутствии прямых указаний предложить новую гипотезу особенно простую. Вероятно, одним из важных поводов этого упущения были большие трудности, заключающиеся в выполнении наблюдений во всякое время дня и в некоторые времена года. Я думаю, что я не окажусь эгоистом, но изображу действительное положение вещей, если замечу, что наблюдения эфирного ветра являются наиболее трудными и утомительными в отношении физического нервного и умственного напряжения, чем какая-нибудь другая научная работа, с которой мне пришлось познакомиться. Только одна установка интерферометра для полос белого света и поддержание его в этом положении, когда световой путь равняется 214 футам и

состоит из шестнадцати различных участков, и когда это производится на открытом воздухе, требует терпения, крепких нервов, так и уверенных рук. Профессор Морли сказал однажды: «Терпение является качеством, без которого невозможно начинать наблюдения подобного рода». Наблюдения должны делаться в темноте; в дневное время помещение, предназначенное для интерферометра, затемнялось щитами из черной бумаги. Наблюдения должны делаться при точно такой же температуре, как и температура наружного воздуха; наблюдатель ходит кругом по окружности около двенадцати футов в диаметре, следя глазами за движущимся окуляром телескопа, прикрепленного к интерферометру, который плавает в ртути и постоянно вращается около своей оси со скоростью одного оборота в минуту; наблюдатель никоим образом не должен терять из виду интерференционные полосы, которые видны только через небольшое отверстие окуляра телескопа, имеющее диаметр около четверти дюйма; наблюдатель за каждый оборот шестнадцать раз отмечает положение интерференционных полос во время, указываемое электрическим звонком; эти операции продолжаются без перерыва в течение серии наблюдений, которая длится обычно от пятнадцати до двадцати минут, а эти серии повторяются непрерывно в продолжение многих часов рабочего дня.

Когда наблюдения в ходу, интерферометр, к которому прикреплен наблюдательный телескоп, приводится во вращение на поплавке, плавающем в ртути таким образом, что телескоп указывает последовательно на все страны света, т.-е. проходит через все азимуты. Относительное движение земли и эфира должно вызывать периодическое смещение интерференционных полос; эти полосы двигаются по отношению к некоторой определенной точке в поле зрения сперва в одну, а затем в другую сторону при двух полных периодах за каждое вращение инструмента. Положение полос отмечалось, начиная с того момента, когда телескоп был направлен на север в шестнадцати равностоящих направлениях вокруг всего горизонта. Азимут линии зрения при максимальном смещении отмечался в два различных времени дня, и поэтому вычисление прямого восхождения и склонения «апекса» предполагаемого абсолютного движения земли в пространстве является простой операцией. Определение направления движения земли зависит только от направления, в котором телескоп указывает тогда, когда наблюданное смещение полос является максимальным; оно никоим образом не зависит ни от величины этого смещения, ни от того, каким образом мы отсчитываем смещение от некоторого особого нулевого положения. Когда отсчеты производились через интервалы около трех секунд, положение максимума определялось наблюдениями, занимавшими интервал меньше чем в десять секунд. Полный период смещения продолжался около двадцати пяти секунд. Таким образом, наблюдения, касавшиеся направления абсолютного движения, являются в значительной степени независимыми от обычных температурных влияний. Эти наблюдения являются дифференциальным и могут быть выполнены со значительной уверенностью при всяких условиях. Серия наблюдений состоит обычно из двадцати оборотов интерферометра, выполненных приблизительно за пятнадцать минут времени; это дает сорок определений периодиче-

ского эффекта. Простое среднее этих сорока значений дает одно «наблюдение». Температурный эффект или другая причина, которая не является правильно повторяющейся с периодом порядка 20 секунд за промежуток времени в пятнадцать минут, будут при нахождении среднего совершенно затушеваны. Периодический эффект, остающийся в окончательном среднем, должен быть реальным.

Положение системы полос указано в единицах, равных десятой части ширины полосы. Истинная скорость движения земли определяется амплитудой периодического смещения, которая пропорциональна квадрату относительной скорости земли и эфира и длине светового пути в интерферометре. Относительное движение в тридцать километров в секунду, равное скорости земли на ее орбите, произвело бы смещение полос от одного крайнего положения до другого, равное 1,1 полосы. Влияние, произведенное температурой или другими причинами, действующими в продолжение немногих секунд или немногих минут, могут изменить истинную величину наблюдавшего смещения и таким образом уменьшить точность определения относительной скорости, в то время как положение максимального смещения не нарушится. Поэтому можно было ждать, что результаты наблюдения скорости движения не будут так точны, как наблюдения направления движения. Две эти вещи, величина и направление наблюдавшего относительного движения, совершенно независимы друг от друга.

Было желательно иметь наблюдения, распределенные равномерно по всем двадцати четырем часам суток; так как каждая серия требовала около пятнадцати минут, то девяносто шести серий, распределенных соответственным образом, было достаточно. Выполнение таких серий наблюдений занимало обычно период в десять дней. Окончательно эти наблюдения сводились в одну группу и средняя дата рассматривалась, как дата этой «эпохи». Наблюдения, сделанные на горе Вильсон в 1925 г., соответствуют трем эпохам: 1 апреля, 1 августа и 15 сентября, и по числу более чем в два раза превышают все другие наблюдения эфирного ветра, сделанные с 1887 г. Полное число наблюдений, сделанных в Кливленде, соответствует 1.000 оборотам интерферометра, в то время как все наблюдения, сделанные на горе Вильсон до 1925 г., соответствуют 1.200 оборотам. Наблюдения 1925 г. состоят из 4.400 оборотов интерферометра, во время которых было сделано 100.000 отсчетов. Группа из восьми наблюдений дает значение для величины и направления функции эфирного ветра, следовательно, было получено 12.500 отдельных измерений ветра. Это требует, чтобы наблюдатель прошел, пока он делает отсчеты, в темноте по небольшому кругу расстояние в 100 миль. В продолжение этих наблюдений условия были исключительно хороши. За это время иногда был туман, который поддерживал очень равномерную температуру. Четыре точных термометра были повешены на внешней стороне дома; часто наибольшее изменение температуры не превышало одной десятой градуса, а обычно было меньше четырех десятых. Такие изменения не могли дать полного эффекта периодического смещения полос. Можно еще добавить, что, пока не были получены отсчеты, ни у кого из наблюдателей или регистраторов не могло быть и намека на мысль

о присутствии какой-нибудь периодичности, а тем более о величине или направлении какого-либо периодического эффекта.

