

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.05.010>

УДК 621.3.011

## СТОХАСТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕПЯХ ФОРМИРОВАТЕЛЯ РАЗРЯДНЫХ ИМПУЛЬСОВ, РАБОТАЮЩЕГО НА ЭЛЕКТРОИСКРОВУЮ НАГРУЗКУ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 5, 2019 (сентябрь/октябрь)
Страницы	10 – 16

### Автор

**Н.И. Супруновская\***, докт. техн. наук  
Институт электродинамики НАН Украины,  
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,  
e-mail: [iednat1@gmail.com](mailto:iednat1@gmail.com)

\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-7499-9142>

*Предложен подход к анализу последовательностей взаимосвязанных переходных процессов в цепях формирователя разрядных импульсов, разрядная цепь которого содержит электроискровую нагрузку со стохастически изменяющимся активным сопротивлением. Сопротивление такой нагрузки характеризуется непрерывной случайной величиной с произвольным вероятностным распределением (равномерным, нормальным или другим менее распространенным). Предлагаемый подход ориентирован на анализ переходных процессов в цепях с переменной структурой, в которых происходит повторяющаяся последовательность взаимосвязанных переходных процессов при стохастическом изменении одного из параметров цепи (например, сопротивления нагрузки) в некотором непрерывном диапазоне. Предложена модификация метода разностных уравнений, позволяющая перейти от стохастического разностного уравнения относительно искомой электрической характеристики цепи к детерминированным разностным уравнениям относительно математического ожидания и*

*дисперсии искомой характеристики. В качестве примера был рассмотрен переходный процесс в цепи второго порядка со стохастической нагрузкой, имеющей непрерывное равномерное распределение. Получено аналитическое выражение для математического ожидания напряжения на конденсаторе. Библ. 17, рис. 1.*

**Ключевые слова:** переходные процессы, заряд конденсатора, разряд конденсатора, стохастическая нагрузка, случайный процесс, вероятностные свойства, непрерывное распределение вероятностей.

Поступила	23.04.2019
Окончательный вариант	06.05.2019
Подписано в печать	01.08.2019

УДК 621.3.011

## **СТОХАСТИЧНІ ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В КОЛАХ ФОРМУВАЧА РОЗРЯДНИХ ІМПУЛЬСІВ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ЕЛЕКТРОІСКРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ**

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 5, 2019 (вересень/жовтень)
Сторінки	10 – 16

**Автор**

**Н.І. Супруновська**, докт.техн.наук  
Інститут електродинаміки НАН України,  
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,  
e-mail: iednat1@gmail.com

*Запропоновано підхід до аналізу послідовностей взаємозалежних перехідних процесів у колах формувача розрядних імпульсів, розрядне коло якого містить електроіскрове навантаження з активним опором, що стохастично змінюється. Опір такого навантаження характеризується безперервною випадковою величиною з довільним імовірнісним розподілом (рівномірним, нормальним або іншим менш розповсюдженим).*

*Запропонований підхід орієнтовано на аналіз перехідних процесів у колах зі змінною структурою, у яких відбувається повторювана послідовність взаємозалежних перехідних процесів у разі стохастичної зміни одного з параметрів кола (наприклад, опору навантаження) у деякому безперервному діапазоні. Запропоновано модифікацію методу різницевих рівнянь, що дає змогу перейти від стохастичного різницевого рівняння щодо шуканої електричної характеристики кола до детермінованих різницевих рівнянь щодо математичного сподівання й дисперсії шуканої характеристики. Як приклад був розглянутий перехідний процес у колі другого порядку зі стохастичним навантаженням, що має безперервний рівномірний розподіл. Отримано аналітичний вираз для математичного сподівання напруги на конденсаторі. Бібл. 17, рис. 1.*

**Ключові слова:** перехідні процеси, заряд конденсатора, розряд конденсатора, стохастичне навантаження, випадковий процес, імовірнісні властивості, безперервний розподіл імовірностей.

