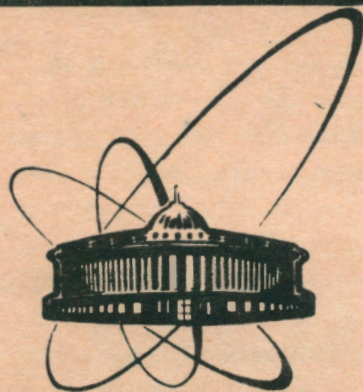


92-349



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P2-92-349

В. С. Барашенков

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

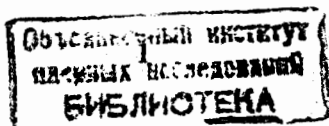
1992

Большинство физиков сегодня верят в принцип относительности и в основанные на нем выводы теории столь же твердо, как и в законы арифметики. Огромное количество экспериментов убеждает нас в том, что, находясь внутри изолированной инерциальной системы, мы действительно не можем установить, движется она или пребывает в состоянии покоя. Лишь в редких работах можно встретить предположение о существовании некоторой физически выделенной (абсолютной) системы отсчета. Однако уже не раз случалось, что ревизия, казалось бы, совершенно очевидных и давно уставновленных фактов приводила к неожиданным результатам. Да и вообще, едва ли в природе существует какая-либо закономерность, применимая всегда и всюду.

В работах^{1,2/} для проверки принципа относительности предложено воспользоваться прецессией спина электрона, движущегося в магнитном поле. Как известно (см., например,^{3/}), прецессия спина связана с поворотом пространственной системы координат при двух последовательных лоренцевских трансформациях и поэтому может служить инструментом для исследования возможных отклонений от известных нам геометрических и кинематических закономерностей в областях порядка размеров электрона $\Delta x \leq 10^{-16}$ см.

Предлагаемый в работах^{1,2/} эксперимент касается измерений временных вариаций скорости прецессии, чего не делалось еще ни в одном другом опыте, и с этой точки зрения предоставляет уникальную возможность проверить известные нам закономерности в интервалах, достижение которых другими способами сегодня весьма затруднительно. В опытах с адронами их трудно анализировать на фоне больших размеров самих сталкивающихся частиц ($\sim 10^{-13}$ см), в опытах с электронами нужны сталкивающиеся частицы с энергией $E \geq 100$ ГэВ, а измерения средней величины прецессии, без учета вариаций скорости, не обнаружили каких-либо аномалий.

Следует, однако, иметь в виду, что нарушение принципа относительности - всего лишь одно из многих возможных отклонений от известных нам законов в области ультрамалых масштабов. Более того, вопреки утверждениям работ^{1,2/} сегодня нет никаких



указаний на нарушение этого принципа в опытах с прецессией электронного спина.

Действительно, формула Бардина, Мишеля и Телегди, описывающая мгновенную скорость прецессии,

$$\bar{\omega} = \frac{e}{mc} \left\{ (a + \frac{1}{\gamma}) \bar{H} - (a + \frac{1}{1+\gamma}) [\bar{\beta}, \bar{E}] \right\} \quad (1)$$

(здесь \bar{E} и \bar{H} - электрическое и магнитное поля, $a = g/2 - 1$ - аномальный магнитный момент электрона, $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$ - лоренцевский фактор для движущегося со скоростью $\bar{\beta}$ электрона) получается выделением трехмерной части из релятивистски ковариантного четырехмерного выражения и применима к произвольной системе координат. В частности, в "лабораторной системе координат", рассматриваемой в работах^{1,2/}, которая движется относительно некоторой исходной со скоростью $\bar{\beta}_0$, такой что поле $\bar{E} = -[\bar{\beta}, \bar{H}]$ обращается в нуль, скорость прецессии

$$\bar{\omega}_L = \frac{e}{mc} \bar{H}_L (a + \frac{1}{\gamma_L}), \quad (2)$$

где \bar{H}_L и γ_L - магнитное поле и лоренцевский фактор в "лабораторной системе".

В работах^{1,2/} переход от (1) к (2) осуществляется путем прямого лоренцевского преобразования. При этом в правой части (2) появляется дополнительный нековариантный член

$$\frac{e}{mc\gamma_L} \bar{H}_L (\chi - 1), \quad (3)$$

где $\chi = (\gamma_L + \gamma_0) / (1 + \gamma)$, $\gamma = \gamma_0 \gamma_L (1 + \beta_L \beta_0)$.