Сто тысяч отсчетов были соединены в группы по двадцати отсчетов, и затем среднее из группы было нанесено в виде кривых. Эти кривые были подвергнуты механическому гармоническому анализу с целью определения азимута и величины ветра. При этой работе были использованы все оригинальные наблюдения без каких-либо пропусков и без определения весов наблюдений; кроме того, поправки какого бы то ни было рода не вводились в наблюденные значения. Результаты этого анализа начертаны таким образом, чтобы показать изменение азимута ветра в продолжение двадцати четырех часов суток для каждой эпохи, подобным же образом начертано изменение его величины. Наблюдения 1925 г. дали таким образом шесть кривых: три, показывающие изменение азимута для различных периодов, и три, показывающие изменение величины. Эти кривые показаны на рис. 1 и 2. Точки, связанные тонкими линиями, представляют отдельные наблюдения, каждое из которых является средним из отчетов, произведенных в продолжение пятнадцати минут. Жирная линия представляет некоторое произвольное среднее из отдельных наблюдений для каждой эпохи. На рис. 1 горизонтальная линия соответствует десяти четырем часам местных гражданских суток; положение этой линии соответствует движению к северу, в то время как точки выше линии указывают восточный, ниже линии—западный азимут. На рис. 2 горизонтальная линия опять представляет часы гражданских суток, в то время как величина эфирного ветра, т.-е. скорость относительного движения в продолжение суток, нанесена в километрах в секунду.

Сразу видно, что в этих наблюдениях есть нечто реальное; каждая кривая имеет определенную и характерную форму; несомненно, что эти результаты не являются нулевыми и не вызваны

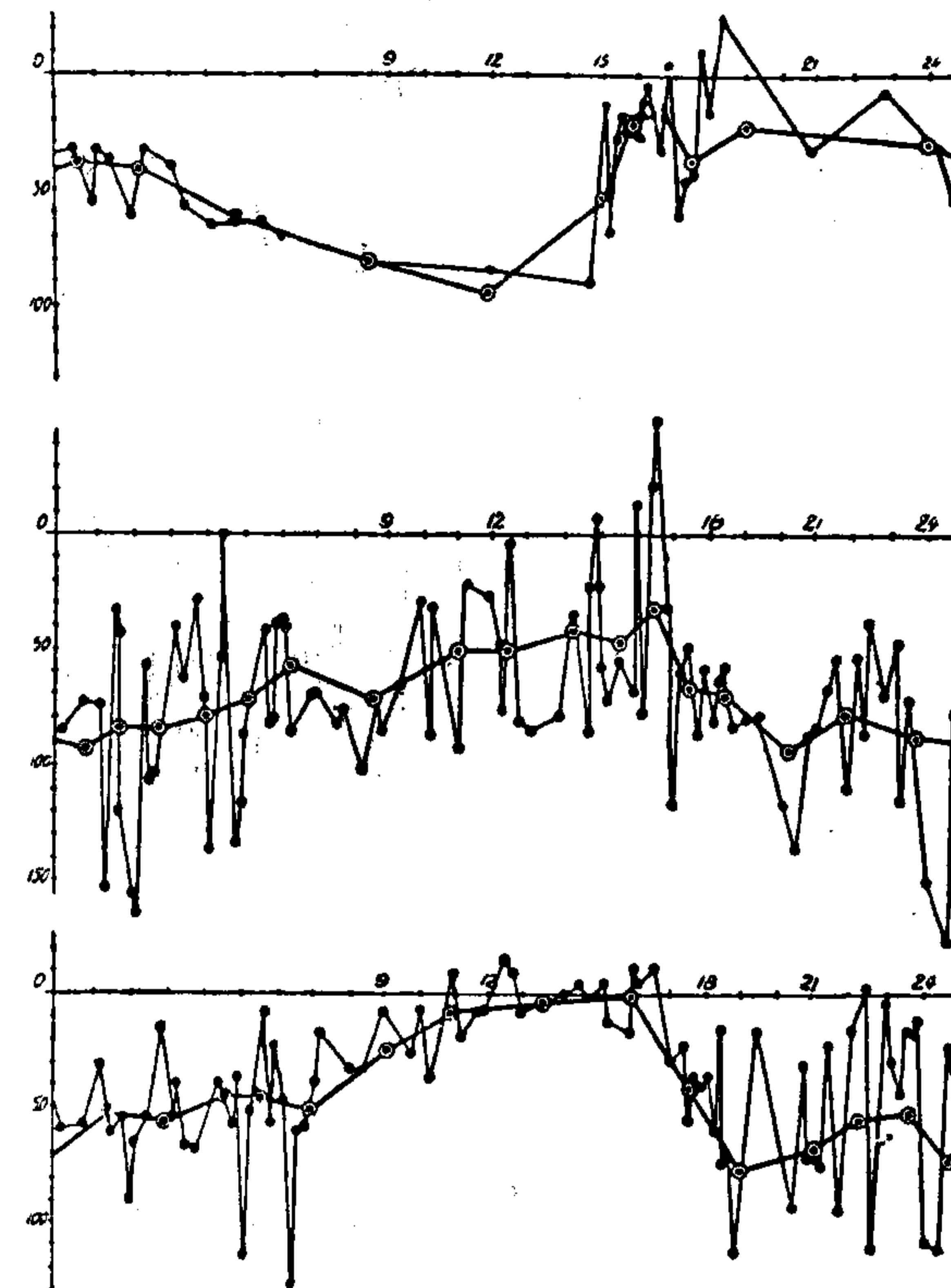


Рис.1

На горизонтальной оси отложено время, отмеченное в часах гражданских суток. На вертикальной прямой — азимуты в градусах; 0° соответствует северу; 50 и 100° — градусы, отсчитанные на запад. Кривые изображают изменения направления, по которому наблюдается максимум эффекта в зависимости от времени дня.

