

**Многоканальный высоковольтный наносекундный импульсный генератор для системы ориентированной укладки волокон**

И. Е. Ребров, А. В. Кашин, К. И. Луканина, К. Г. Антипова, Т. Е. Григорьев, В. Ю. Хомич

*В работе представлена система послойной ориентированной укладки волокон методом электроформования с помощью многоканального высоковольтного наносекундного генератора импульсов на основе твердотельных коммутаторов с рабочим напряжением до 32 кВ. Описаны примененные схемотехнические решения и принцип его работы.*

*Ключевые слова:* генератор высоковольтных импульсов, электроформование, ориентированные волокна.

**Ссылка:** Ребров И. Е., Кашин А. В., Луканина К. И., Антипова К. Г., Григорьев Т. Е., Хомич В. Ю. // Прикладная физика. 2019. № 3. С. 98.

**Reference:** I. E. Rebrov, A. V. Kashin, K. I. Lukanina, K. G. Antipova, T. E. Grigoriev, and V. Yu. Khomich, Prikl. Fiz., No. 3, 98 (2019).

**Ребров Игорь Евгеньевич**<sup>1</sup>, зав. лаб., к.т.н.  
**Кашин Артем Вячеславович**<sup>1</sup>, инженер-исследователь.  
**Луканина Ксения Игоревна**<sup>2</sup>, нач. отдела нанобиоматериалов и структур, к.т.н.  
**Антипова Кристина Георгиевна**<sup>1</sup>, инженер-исследователь.  
**Григорьев Тимофей Евгеньевич**<sup>2</sup>, зам. руководителя по научной работе курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий, к.ф.-м.н.  
**Хомич Владислав Юрьевич**<sup>1</sup>, директор, д.ф.-м.н.  
<sup>1</sup> Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Россия, 191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 18.  
 E-mail: rbrv.igor@gmail.com; artem-benz@mail.ru; kris444ti@yandex.ru; khomich@ras.ru  
<sup>2</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Россия, 123098, Москва, пл. Академика Курчатова, 1.  
 E-mail: lukanina\_ki@nrcki.ru; grigoriev@nrcki.ru

Статья поступила в редакцию 16 апреля 2019 г.

© Ребров И. Е., Кашин А. В., Луканина К. И., Антипова К. Г., Григорьев Т. Е., Хомич В. Ю., 2019

*Работа выполнена при поддержке  
РНФ 17-79-10470.*

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Lukanina K. I., Grigoriev T. E., Krashennnikov S. V., Mamagulashvili V. G., Kamyshinsky R. A., Chvalun S. N. // Carbohydrate Polymers. 2018. Vol. 191. P. 119.
2. Lukanina K. I., Grigor'ev T. E., Tenchurin T. K., Shepelev A. D., Chvalun S. N. // Fibre Chemistry. 2017. Vol. 49. No. 3. P. 72.
3. Caliarì S. R., Gonnerman E. A., Grier W. K., Weisgerber D. W., Banks J. M., Alsop A. J., Lee J. S., Bailey R. C., Harley B. A. // Advanced healthcare materials. 2015. Vol. 4. No. 1. P. 58.
4. Jianga T., Carbone E. J., Lo K. W.-H. // Progress in Polymer Science. 2015. Vol. 46. P. 1.
5. Nguyen D. N., Hwang Y., Moon W. // European Polymer Journal. 2016. Vol. 77. P. 54.
6. De Prá M. A. A., Ribeiro-do-Valle R. M., Maraschin M., Veleirinho B. // Materials Letters. 2017. Vol. 193. P. 154.
7. Baji A., Mai Y. W., Wong S. C., Abtahi M., Chen P. // Composites science and technology. 2010. Vol. 70. No. 5. P. 703.
8. Kishan A. P., Robbins A. B., Mohiuddin S. F. // Acta Biomaterialia. 2017. Vol. 56. P. 118.
9. Jha B. S., Colello R. J., Bowman J. R., Sell S. A., Lee K. D., Bigbee J. W. // Acta biomaterialia. 2011. Vol. 7. No. 1. P. 203.
10. Zhang D., Chang J. // Nano Letters. 2008. Vol. 8. No. 10. P. 3283.
11. Lee J., Jang J., Oh H., Jeong Y. H., Dong // Materials Letters. 2013. Vol. 93. P. 397.
12. Sun D., Chang C., Li S., Lin L. // Nano letters. 2006. Vol. 6. No. 4. P. 839.
13. Luo G., Teh K. S., Liu Y., Zang X., Wen Z., Lin L. // ACS applied materials & interfaces. 2015. Vol. 7. No. 50. P. 27765.
14. Кашин А. В., Ребров И. Е., Хомич В. Ю. //

Прикладная физика. 2018. № 3. С. 85.

15. Иванов Е. В., Мошкунев С. И., Хомич В. Ю. //

Прикладная физика. 2006. № 2. С. 122.

16. Гамируллин М. Д., Курячий А. П., Ребров И. Е., Хомич В. Ю., Чернышев С. Л., Ямщиков В. А // Прикладная физика. 2015. № 5. С. 95.