Надійшла	23.04.2019
Остаточний варіант	06.05.2019
Підписано до друку	01.08.2019

## Література

1. Sen B., Kiyawat N., Singh P.K., Mitra S., Ye J.H., Purkait P. Developments in electric power supply configurations for electrical-discharge-machining (EDM). *Proc. 5<sup>th</sup> International Conference on Power Electronics and Drive Systems*, 2003. PEDS 2003. Singapore, 17-20 November 2003. Vol. 1. Pp. 659–664.
2. Shcherba A.A., Suprunovska N.I. Electric Energy Loss at Energy Exchange Between Capacitors as Function of Their Initial Voltages and Capacitances Ratio. *Техн. електродинаміка*. 2016. № 3. С. 9–11. DOI: <https://doi.org/10.15404/techned2016.03.009>
3. Білецький О.О., Супруновська Н.І., Щерба А.А. Залежність енергетичних характеристик кіл заряду суперконденсаторів від їх початкових і кінцевих напруг. *Техн. електродинаміка*. 2016. № 1. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.15404/techned2016.01.003>
4. Casanueva R., Azcondo F.J, Branas C., Bracho S. Analysis, design and experimental results of a high-frequency power supply for spark erosion. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2005. Vol. 20. Pp. 361–369. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPEL.2004.842992>
5. Nguyen P.K., Lee K.H., Kim S.I., Ahn K.A., Chen L.H., Lee S.M., Chen R.K., Jin S., Berkowitz A.E. Spark Erosion: a High Production Rate Method for Producing Bi<sub>0.5</sub>Sb<sub>1.5</sub>Te<sub>3</sub> Nanoparticles With Enhanced Thermoelectric Performance. *Nanotechnology*. 2012. Vol. 23. Pp. 415604-1 – 415604-7. DOI: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/23/41/415604>
6. Nguyen, P.K., Sungho J., Berkowitz A.E. MnBi particles with high energy density made by spark erosion. *J. Appl. Phys.* 2014. Vol. 115. Iss. 17. Pp. 17A756-1. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4868330>
7. Шидловская Н.А., Захарченко С.Н., Черкасский А.П. Анализ электромагнитных процессов в выходной цепи генератора разрядных импульсов с нелинейной моделью плазмоэрозионной нагрузки при изменении их параметров в широких диапазонах. *Техн. електродинаміка*. 2016. № 1. С. 87–95. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2016.01.087>
8. Иващенко Д.С., Супруновская Н.И. Переходные процессы в электрических цепях со стохастической нагрузкой, характеризующейся непрерывной случайной величиной. *Техн. електродинаміка*. 2016. № 4. С. 17–19. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2016.04.017>
9. Супруновская Н.И., Иващенко Д.С. Многоуровневая модель взаимозависимых переходных процессов в цепях электроразрядных установок со стохастической нагрузкой. *Техн. електродинаміка*. 2013. № 5. С. 5–13.

10. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Москва: Высшая школа, 2000. 480 с.
11. Кашьяп Р.Л., Рао А.Р. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным. Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 384 с.
12. Лисьев В.П. Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: МЭСИ, 2006. 199 с.
13. Волков И.В., Вакуленко В.М. Источники электропитания лазеров. Киев: Техника, 1976. 174с.
14. Щерба А.А., Супруновская Н.И., Иващенко Д.С. Определение вероятностных свойств электрических характеристик цепей электроразрядных установок с учетом стохастически изменяющихся их параметров. *Технічна електродинаміка*. 2019. № 4. С. 3-11. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.04.003>
15. Жуйков В.Я., Сучик В.Е. Способы анализа схем вентильных преобразователей с переменной структурой и произвольными источниками методом разностных уравнений. Киев: КПИ, 1982. 47 с.
16. Романко В.К. Разностные уравнения. Москва: Бином, 2006. 112 с.
17. Векслер Г.С. Электропитание спецаппаратуры. Киев: Вища школа, 1975. 431с.

[PDF](#)