случайными ошибками наблюдений. Азимут наблюденного эффекта на рис. 1 изменяется в продолжение двадцати четырех часов суток периодически, в среднем равняясь 45° к северо-западу, причем время наибольшего западного отклонения изменяется со временем года. Рис. 2 показывает, что величина этого эффекта изменяется периодически, с максимумом около десяти километров в секунду, выступающим в различные времена года, в разные часы дня.

Было невозможно выделить какой-нибудь эффект, вызываемый температурой, лучистой теплотой, магнетизмом, гравитационными силами или другими причинами, который мог производить в различные эпохи указанное систематическое изменение. Тогда и было сделано предположение, что этот эффект может быть вызван движением земли и всей солнечной системы через эфир, т.-е. является реальным эфирным ветром. Для определения апекса и скорости этого движения были выполнены различные графические и численные расчеты. Это пробное решение было проверено посредством механического прибора для сложения движений и окончательно посредством способа наименьших квадратов. Таким образом было найдено,

На вертикальной оси отложены величины наибольшего смещения интерференционной полосы, выраженные в километрах в секунду и рассчитанные по элементарной теории. На горизонтальной оси, как и на рис. 1, нанесено гражданское время.

что некоторое направление к точке созвездия Дракона, имеющее прямое восхождение 262° ($17\frac{1}{2}$ часов) и склонение 65° , спроектированное в любое время дня для всех трех эпох наблюдения на плоскости интерферометра, имело бы азимут, который менялся таким же образом, как жирно напечатанная гладкая кривая на рис. 3. Однако этот азимут должен был изменяться одинаково и к востоку и к линии север-юг, т.-е. кривая должна бы

