

## ОТВЕТ НА КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ Р. М. ФЕЩЕНКО «ОБ ИНТЕГРАЛЕ ПО ВРЕМЕНИ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ» ЖЭТФ 163, 461 (2023)

*Р. М. Фещенко* \*

*Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук  
199991, Ленинский проспект 53, Москва, Россия*

Поступила в редакцию 9 августа 2023 г.,  
после переработки 9 августа 2023 г.  
Принята к публикации 9 августа 2023 г.

Ответ на комментарий к статье Р. М. Фещенко «ОБ ИНТЕГРАЛЕ ПО ВРЕМЕНИ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ» ЖЭТФ **163**, 461 (2023).

DOI: 10.31857/S0044451023120052  
EDN: NAUGNY

Настоящая работа представляет собой ответ на комментарий [1] к статье [2]. Автор согласен с тем, что свойства интеграла Бессонова (электрической площади импульса) рассматривались во многих опубликованных работах, хотя детальный обзор литературы не был целью работы [2].

Что касается импульсов в коаксиальной кабеле, то можно отметить, что униполярный импульс, распространяющийся в нем, останется униполярным лишь до тех пор пока не выйдет в свободное пространство. При дальнейшем распространении в свободном пространстве он перестанет быть униполярным.

Если говорить о разделении полного поля на излучательную и неизлучательную части, то оно действительно в некоторой степени неоднозначно, но лишь при неограниченном в пространстве движении электрических зарядов. В остальных случаях такое разделение вполне однозначно, в частности в экспериментах с генерацией терагерцевого излучения рассмотренных в [3], где излучательным будет поле остающееся после исчезновения макроскопических зарядов зарядов и токов вызванных лазерным импульсом.

Далее, что касается экспериментов с терагерцевым излучением [3], генерируемым при взаимодействии сверхкоротких лазерных импульсов с конден-

сированными средами и в частности с жидкостями. Надо отметить, что терагерцевое излучение здесь является следствием существования в облучаемом объеме жидкости в течении короткого времени порядка  $\tau \sim 1$  пс макроскопических направленных плазменных токов [4], которые приводят к разделению зарядов в облучаемом объеме и в частности к возникновению некоторого макроскопического дипольного момента  $d$ . Этот дипольный момент в свою очередь создает (помимо излучательного поля) электрическое поле  $E_s \propto d/r^3$ , где  $r$  — это расстояние от источника. Поле  $E_s$ , хотя и меняется во времени (из-за эволюции дипольного момента), но описывается теми же соотношениями, что и обычное статическое поле электрического диполя. Его в этом смысле можно назвать статическим или квазистатическим, а интеграл Бессонова от него не равен нулю в общем случае. При этом площадь импульса связанная с полем  $E_s$  будет также убывать с расстоянием как и само поле, т.е. как  $\propto 1/r^3$ . Именно подобные поля прежде всего имелись ввиду в [2] под «неучтенными статическими полями», которые могут приводить к ненулевому измеренному интегралу Бессонова, а вовсе не какие-то совершенно посторонние наводки.

Хотелось бы особо подчеркнуть, что поле  $E_s$  не имеет никакого отношения к генерируемому терагерцевому излучению. Его величина будет меньше поля излучения  $E_{rad}$  в  $(r/\lambda)^2$  раз, где  $\lambda \approx 0.3$  мм — длина волны излучения. То есть на расстоянии 1 мм от источника (как в [3]) поле  $E_s$  будет меньше поля излучения на порядок, а на больших расстояниях

\* E-mail: rusl@lebedev.ru

оно будет еще меньше. Поскольку поля излучения на расстоянии порядка 1 мм от источника могут достигать значений порядка многих МВ/м [4], объяснить с помощью такого механизма ненулевую измененную площадь импульса, а также измеренное квазистатическое электрическое поле порядка 20 кВ/м не составляет большого труда. Необходимо отметить, что площадь собственно электромагнитного импульса, излученного диполем  $d$ , будет всегда равна нулю, поскольку для диполя  $E_{rad} \propto \ddot{d}$ .

В заключение, автор выражает согласие с утверждением в комментарии, что «детекторы и микрообъекты не различают каких либо частей действующего поля». Тем не менее, автор считает, что в отношении полей, являющихся по сути квазистатическими версиями обычных статических дипольных полей, было бы нежелательным использовать термин «излучение» или тем более «свет».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р. М. Архипов, М. В. Архипов, Н. Н. Розанов, ЖЭТФ **164**(12), (2023) [R.M. Arkhipov, M.V. Arkhipov, and N.N. Rosanov, JETP **137**(12), (2023)].
2. Р.М. Фещенко, ЖЭТФ **163**, 461 (2023); [R. M. Feshchenko, JETP **136**, 256 (2023)].
3. М. В. Архипов, А. Н. Цыпкин, М. О. Жукова, А. О. Исмагилов, А. В. Пахомов, Н. Н. Розанов и Р. М. Архипов, Письма в ЖЭТФ **115**, 3 (2022) [M. V. Arkhipov, A. N. Tsypkin, M. O. Zhukova, A. O. Ismagilov, A. V. Pakhomov, N. N. Rosanov, R. M. Arkhipov, JETP Letters **115**, 1 (2022)].
4. I. Dey, K. Jana, V.Yu. Fedorov, A.D. Koulouklidis, A. Mondal, M. Shaikh, D. Sarkar, A.D. Lad, S. Tzortzakis, A. Couairon et al., Nature Communications, **8**, 1184 (2017).