17. Мошкунев С. И., Ребров И. Е., Хомич В. Ю. // Известия Вузов. Физика. 2016. Т. 59. № 9/3. С. 110.

18. Мошкунев С. И., Ребров И. Е., Хомич В. Ю. // Успехи прикладной физики. 2013. Т. 1. № 5. С. 630.

19. Moshkunov S. I., Rebrov I. E., Khomich V. Y., Shershunova E. A. // Instruments and Experimental Techniques. 2018. Vol. 61. No. 6. P. 821.

20. Kuffel E., Zaengl W. S. High voltage engineering fundamentals. – Toronto: Elsevier, 2013.

PACS: 07.50.Ek

## Multichannel high-voltage nanosecond pulse generator for oriented fiber laying system

*I. E. Rebrov<sup>1</sup>, A. V. Kashin<sup>1</sup>, K. I. Lukanina<sup>2</sup>, K. G. Antipova<sup>1</sup>, T. E. Grigoriev<sup>2</sup>, and V. Yu. Khomich<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institute for Electrophysics and Electric Power of the Russian Academy of Sciences  
18 Dvortsovaya naberezhnaya, St. Petersburg, 191186, Russia  
E-mail: rbrv.igor@gmail.com; artem-benz@mail.ru; kris444ti@yandex.ru; khomich@ras.ru

<sup>2</sup>National Research Center “Kurchatov Institute”  
1 Akademika Kurchatova pl., Moscow, 123098, Russia  
E-mail: lukanina\_ki@nrcki.ru; grigoriev@nrcki.ru

*Received April 16, 2019*

***High-voltage nanosecond pulse generator with several output channels based on solid-state switches with blocking voltage of up to 32 kV for oriented fiber laying system is presented. The schematic solutions and the principle of its work are described.***

***Keywords:*** high-voltage pulse generator, electroforming, oriented fibers.

### REFERENCES

1. K. I. Lukanina, T. E. Grigoriev, S. V. Krasheninnikov, V. G. Mamagulashvilli, R. A. Kamyshinsky, and S. N. Chvalun, Carbohydrate Polymers. **191**, 119 (2018).
2. K. I. Lukanina, T. E. Grigoriev, T. K. Tenchurin, A. D. Shepelev, and S. N. Chvalun, Fibre Chemistry **49** (3), 72 (2017).
3. S. R. Caliri, E. A. Gonnerman, W. K. Grier, D. W. Weisgerber, J. M. Banks, A. J. Alsop, J. S. Lee, R. C. Bailey, and B. A. Harley, Advanced healthcare materials **4** (1), 58 (2015).
4. T. Jianga, E. J. Carbone, and K. W.-H. Lo, Progress in Polymer Science **46**, 1 (2015).
5. D. N. Nguyen, Y. Hwang, and W. Moon, European Polymer Journal **77**, 54 (2016).
6. M. A. A. De Prá, R. M. Ribeiro-do-Valle, M. Maraschin, and B. Veleirinho, Materials Letters **193**, 154 (2017).
7. A. Baji, Y. W. Mai, S. C. Wong, M. Abtahi, and P. Chen, Composites science and technology **70** (5), 703 (2010).
8. A. P. Kishan, A. B. Robbins, and S. F. Mohiuddin, Acta Biomaterialia **56**, 118 (2017).
9. B. S. Jha, R. J. Colello, J. R. Bowman, S. A. Sell, K. D. Lee, and J. W. Bigbee, Acta biomaterialia **7** (1), 203 (2011).
10. D. Zhang and J. Chang, Nano Letters **8** (10), 3283 (2008).
11. J. Lee, J. Jang, H. Oh, Y. H. Jeong, and Dong, Materials Letters **93**, 397 (2013).

12. D. Sun, C. Chang, S. Li, and L. Lin, *Nano letters* **6** (4), 839 (2006).
13. G. Luo, K. S. Teh, Y. Liu, X. Zang, Z. Wen, and L. Lin, *ACS applied materials & interfaces* **7** (50), 27765 (2015).
14. A. V. Kashin, I. E. Rebrov, and V. Y. Khomich, *Prikl. Fiz.*, No. 3, 85 (2018).
15. E. V. Ivanov, S. I. Moshkunov, and V. Y. Khomich, *Prikl. Fiz.*, No. 2, 122 (2006).
16. M. D. Gmirullin, A. P. Kuryachii, I. E. Rebrov, V. Yu. Khomich, S. L. Chernyshev, and V. A. Yamshchikov, *Prikl. Fiz.*, No. 5, 95 (2015).
17. S. I. Moshkunov, I. E. Rebrov, and V. Y. Khomich, *Russian Physics Journal* **59** (9/3), 110 (2016).
18. S. I. Moshkunov, I. E. Rebrov, and V. Y. Khomich, *Usp. Prikl. Fiz.* **1** (5), 630 (2013).
19. S. I. Moshkunov, I. E. Rebrov, V. Y. Khomich, and E. A. Shershunova, *Instruments and Experimental Techniques*. **61** (6), 821 (2018).
20. E. Kuffel and W. S. Zaengl, *High voltage engineering fundamentals*. (Elsevier, Toronto, 2013).