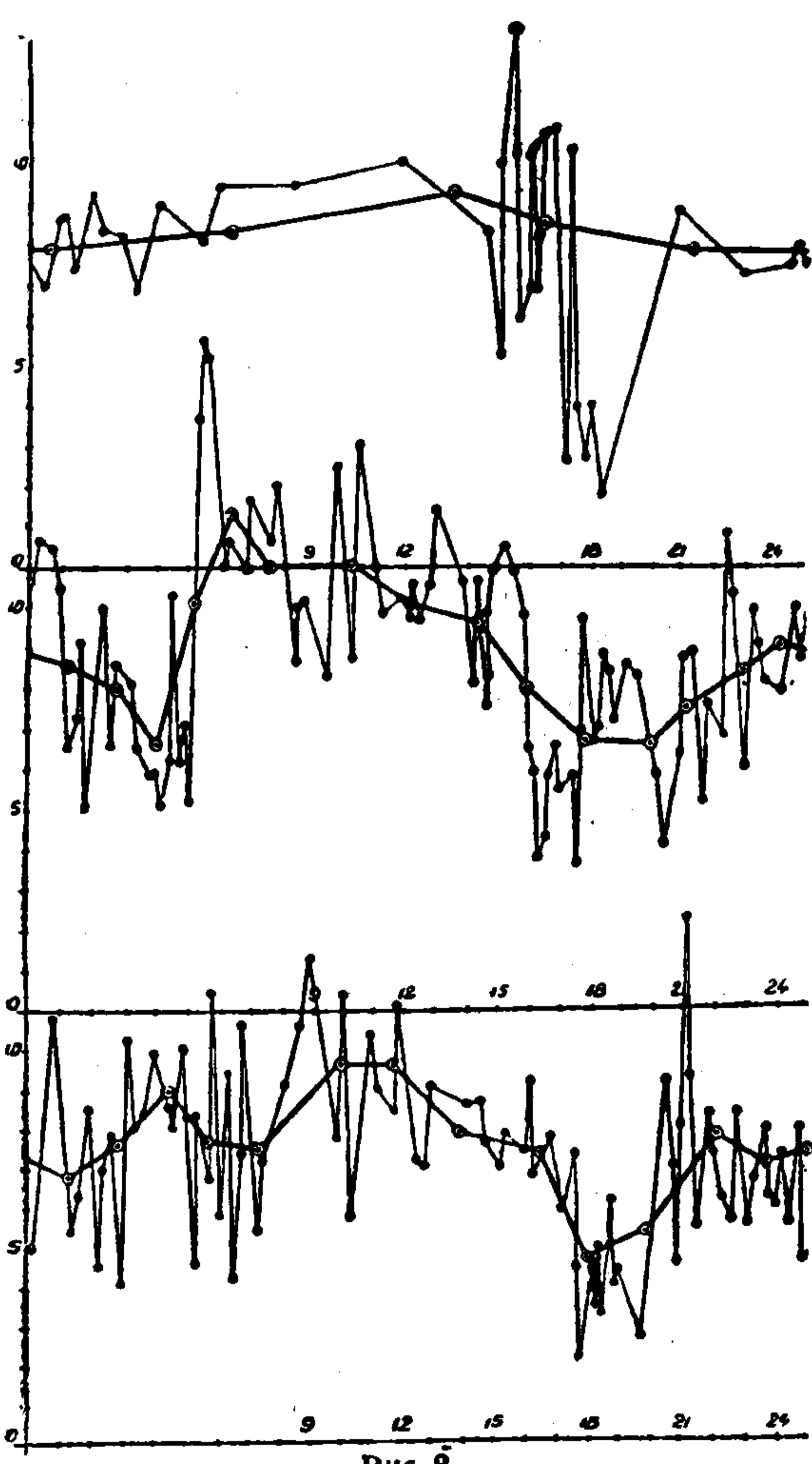


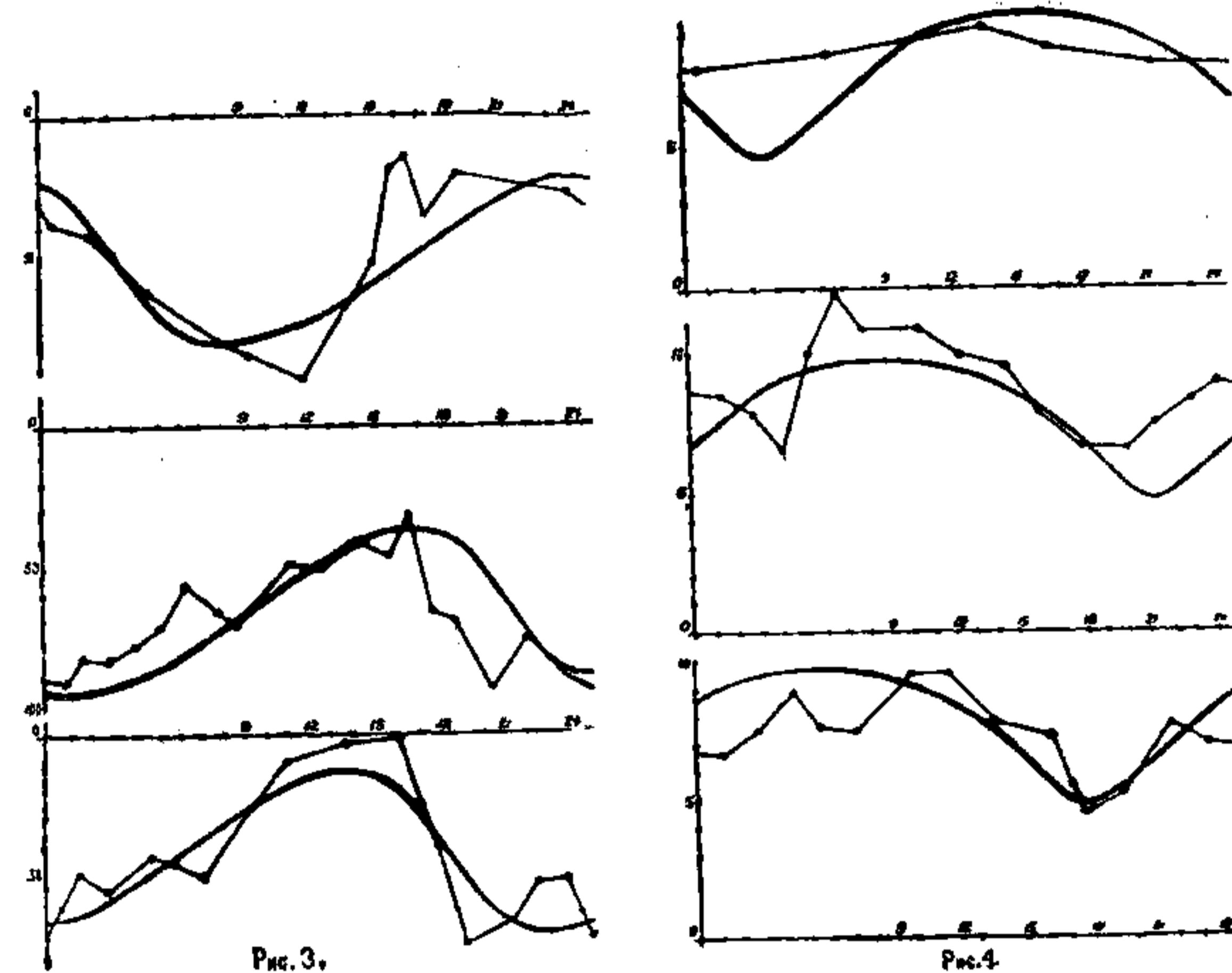
Рис.2

лежать частью выше, частью ниже основной горизонтальной линии чертежа. Как видно из рисунка, кривые произвольно смешены вниз (к западу) для сравнения с ломаными линиями, взятыми с рис. 1, которые показывают действительные результаты наблюдений.

Если это движение имеет направление к созвездию Дракона и скорость в десять километров, остающуюся неизменной в продолжение года, то его проекция на плоскость интерферометра будет в течение дня изменяться по величине для трех эпох наблюдения таким образом, как это показывают гладкие кривые на рис. 4. Ломаные линии показывают изменение в величине наблюденного эффекта, являясь средним из данных рис. 2.

Кривые, рассмотренные до сих пор, были начертены относительно местного гражданского времени для горы Вильсон. Если величина и направление движения являются постоянными в продолжение года, эти кривые более рационально начертить по отношению к звездному времени; на рис. 5 кривые и начерчены таким образом, жирная линия представляет среднее из всех наблюдений 1925 г. Здесь является замечательным сходство кривых, относящихся к различным временам года, когда они нанесены относительно звездного времени. На рис. 6 окончательное среднее рис. 5 показано ломаной линией, в то время как вычисленный эффект показан гладкой кривой. Чтобы лучше показать замечательное сходство между кривыми, кривая для азимута вычерчена в масштабе вдвое большем сравнительно с предшествующими рисунками.

Как тесно ни связаны наблюденные величины, составляющие эти две кривые, они совершенно независимы друг от друга; каждая из кривых дает значение прямого восхождения и склонения абсолютного движения земли. Прямое восхождение дается звездным временем, при котором азимут (в этом простом случае) переходит от востока к западу через север; этому соответствует место, где кривая пересекает свою истинную ось, проходя от максимума к минимуму. Пунктирная же линия нижней части рис. 6 показывает, что это происходит в $17\frac{1}{2}$ часов, что и является прямым восхождением апекса; если это выразить в гра-



На рис. 3 и 4 сплошные кривые изображают ожидаемый эффект в том предположении, что движение звездной системы происходит по направлению к созвездию Дракона (склонение $+65^\circ$, прямое восхождение 262°). Эти данные были получены на основании всего имеющегося экспериментального материала с помощью гармонических анализаторов и метода наименьших квадратов. Точки представляют собой средние значения для тех же эпох, какие изображены на рис. 1 и 2, т.-е. для 1 апреля, 1 августа и 15 сентября 1925 г. (на рисунке по порядку сверху вниз).

На рис. 6 окончательное среднее рис. 5 показано ломаной линией, в то время как вычисленный эффект показан гладкой кривой. Чтобы лучше показать замечательное сходство между кривыми, кривая для азимута вычерчена в масштабе вдвое большем сравнительно с предшествующими рисунками.