Утверждается, что этот член является следствием нарушения групповых свойств преобразований Лоренца и позволяет путем замера скорости прецессии спина в постоянном магнитном поле установить факт движения изолированной инерциальной системы¹, что является очевидным нарушением принципа относительности.

1 Это позволило бы создать принципиально новое навигационное оборудование для находящихся в слепом полете самолетов, для подводных лодок и многое другое.

Однако эти выводы основаны на недоразумении. При переходе от соотношения (1) к (2) необходимо учитывать зависящий от времени томасовский поворот системы

$$T(\bar{\beta}_0, \bar{\beta}_L) = B(-\bar{\beta}) B(\bar{\beta}_L) B(\bar{\beta}_0),$$

где B - оператор лоренцевского преобразования (буст) со скоростью $\bar{\beta}$, $\bar{\beta} = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_L$ - релятивистская сумма скоростей $\bar{\beta}$ и $\bar{\beta}_0$ ^{3,4/}. При этом происходит компенсация нековариантного члена (3).

Чтобы убедиться в этом, заметим, что скорость прецессии в исходной системе координат

$$\omega \equiv d\theta/dt = \omega_L \gamma_L |\gamma + \omega_T \gamma_L | \gamma, \quad (4)$$

где $\omega_T = d\theta_T/dt_L$ - скорость томасовского вращения². В работе^{4/} показано, что

$$\sin \theta = \chi \sin \theta_L^0,$$

где $\theta = \theta_L^0 + \theta_T$, θ_L^0 - угол ларморовой прецессии (скорость вращения $\bar{\beta}_L$ относительно $\bar{\beta}_0$ в "лабораторной системе"). После дифференцирования обеих частей этого выражения и деления левой части на $\cos \theta$, а правой на

$$\cos \theta = \cos \theta_L + \frac{\sqrt{(\gamma_0^2 - 1)(\gamma_L^2 - 1)}}{\gamma + 1} \sin^2 \theta_L,$$

получим

$$\frac{d\theta}{dt_L} = \chi \frac{d\theta_L^0}{dt_L},$$

то есть

2 Следует учесть, что времена исходной и "лабораторной" систем связаны с собственным временем электрона соотношениями $dt = d\tau \gamma$, $dt_L = \tau \gamma_L$, откуда следует $dt = dt_L (\gamma/\gamma_L)$.

$$\omega_T = (\chi - 1)\omega_L^0, \quad \omega_L^0 = d\theta_L^0/dt_L = \frac{e}{mc\gamma_L} H_L, \quad (5)$$

что в точности совпадает с нековариантной добавкой (3).

Как итог следует отметить, что хотя вывод работ^{/1,2/} о противоречии принципа относительности эффекту томасовского вращения не верен, предложенный в этих работах эксперимент настолько оригинален по своей идее и по методике исполнения, что, несомненно, заслуживает реализации.

Пользуясь случаем благодарить Б.Ф.Костенко и Ж.Ж.Мусульманбекова за обсуждения и особенно Б.С.Неганова за разъяснения неясных для меня вопросов и многократные бурные дискуссии, в которых, однако, мне так и не удалось убедить его в справедливости принципа относительности. Я благодарен также генеральному директору ПО СОЮЗИНТЕРПРОМ М.З.Юрьеву за финансовую поддержку работы.

Литература

1. Неганов Б.С. Сообщение ОИЯИ, Р4-89-827, Дубна, 1989.
2. Неганов Б.С. Сообщение ОИЯИ, Д1-91-96, Дубна, 1991.
3. Мёллер К. Теория относительности. М., 1975.
4. Ungar A.A. Found. Phys. Lett. 1988, v.1, p.57.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 августа 1992 года.

Барашенков В.С. P2-92-349
Об одной возможности экспериментального
исследования микроскопических свойств
пространства-времени

Предложенный в работах^{/1,2/} эксперимент по измерению вариаций скорости прецессии спина электрона может дать сведения о свойствах пространственных интервалов $\Delta x \sim 10^{-16}$ см. Вместе с тем утверждение работ^{/1,2/} о нарушении принципа относительности в формулах для частоты прецессии спина основано на недоразумении.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод автора

Barashenkov V.S. P2-92-349
On Some Possibility of Experimental
Investigation of Microscopic Properties
of Space-Time

The proposed in papers^{/1,2/} experiment for a measurement of electron spin precession variations allow to obtain an information about properties of space intervals $\Delta x \sim 10^{-16}$ cm. At the same time the conclusion of papers^{/1,2/} on a violation of the relativity principle in formulas for spin precession frequency is based on some misunderstanding.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992