

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 коаксиальном 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 измеренную 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).