Как тесно ни связаны наблюденные величины, составляющие эти две кривые, они совершенно независимы друг от друга; каждая из кривых дает значение прямого восхождения и склонения абсолютного движения земли. Прямое восхождение дается звездным временем, при котором азимут (в этом простом случае) переходит от востока к западу через север; этому соответствует место, где кривая пересекает свою истинную ось, проходя от максимума к минимуму. Пунктирная же линия нижней части рис. 6 показывает, что это происходит в $17\frac{1}{2}$ часов, что и является прямым восхождением апекса; если это выразить в гра-

дусах, то мы получаем 262° . Склонение апекса может быть определено из амплитуды кривой, взятой совместно с широтой обсерватории: таким образом, получается значение склонения, равное $+65^{\circ}$. Наблюденная скорость вращения земли, спроектированная на плоскость интерферометра должна показывать суточную вариацию своей величины, как результат вращения земли около ее оси; эта величина должна опускаться до минимального значения

в звездное время, соответствующее прямому восхождению апекса и достигать максимума через двенадцать часов после этого времени. Так как широта горы Вильсон равна $31^{\circ} 41'$, а склонение апекса только что определено из наблюдений азимута, то выходит, что во время его максимума плотствам относительная составляющая с направлением движения земли угол меньше, чем в 8° ; поэтому проекция скорости в это время не может значительно различаться от ее полного значения, которое найдено равным десяти километрам в секунду. Склонение апекса может быть определено из наблюдений величины скорости так же, как и из наблюдений азимута, так как оно определяет отношение максимального и минимального значения скорости для данной широты. Согласие этих

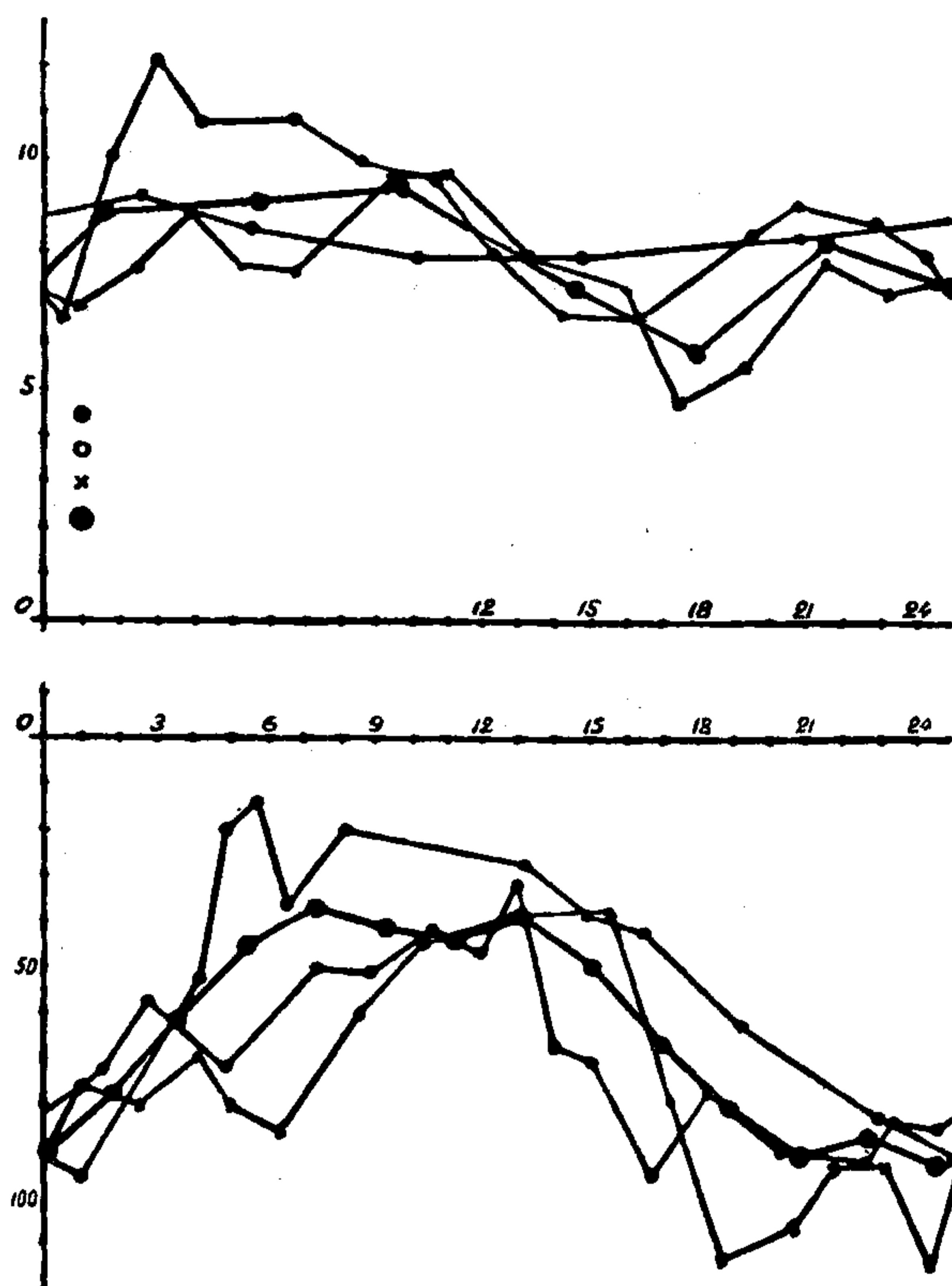


Рис.5

Верхняя кривая изображает изменение азимута, при котором наблюдается наибольшее отклонение интерференционной полосы.

Нижняя—суточное изменение величины отклонения интерференционной полосы. На горизонтальной оси отложено звездное время. Наблюдения, проведенные в три эпохи: 1 апреля, 1 августа и 15 сентября, имеют одинаковый ход, если их рассчитывать по звездному времени.

двух значений прямого восхождения, указанных на рис. 6 пунктирной линией и полученных из независимых кривых, вместе с таким же совпадением склонений, является, кроме того, очень существенным подтверждением взгляда, что наблюденный эффект и предполагаемое движение связаны между собой.

