

УДК 372.853+537

А.И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

К ВОПРОСУ О ПРЕПОДАВАНИИ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРОДИНАМИКА»

Для закрепления и обобщения теоретического материала, излагаемого в рамках дисциплины «Теоретическая физика» (раздел «Электродинамика»), преподаваемого студентам 3 курса специальности «Физика и информатика» в 6 семестре, можно использовать сравнительные таблицы, составленные на основе материалов пособия [1] и предлагаемые ниже.

Первые 3 таблицы затрагивают такие темы, как «Электростатика», «Стационарный электрический ток» (с которым связана тема «Стационарное магнитное поле»), «Квазистационарное электромагнитное поле», «Быстропеременное электромагнитное поле». Вместе с тем, таблицы не затрагивают последнюю тему раздела «Электродинамика» курса теоретической физики, в которой рассматриваются избранные вопросы излучения электромагнитных волн. Указанные вопросы затрагиваются в таблице 4.

Во всех случаях используются приближения: 1. Значения $\varepsilon, \mu, \lambda$ считаются постоянными. 2. Предполагается отсутствие сегнетоэлектриков, ферромагнетиков и макроскопических тел.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика основных величин в различных темах раздела «Электродинамика»

Случай	Статические заряды	Стационарный электрический ток	Квазистационарное электромагнитное поле	Быстропеременное электромагнитное поле
Магнитное поле	отсутствует	существует отдельно от электрического	неразрывно связано с электрическим	
Электрическое поле	потенциально		непотенциально	
\vec{E}	$= -grad\varphi$	$= -grad\varphi$ на однородном участке цепи	$= -grad\varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$	
\vec{j}	$= 0$	$= \lambda(\vec{E} + \vec{E}_{стор})$	$= \lambda(\vec{E} + \vec{E}_{стор})$	$= \lambda(\vec{E} + \vec{E}_{см})$
$div \vec{j}$	$= 0$ в точности		$= 0$ приближенно	$\neq 0$ из-за токов смещения
$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$= \vec{0}$		$\neq \vec{0}$	
Учет запаздывания	нет (и не нужно)		нет (это допустимое приближение)	да

Таблица 2 – Выражения для дивергенции основных величин в вакууме

Величина	В электростатике	Для стационарного электрического тока	Для квазистационарного электромагнитного поля	Для быстропеременного электромагнитного поля
\vec{E}	$4\pi\rho$	$4\pi\rho$	$4\pi\rho$	$4\pi\rho$
\vec{B}	0	0	0	0
\vec{A}	0	0	зависит от выбора калибровки	
\vec{j}	0	$-\partial\rho/\partial t = 0$	$-\frac{1}{4\pi} div \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \approx 0$	$-\frac{1}{4\pi} div \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Таблица 3 – Выражения для ротора основных величин в вакууме

Величина	В электростатике	Для стационарного электрического тока	Для квазистационарного электромагнитного поля	Для быстропеременного электромагнитного поля
\vec{E}	$\vec{0}$	$\vec{0}$	$-\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$-\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
\vec{B}	$\vec{0}$	$\frac{4\pi}{c} \vec{j}$	$\frac{4\pi}{c} \vec{j}$	$\frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$
\vec{A}	$\vec{0}$	\vec{B}	\vec{B}	\vec{B}

Таблица 4 – Сравнительная характеристика основных параметров сферических и плоских электромагнитных полн

Волны	Сферические	Плоские
Выражение для \vec{B}	$\frac{1}{c^2 r} \left[\ddot{\vec{p}} \left(t - \frac{r}{c} \right), \vec{n} \right]$	$-\frac{i\omega}{c} [\vec{A}_0, \vec{k}_0] e^{-i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$
Связь \vec{E} с \vec{B}	$\vec{E} = [\vec{B}, \vec{n}]$	$\vec{E} = [\vec{B}, \vec{k}_0]$
Вектор Пойнтинга \vec{P}	$\frac{\vec{n}}{4\pi c^3 r^2} \dot{\vec{p}}^2 \sin^2 \theta$	$\frac{1}{8\pi} (E^2 + B^2) \vec{k}_0 c$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серый, А.И. Теоретическая физика (Электродинамика) [Электронный ресурс] / А.И. Серый. – Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).