

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.03.020>

УДК 537.8

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ "ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ" В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Издатель | Институт электродинамики Национальной академии наук Украины |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Выпуск   | № 3, 2018 (май/июнь)                                        |
| Страницы | 20 – 27                                                     |

### Авторы

**А.Д. Подольцев\***, докт. техн. наук, **А.И. Глухенький\*\***, канд. техн. наук

Институт электродинамики НАН Украины,

пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,

e-mail: podol@ied.org.ua; gai56@ied.org.ua

\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-9029-9397>

\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-5053-5677>

*В работе рассматривается понятие электрического напряжения, которое в теории электрических цепей определено как разность электрических потенциалов, а в теории электромагнитного поля имеет различные определения. Показано, что понятие напряжения в обеих теориях и измеряемое на практике напряжение будут согласованы, если в теории поля определить напряжение как линейный интеграл от потенциальной составляющей напряженности электрического поля  $E_{\text{пот}} = -\nabla\varphi$ . Отмечено, что в выражении для напряженности электрического поля*

**E**

$= - \nabla$

$\varphi - \partial$

$A/$

$\partial t$  первый член в правой части представляет потенциальную составляющую

**E**

пот

,

определяющую величину напряжения только при выборе калибровки Кулона для векторного магнитного потенциала –

$\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ .

При этом значения векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов при соответствующих граничных условиях определяются однозначно. При выборе другой калибровки для

**A**

необходимо выполнить дополнительные, указанные в статье преобразования для определения

**E**

пот

и только затем вычислить напряжение. Рассмотрены особенности измерения напряжения в цепи переменного тока, когда измерительные провода вольтметра находятся в переменном магнитном поле.

Библ. 21, рис. 3.

**Ключевые слова:** потенциальное и вихревое электрические поля, электрические цепи, электромагнитное поле, электрический и магнитный потенциалы, электрическое напряжение, калибровка Кулона.

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Поступила             | 16.11.2016 |
| Окончательный вариант | 22.01.2017 |
| Подписано в печать    | 13.04.2018 |

УДК 537.8

**ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ «ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА» В ТЕОРЕТИЧНІЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Видавець | Інститут електродинаміки Національної академії наук України |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Випуск   | № 3, 2018 (травень/червень)                                 |
| Сторінки | 20 – 27                                                     |

**Автори****О.Д. Подольцев**, докт.техн.наук, **О.І. Глухенький**, канд.техн.наук

Інститут електродинаміки НАН України,  
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,  
e-mail: podol@ied.org.ua; gai56@ied.org.ua

*В роботі розглядається поняття електричної напруги, яке в теорії електричних кіл визначається як різниця електричних потенціалів, а в теорії електромагнітного поля має різні визначення. Показано, що поняття напруги в обох теоріях та напруга, що вимірюється на практиці, будуть узгоджені, якщо напругу визначати як лінійний інтеграл від потенційної складової напруженості електричного поля  $\mathbf{E}_{\text{пот}} = -\nabla\varphi$ . Відзначено, що тільки при виборі калібрування Кулона для векторного магнітного потенціалу –  $\nabla\cdot\mathbf{A}=0$*

*перший член справа у відомому виразі для напруженості електричного поля*

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$$

*де  $\varphi$  – її потенційною складовою. При цьому значення векторного магнітного та скалярного електричного потенціалів при відповідних граничних умовах визначені однозначно. При виборі іншого калібрування для*

**А**

необхідно виконати додаткові перетворення для визначення

**Е**

пот

та величини напруги. З використанням такого узгодженого поняття напруги розглянуті особливості вимірювання електричної напруги в колі змінного струму, коли вимірювальні дрти вольтметра знаходяться у змінному магнітному полі.

Бібл. 21, рис. 3.

**Ключові слова:** потенційне і вихрове електричні поля, електричні кола, електромагнітне поле, електричний та магнітний потенціали, електрична напруга, калібрування Кулона.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Надійшла           | 16.11.2016 |
| Остаточний варіант | 22.01.2018 |
| Підписано до друку | 13.04.2018 |

## Література

1. Глухенький О.І. Теорія та розрахункова практика в квазістаціонарному електромагнітному полі (Назад до Максвела). *Праці Ін-ту електродинаміки НАН України*. Київ, 2008. Вип. 20. С. 89-90.
2. Глухенький А.И., Гориславец Ю.М. Скалярный электрический и векторный магнитный потенциалы в теории электромагнитного поля. *Технічна електродинаміка*. 2012. № 2. С. 7-8.
3. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. Т.1. С-П.: Питер, 2004. 462 с.
4. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. Л.: Энергоатомиздат, 1988. 280 с.
5. Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Мультифизическое моделирование в электротехнике. К.: Институт электродинамике НАН Украины, 2015. 305 с.

6. Поливанов К.М. К 100-летию “Трактата об электричестве и магнетизме” Дж.К. Максвелла. *Электричество*. 1974. № 1-3.
7. Сотников В.В. Физическая сущность стационарного электрического поля и терминологическое определение связанных с ним величин. *Технічна електродинаміка*. 2017. № 3. С. 22-28.
8. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003. 616 с.
9. Шидловский А.К., Гориславец Ю.М., Глухенький А.И. Электромагнитные системы для дозирования жидких металлов. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2011. 208 с.
10. Chua L.O., Desoer C.O., Kuh E.S. Linear and Nonlinear Circuits. McGraw-Hill Book Company, 1987. 839 p.
11. International standard IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary, Part 121, 131. URL: <http://www.electropedia.org/> (дата звернення 10.01.2018)
12. Дуков В.М. Электродинамика (история и методология макроскопической электродинамики). М.: Высшая школа, 1975. 248 с.
13. Максвелл Дж. К. Трактат об электричестве и магнетизме. Т. II. М.: Наука, 1989. 431 с.
14. Купфмюллер К. Основы теоретической электротехники. М.: Госэнергоиздат, 1960, 464 с.
15. ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий. М., Госстандарт России, 2003. 31 с.
16. ДСТУ 2843-94 Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 1995. 36 с.
17. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989. 608 с.
18. Рамо С., Уиннери Дж. Поля и волны в современной радиотехнике. М.: ОГИЗ, 1948. 631 с.
19. Kron G. Electric circuit models of partial differential equations. *Electrical Engineering*. 1948. Vol. 67. Is. 7. P. 672-684.
20. Борисов А.И., Тарапов И.Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. Х.: Вища школа, 1978. 216 с.
21. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. М.: Энергоатомиздат, 1989. 528 с.

[PDF](#)