Изучение численных результатов показывает, что вероятная ошибка в определении азимута этого эффекта равна $F2^{\circ}$, в то время как, предполагая максимальную скорость в десять километров в секунду, вероятная ошибка в наблюденной скорости равна 0,6 километр в секунду.

То обстоятельство, что направление и величина наблюдаемого эфирного ветра независимы от местного времени и постоянны по отношению к звездному времени, предполагает, что эффект движения земли по орбите весьма мало сказывается при этих наблюдениях. Эффект орбитального движения не был найден при наблюдениях 1925 г. — это находится в строгом согласии с результатами, полученными Майкельсоном и Морли в 1887 г. и Морли и Миллером в 1905 г. Чтобы учесть это обстоятельство, нужно предположить, что скорость постоянного движения земли в пространстве превышает двести километров в секунду, но что по некоторым невыясненным обстоятельствам относительная скорость земли и эфира в интерферометре на горе Вильсон сводилась к десяти километрам в секунду; при этих условиях слагающая движения, равная орбитальному движению, дает эффект, результирующая которого находится за пределами наименьшей величины, которая может быть измерена теперешним интерферометром. По этим причинам можно заключить, что скорость движения солнечной системы равна по крайней мере двумстам километрам в секунду, а может быть и гораздо больше. Обстоятельство, что наблюденный эффект зависит от звездного времени и не зависит от суточных и сезонных изменений температуры и других земных причин, показывает, что это есть космическое явление.

Предварительные наблюдения, сделанные на горе Вильсон, хотя и недостаточно многочисленны для определения кривой, подобной только что указанным, должны согласоваться с более поздними наблюдениями. На рис. 7 результаты наблюдений 15 апреля 1921 г. показывают, при сравнении с кривыми, вычисленными из наблюдений 1925 г., очень хорошее согласование.

Подробное изучение опытов с эфирным ветром, сделанных в 1925 г. на горе Вильсон, приводит к заключению, что здесь существует систематическое смещение интерференционных полос в интерферометре, соответствующее постоянному относительному движению земли и эфира, равному на этой обсерватории десяти

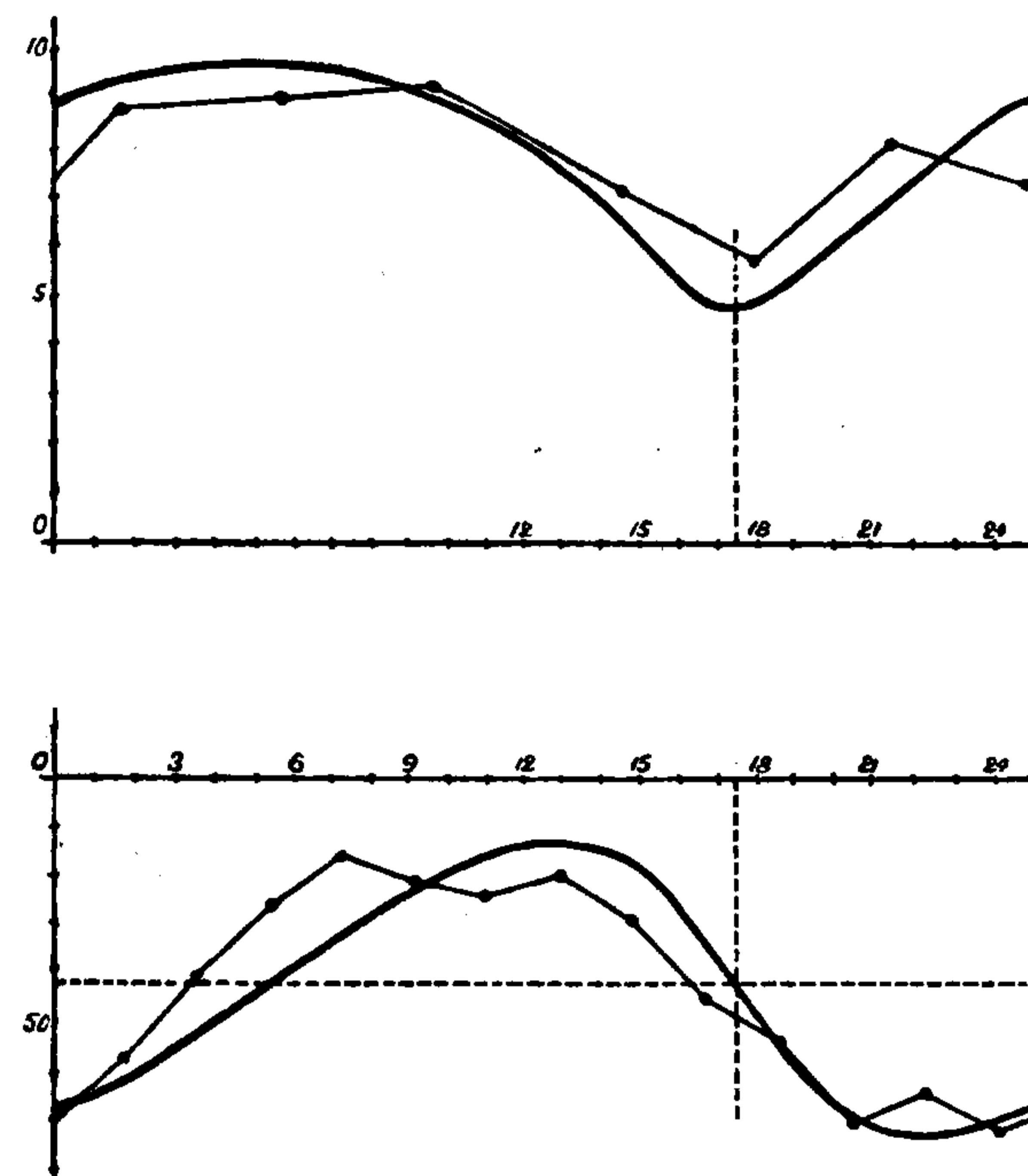


Рис. 6

Сопоставление средних значений, полученных на опыте за 1925 г., с кривой, выведенной в предположении о движении солнечной системы к созвездию Дракона (склонение $+65^\circ$, прямое восхождение 17,5 часов).

