

# КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ Р. М. ФЕЩЕНКО «ОБ ИНТЕГРАЛЕ ПО ВРЕМЕНИ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ»

## ЖЭТФ 163, 461 (2023)

*М. В. Архипов<sup>a\*</sup>, Р. М. Архипов<sup>a,b\*\*</sup>, Н. Н. Розанов<sup>a\*\*\*</sup>*

<sup>a</sup> *Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе  
Российской академии наук  
194021, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>b</sup> *Санкт-Петербургский государственный университет  
199034, Санкт-Петербург, Россия*

Поступила в редакцию 21 июня 2023 г.,  
после переработки 21 июня 2023 г.  
Принята к публикации 4 июля 2023 г.

Статья Р. М. Фещенко [ЖЭТФ **163**, 461 (2023)] посвящена важному вопросу об общих свойствах импульсов электромагнитного поля и содержит, в частности, критику наших работ [Р. М. Архипов, М. В. Архипов, Н. Н. Розанов, КЭ **50**, 801 (2020); R. Arkhipov, M. Arkhipov, A. Pakhomov, I. Babuskin, and N. Rosanov, Laser Phys. Lett. **19**, 043001 (2022); М. В. Архипов, А. Н. Цыпкин, М. О. Жукова, А. О. Исмагилов, А. В. Пахомов, Н. Н. Розанов, Р. М. Архипов, Письма в ЖЭТФ **115**, 3 (2022)]. Ниже мы отвечаем на эту критику и отмечаем ряд неточностей в указанной статье.

DOI: 10.31857/S0044451023120040  
EDN: NBRXWO

Основное внимание в статье Р. М. Фещенко [1] посвящено свойствам интеграла по времени  $t$  в бесконечных пределах от электрической напряженности поля  $\mathbf{E}$  импульсов электромагнитного поля ( $\mathbf{r}$  — радиус-вектор),

$$\mathbf{S}_E(\mathbf{r}) = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) dt, \quad (1)$$

и критике ряда работ, в том числе наших [2–4], в которых рассматривались родственные вопросы. Сразу укажем, что при наличии у поля статической компоненты интеграл (1) обращается в бесконечность. Тем самым, (1) имеет смысл лишь для импульсов, у которых напряженность электрического поля отлична от нуля только на протяжении конечного интервала времени. Интеграл (1) ниже называется электрической площадью импульса. Обсуждение некоторых свойств электрической площади

можно найти в монографии Дж. Джексона [5], статье Е. Г. Бессонова [6] и большом числе последующих публикаций.

Первое утверждение статьи [1] состоит в том, что электрическая площадь импульса в неограниченном вакууме равна нулю при естественном условии конечности энергии импульса. Этот вывод совпадает с полученным в [7] иным способом, при уточнении, что он справедлив, если во всем пространстве во все моменты времени отсутствовали заряды и среды. Такое ограничение, которое, естественно, нереально, снижает значимость утверждения. Например, в полном коаксиальном волноводе, в котором отсутствует частота отсечки, могут распространяться со скоростью света в вакууме электромагнитные импульсы с конечной энергией и произвольной формой, в том числе униполярные, с ненулевой электрической площадью [8].

Дальнейшее содержание [1] относится уже к свойствам электрической площади импульсов в присутствии движущихся зарядов. К сожалению, здесь имеют место терминологические неопределенности и неточности. Так, электромагнитное поле разделяется на «поле излучения» и «статическое поле», без четкого

\* E-mail: m.arkhipov@klnran.ru

\*\* E-mail: arkhipovrostislav@gmail.com

\*\*\* E-mail: nnrosanov@mail.ru

указания такого разделения. Такая терминология вряд ли приемлема ввиду указанного выше отсутствия статической компоненты у электромагнитных импульсов с конечной энергией. С физической точки зрения важно, что детекторы и микрообъекты не различают каких-либо частей действующего на них поля. Кроме того, поля, связанные с зарядами, могут преобразовываться в распространяющиеся со скоростью света на значительные расстояния, например, при дифракционном излучении [9]. Невозможность разделения электромагнитного поля на «поле излучения» и «поле зарядов» в ряде случаев отмечается и в монографии [10].

Заслуживает возражения и высказывание автора относительно ошибочности экспериментов [4], где количественно измерена ненулевая площадь коротких импульсов. Автор [1] считает, что ненулевой результат измерения связан с существованием статических полей от неподвижных зарядов в лаборатории. Однако статические поля, т. е. неизменные во времени, не обладают электродвижущей силой, которая бы вызывала постоянное движение зарядов в электрических цепях систем регистрации и тем более, в моменты регистрации импульсов. Даже если бы такое было возможно, то это приводило бы к наличию постоянной составляющей регистрируемого напряжения, которая бы учитывалась. Так же обстоит дело и при электрооптической регистрации ненулевой электрической площади. В этом случае, если предполагать, что статические заряды могут воздействовать на оптические параметры нелинейного кристалла, то их величина должна быть сравнима с напряженностью поля в световой волне (сотни киловольт на метр), что никак не соответствует действительности.

Другое дело, что электроника в системах регистрации подвержена действию полей движущихся зарядов, т. е. электромагнитного излучения так называемых «наводок», создаваемых работающим электронным оборудованием. Наводки всегда являлись проблемой точных экспериментов, которая требовала изучения и устранения. Что и делалось при выполнении обсуждаемых экспериментов. Заметим, что в случае измерения даже в условиях

электромагнитных помех, если следовать логике автора, наводки не должны в самом общем случае искажать регистрацию электрической площади импульса, так как их излучение имеет нулевую электрическую площадь.

По нашему мнению, критика экспериментов также полностью несостоятельна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р. М. Фещенко, ЖЭТФ **163**, 461 (2023) [R. M. Feshchenko, JETP **136**, 256 (2023)].
2. Р. М. Архипов, М. В. Архипов, Н. Н. Розанов, Квант. Электрон. **50**, 801 (2020) [R.M. Arkhipov, M.V. Arkhipov, and N.N. Rosanov, Quant. Electron. **50**, 801 (2020)].
3. R. Arkhipov, M. Arkhipov, A. Pakhomov, I. Babuslkin, and N. Rosanov, Laser Phys. Lett. **19**, 043001 (2022).
4. 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. Tsyarkin, M. O. Zhukova, A. O. Ismagilov, A. V. Pakhomov, N. N. Rosanov, R. M. Arkhipov, JETP Letters **115**, 1 (2022)].
5. J. D. Jackson, *Classical electrodynamics*, New York–London, J. Willey (1962); Русский перевод: Дж. Джексон, *Классическая электродинамика*, Мир, Москва (1965).
6. Е. Г. Бессонов, ЖЭТФ **80**, 852 (1981) [E. G. Bessonov, Sov. Phys. JETP **53**, 433 (1981)].
7. А. Б. Плаченков, Н. Н. Розанов, Изв. вузов. Радиофизика **65** (12), 1003 (2022).
8. Н. Н. Розанов, Опт. Спектр. **127**, 960 (2019) [N. N. Rosanov, Opt. Spectr. **127**, 1050 (2019)].
9. Б. М. Болотовский, Г. В. Воскресенский, УФН **88**, 209 (1966) [B. M. Bolotovskii, G. V. Voskresenskii, Sov. Phys. Usp. **9** 73 (1966)].
10. В. Л. Гинзбург, В. Н. Цытович, *Переходное излучение и переходное рассеяние*, Наука, Москва (1984).