

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



P13 - 9411

С322

B-191

896/4-76

Б.В.Васильев

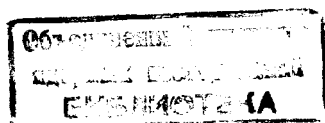
ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКЕ  
ПОСТУЛАТА ИЗОТРОПНОСТИ СКОРОСТИ СВЕТА

**1975**

P13 - 9411

Б.В.Васильев

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКЕ  
ПОСТУЛАТА ИЗОТРОПНОСТИ СКОРОСТИ СВЕТА



Постулат изотропности скорости света декларирует независимость ее величины от направления распространения. Он тесно связан с принципом относительности и лежит в фундаменте специальной теории Эйнштейна. Непосредственное экспериментальное подтверждение этого постулата не было получено из-за того, что во всех известных экспериментах - Майкельсона, Саньяка, Кеннеди-Торндайка и др. свет распространялся в прямом и обратном направлениях /"туда-сюда"/, либо по замкнутому контуру. При такой постановке опыты могут дать нулевой результат даже если скорость света анизотропна<sup>1/</sup>.

Для того, чтобы однозначно проверить этот постулат, необходимо измерять скорость света в одном направлении. Этого можно достичь экспериментом, "аналогичным известному опыту Штурма и Колландона, измеривших скорость звука в воде Женевского озера. В одном пункте производился звук и одновременно давалась световая вспышка, а в другом измерялось время между вспышкой и приходом звука. Но что будет служить вспышкой, если измеряется скорость света? Именно здесь кроется трудность, в этом гвоздь вопроса . . . "<sup>2/</sup>

По нашему мнению, этот вопрос можно решить, используя особенности электромагнитных колебаний в ближней зоне. Рассмотрим следующую схему эксперимента. Пусть в точке А помещен импульсный источник света, дающий короткие вспышки через каждые  $\tau = 2\pi/\omega$  секунд, а в точке В имеется приемник света, регистрирующий вспышки сдвинутыми во времени на интервал  $R/c$ . Пусть также в точке А', расположенной в окрестности А,

находится электрический диполь, колеблющийся гармонически с частотой  $\omega$ :

$$\mathbf{d} = d_{\omega} e^{-i\omega t}, \quad /2/$$

тогда приемник в точке В', расположенной вблизи В, будет измерять электрическое поле диполя А', которое, согласно<sup>/3/</sup>, есть

$$\bar{\mathbf{E}}(t) = \left\{ \frac{d_{\omega}}{R^3} [k^2 R^2 + ikR - 1] e^{ikR} + \frac{\bar{n}(\bar{n} \bar{d}_{\omega})}{R^3} [3 - 3ikR - k^2 R^2] \right\} \times e^{ikR} \left\} e^{-i\omega t}, \quad /3/$$

здесь  $\bar{n} = \frac{\bar{\mathbf{R}}}{R}$  и  $k = \frac{\omega}{C}$ ,  $R$  - расстояние между А и В.

Если расстояние между А и В и частота  $\omega$  выбраны так, что эксперимент ведется в ближней зоне ( $kR \ll 1$ ), то, разложив экспоненты по малому параметру  $kR$ , нетрудно увидеть, что линейные по  $kR$  члены, определяющие запаздывание фазы электрического поля в точке В относительно фазы колебаний диполя, выпадут. Более высокие члены будут несколько различными для разных ориентаций диполя  $\bar{\mathbf{d}}$  относительно вектора  $\bar{\mathbf{R}}$ . Ограничиваясь кубичными членами разложения, например, в частном случае  $\bar{\mathbf{d}} \parallel \bar{\mathbf{R}}$ , получаем:

$$\bar{\mathbf{E}}(t) = \frac{\bar{d}_{\omega}}{R^3} \left( 1 + \frac{k^2 R^2}{2} \right) e^{-i\omega \left( t - \frac{iR^3 \omega^2}{3C^3} \right)}, \quad /4/$$

Поскольку  $kR \ll 1$ , уменьшением амплитуды и запаздыванием фазы поля в точке В' относительно фазы диполя можно пренебречь, что позволяет говорить о бесконечной фазовой скорости электрических колебаний в ближней зоне. Это означает, что световые вспышки, происходящие в точке А при определенной, например, равной нулю,

фазе колебаний диполя, в точке В будут зарегистрированы с запаздыванием относительно той же фазы поля на время  $R/C$ . Тот факт, что запаздывание фазы для электрических колебаний в ближней зоне получилось пренебрежимо малым по сравнению с  $R/C$ , известен<sup>/4/</sup>, и не должен вызывать удивления\*.

При такой постановке опыта для проверки постулата изотропности скорости света необходимо измерять разницу между временем прихода в точку В светового сигнала -  $T_1$  и временем прихода выбранной фазы электрических колебаний поля -  $T_2$  для различных ориентаций вектора  $\mathbf{R}$  в пространстве при  $\bar{\mathbf{d}} \parallel \bar{\mathbf{R}}$ , равную:

$$T_1 - T_2 = \frac{R}{C} \left( 1 - \frac{k^2 R^2}{3} \right) \approx \frac{R}{C}.$$

В предварительных экспериментах, выполненных в нашей лаборатории, электрический диполь размером в несколько сантиметров и импульсный источник света, питаемый общим генератором, размещались на расстоянии примерно 90 см от приемника света и соответствующего радиоприемника. Рабочая частота была выбрана близкой к 2 МГц. Все это устройство вместе с вспомогательной аппаратурой были смонтированы на поворотной платформе. Наблюдавшийся сдвиг фазы колебаний в радиоприемнике относительно сигнала в приемнике света при различных ориентациях в пространстве источников и приемников соответствовал анизотропии скорости света  $\Delta C$ :

$$\Delta C = (0,03 \pm 0,11)C.$$

\* Этот эффект возникает только при гармонических колебаниях и не может быть использован для передачи информации. Информация из А в В в такой постановке могла бы быть передана в момент включения диполя фронтом определенной напряженности, который в соответствии с электродинамикой распространяется не быстрее света, так как при включении диполя возникают электрические колебания высокой частоты, для которых расстояние  $R$  окажется большим длины волны и формула /3/ даст для волновой зоны запаздывание в первом поряд-

ке по  $\frac{R}{C}$ .

В настоящее время ведется работа по повышению точности экспериментальной установки.

Автор искренне благодарен Б.Н.Валуеву, В.К.Игнатовичу, Д.А.Киржницу, И.Ю.Кобзареву, В.Л.Любошицу, В.И.Огневцекому, Ю.М.Останевичу, М.И.Подгорецкому, Б.М.Понтекорво, Я.А.Смородинскому, И.М.Франку, Л.Черу за интересные и полезные обсуждения, а также А.В.Сермягину за помощь в подготовке и проведении экспериментов.

### *Литература*

1. К.Меллер. Теория относительности. Атомиздат, гл. 1, 1975.
2. Л.И.Мандельштам. Лекции по физическим основам теории относительности. "Наука", стр. 96, 1972.
3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теория поля, "Наука", §72, 1973.
4. И.Е.Тамм. Основы теории электричества, ГИТТЛ, §99, 1954.  
В.Пановский, М.Филипс. Классическая электродинамика. ГИФМЛ, §13.6, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 декабря 1975 года.