Сопоставление средних значений, полученных на опыте за 1925 г., с кривой, выведенной в предположении о движении солнечной системы к созвездию Дракона (склонение $+65^\circ$, прямое восхождение 17,5 часов).

километрам в секунду; точно такие изменения в направлении и величине указанного движения могли быть вызваны постоянным движением солнечной системы в пространстве со скоростью двухсот или более километров в секунду по направлению к апексу в созвездии Дракона, вблизи полюса эклиптики, прямое восхождение которого равно 262° , а склонение $+65^{\circ}$. Для того, чтобы считать этот эффект результатом эфирного ветра, кажется необходимым предположить, что земля увлекает эфир таким образом, что кажущееся относительное движение в местоположении обсерватории сводится с двухсот или более километров на десять километров в секунду, и затем что это увлечение смещает кажущееся направление движения на 45° к северо-западу.

Очевидно, что теперешние опыты не более совместимы со старой теорией покоящегося эфира, чем опыты Майкельсона и Морли в 1887 г. и Морли и Миллера в 1905 г. Настоящая работа не противоречит прежним результатам, но является скорее их подтверждением и расширением. Эта серия из шести характерных кривых, полученных из наблюдений, которые совершенно независимы друг от друга и которые были сделаны во времена года, чрезвычайно сильно отличающиеся по погоде, и так хорошо согласующихся, как это показано на рис. 5 и 6 с кривыми, рассчитанными из предположенного движения, неминуемо приводят к заключению, что наблюденный эффект относится именно к этой предполагаемой причине. Это и вынуждает нас рассмотреть, как возможно изменить теорию эфира, чтобы она могла учесть это уменьшение скорости и другие экспериментальные результаты.

Значения величин, определяющих абсолютное движение солнечной системы, полученных из этих наблюдений эфирного ветра, в общем согласуются с результатами, полученными другими способами. Недавние исследования собственного движения звезд Ральфом Вильсоном на Дьюдлеевской обсерватории и изучение радиального движения звезд Кэмпбеллом и Муром на Ликской обсерватории дают апекс солнечного пути в созвездии Геркулеса с прямым восхождением в 270° и склонением около 30° , при скорости около 19 километров в секунду. Изучая мировые кучи и спиральные туманности, доктор Штремберг на обсерватории горы Вильсон нашел существование движения солнечной системы со скоростью трехсот километров в секунду к точке, имеющей прямое восхождение 307° и склонение 56° . Люндмарк, изучая спиральные туманности, нашел существование движения, имеющего скорость в четыреста километров в секунду. Различные определения движения солнечной системы в общем все имеют то же самое направление и лежат внутри круга с радиусом в 20° . Предложенная нами скорость в двести километров в секунду является просто нижним пределом; ее можно с таким же успехом приравнять тремстам или четыремстам километрам в секунду. Поэтому наше первое предположение не создает никаких затруднений. При положении апекса в созвездии Дракона с прямым восхождением в 262° и склонением в $+65^{\circ}$, следовательно, находящегося в 6° от полюса эклиптики, указанное движение солнечной системы является почти перпендикулярным к плоскости эклиптики. Ось вращения солнца направлена в точку,

отстоящую на 12° от этого азимута. Этот факт вызывает удивление. Быть может мы имеем дело с явлением, поддающимся динамическому истолкованию.

Допущение об увлечении эфира землей заключает в себе значительное изменение теории эфира, как оно требует изменения общепринятого обяснения явлений aberrации. При обсуждении предварительного сообщения об этой работе, представленного национальной Академии Наук в апреле 1925 г., доктор Зильберштейн сказал: «С точки зрения теории эфира, эти резуль-

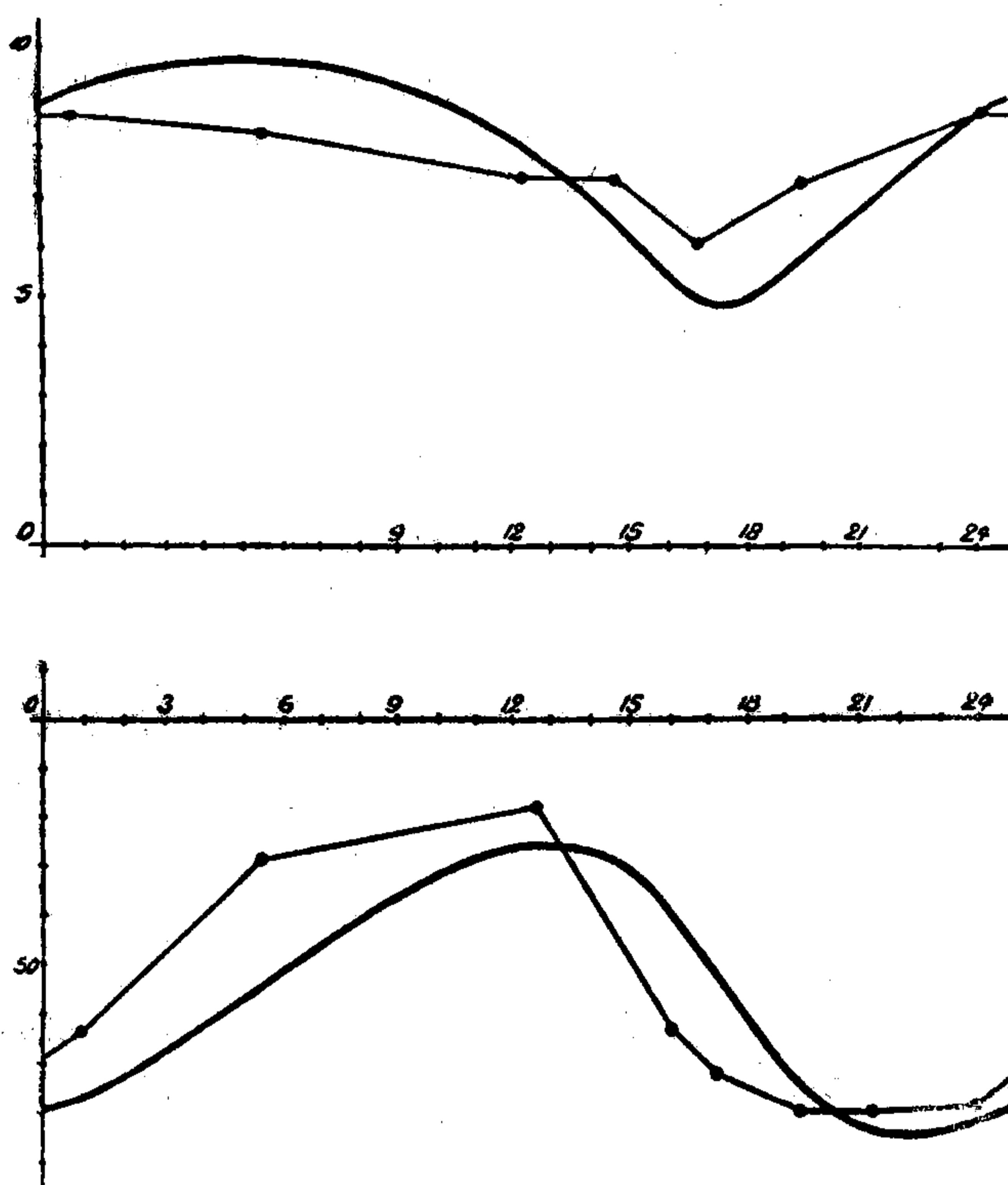


Рис. 7

Данные опытов за 1921 год, сопоставленные с кривой, вычисленной из опытов 1925 года.

таты, а также и все другие полученные раньше, легко могут быть выяснены посредством представлений об эфире, развитых Стоксом, впоследствии измененных Планком и Лорентцом и разобраных автором (Зильберштейном) в «Philosophical Magazine»¹⁾:

Теория Стокса может быть изложена в следующих словах, взятых из книги Лармора «Эфир и материя», стр. 10, 13, 35 и 36:

«Так как Стокс не был склонен допустить, что эфир может свободно проходить через промежутки в материальных телах так, как это требуется в согласии со взглядами Френеля, и так как другие теории движения эфира, которые могут быть согласованы с существованием астрономической aberrации, требуют существования безвихревого потока, он думал найти объяс-

¹⁾ Февраль 1920 г., т. 39, стр. 161.

нение ограничений, налагаемых на этот поток. Цепь умозаключений о том, что движение тел вызывает возмущения в эфире, что аберрация требует, чтобы эти возмущения были безвихревыми, что это может быть выяснено только рассеянием зарождающихся вихревых возмущений поперечными волнами, и дальше, что само излучение включает в себя поперечные колебания, он рассматривал как взаимно обусловливающие и поддерживающие друг друга и, поэтому, образующие ясные доказательства в пользу этого взгляда о строении эфира»... «Тогда встает вопрос—насколько далеко может быть распространено это об'яснение на те случаи, когда эфир увлекается материей, движущейся через него. Внимание на это было обращено благодаря исследованиям Стокса, который показывает, что сами светоносные свойства препятствуют возникновению каких бы то ни было вихревых движений в эфире. В самом деле не трудно доказать, что энергия натяжений в твердой несжимаемой среде типа обычной материи может быть выражена в виде об'емного интеграла, заключающего в себе только дифференциал вихря вместе с поверхностным интегралом, распространенным по границам; следовательно, всякий местный очаг вихревого движения в эфире типа упруго-твердого тела был бы немедленно рассеян поперечными волнами так, что если твердость достаточно велика, то не может накопиться даже и следа вихревого движения».

Существуют еще систематические разницы в так называемых константах аберрации и в стандартных положениях звезд, которые могут быть об'яснены гипотезой об изменении эфирного ветра, вызываемом различиями в местных коэффициентах увлечения. Увлечение на каждой данной станции может более или менее зависеть от широты, контура местности и распределения больших массивов в местностях, подобных горным цепям. Опыты с эфирным ветром никогда не делались на уровне моря; и никогда не делались, исключая гору Вильсон, с полнотой, достаточной для того, чтобы достигнуть точного измерения эффекта. Теперь ясно, что эфирный ветер на горе Вильсон незначительно отличается от ветра в Кливленде и что на уровне моря он будет вероятно иметь почти то же значение.

Уменьшение указанной скорости в двести или более километров в секунду может быть об'яснено теорией сокращения Лорентца-Фиджеральда, вместо допущения об увлечении эфира. Это сокращение может зависеть, но может и не зависеть от физических свойств твердого тела, и оно может быть, но может и не быть пропорционально квадрату относительной скорости земли и эфира. Очень небольшое отклонение этого сокращения от величины, вычисленной Лорентцом, достаточно уже для об'яснения наблюдаемого эффекта. В настоящее время производится пересмотр результатов опытов Морли-Миллера с эффектом Лорентца-Фиджеральда в 1902—1904 г.г., учитывая, что их интерпретация может быть изменена благодаря большой скорости солнечной системы, выясненной наблюдениями 1925 г.

Едва ли надо говорить, что определение абсолютного движения солнечной системы из подобных наблюдений с интерферометром является делом значительной сложности. Я много обязан профессору астрономо-математического факультета школы прикладных наук Нассау и д-ру Штрембергу из обсерватории

горы Вильсон, которые оказали мне чрезвычайно ценную помощь при математическом анализе решения различных частей этой проблемы.

Примечание. С тех пор как была подготовлена к печати эта статья, на горе Вильсон выполнена очень обширная серия наблюдений, включающая 2.000 оборотов интерферометра и соответствующая по времени 8 февраля 1926 г. По общим признакам можно думать, что более поздние наблюдения целиком совпадают с теми, отчет о которых дан здесь, хотя возможно, что когда все наблюдения будут скомбинированы, то это вызовет небольшие изменения в численных результатах. Окончательные вычисления требуют многих месяцев непрерывного труда и в настоящее время уже ведутся.

(Из журнала «Science», № 1635 от 30 апреля 1926 г.).
