

## Матричный оптико-акустический приемник ТГц излучения с нанооптоэлектромеханическими элементами на основе перфорированного SLG графена

И. С. Гибин, П. Е. Котляр

*Рассмотрено развитие неохлаждаемых многоэлементных приемников излучения на основе оптико-акустических преобразователей от первого в истории техники матричного приемника Голя до современных конструктивных решений, включающих применение графеновых разделительных мембран. Проведены обобщенные расчеты чувствительности мембран, выполненных на основе графенов и традиционных материалов, таких как полиметилметакрилат и нитрид кремния. Анализируется перспективность применения однослойного графена (SLG – single-layer graphene), как наиболее перспективного материала для выполнения мембран. Показано, что гексаграфен  $C_{63(6)}$  является идеальным материалом для изготовления гибкой мембраны из-за его атомной толщины, высокой прочности, газонепроницаемости и высокой электропроводности. Показано, что повышение чувствительности оптоакустических приемников излучения (ОАПИ) при изготовлении мембран из графенов позволяет конструировать матричные системы с малыми диаметрами мембран при сохранении метрологических параметров однокамерных ОАПИ приборов. Рассмотрена конструкция матричного оптико-акустического приемника ТГц излучения предельной чувствительности, в которой используется перфорированный SLG графен.*

*Ключевые слова:* мембрана, матрица, чувствительность, однослойный графен, перфорированный графен, упругие характеристики, оптические свойства.

**Ссылка:** Гибин И. С., Котляр П. Е. // Прикладная физика. 2020. № 3. С. 76.

**Reference:** I. S. Gibin and P. E. Kotlyar, Prikl. Fiz., No. 3, 76 (2020).

**Гибин Игорь Сергеевич**, гл.н.с., д.т.н.  
**Котляр Петр Ефимович**, гл. спец., д.г.-м.н.  
Институт автоматизации и электрометрии СО РАН.  
Россия, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика  
Коптюга, 1.  
Тел.: +7(913) 464-27-06; +7(903) 935-16-31.  
E-mail: gibin@iae.nsk.su; 21031940@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02 июня 2020 г.

© Гибин И. С., Котляр П. Е., 2020

*Исследование выполнено за счет  
средств субсидии на финансовое обеспечение  
выполнения государственного задания  
№ АААА-А17-117052410034-6 в ИАиЭ СО РАН.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Детектор Голя [Электронный ресурс].  
/Тидекс /Продукты /ТГц приборы /Детекторы Голя  
[сайт] – [http://www.tydexoptics.com/pdf/Golay\\_cell.pdf](http://www.tydexoptics.com/pdf/Golay_cell.pdf).

2. Гибин И. С., Котляр П. Е. // Успехи прикладной физики. 2018. Т. 6. № 2. С. 117.
3. Zahl H., Golay M. // The Review of Scientific Instruments. 1946. Vol. 17. № 11. P. 511.
4. Hayes H. V. // Rev. Sci. Instr. 1936. Vol. 7. № 5. P. 202.
5. Гибин И. С., Котляр П. Е. // Прикладная физика. 2019. № 4. С. 80.
6. Патент US 7045784 B1. Method and apparatus for micro-Golay cell infrared detectors, 2003.
7. Кузнецов С. А., Федоринин В. Н., Гельфанд А. В., Паулиш А. Г. Патент RU 2414688, МПК G01J 5/42. Матричный приёмник терагерцового излучения. 2011. Бюл. № 8.
8. Golay Marcel J. E. // Rev. Sci. Instr. 1947. Vol. 18. P. 347.
9. Панкратов Н. А. // Оптико-механическая промышленность. 1957. № 2. С. 16.
10. Свидзинский К. К., Фетисов Е. А. // Успехи прикладной физики. 2013. Т. 1. № 3. С. 367.
11. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов. – М.: Машиностроение, 1981.
12. Мозер Й.-Ф., Штефен Г., Кнейбюль Ф. // УФН. 1969. Т. 99. Вып. 3. С. 469.
13. Мосс Т. С. // УФН. 1962. Т. LXXVIII. № 1. С. 93.

14. Аюпов Б. М., Баковец В. В., Паулиш А. Г. и др. // Журнал структурной химии. 2010. Т. 51. С. 73.
15. Bunch J. S. et al. // Science. 2007. Vol. 315. P. 490. doi:10.1126/science.1136836.
16. Lee C., Wei X., Kysar J. W., Hone J. // Science. 2008. Vol. 321. P. 385–8.
17. Гибин И. С., Котляр П. Е. // Прикладная физика. 2020. № 2. С. 90.
18. Заркевич Н. А. // Труды МФТИ. 2012. Т. 4. № 3. С. 85.

PACS: 85.30Dw84.40 Ba

## Matrix optical-electronic terahertz radiation receiver with nanooptoelectromechanical elements on the base of perforated SLG graphene

*I. S. Gibin and P. E. Kotlyar*

Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch  
of the Russian Academy of Science  
1 Koptug Ave., Novosibirsk, 630090, Russia

*Received June 2, 2020*

*The article observes the development of uncooled multielement radiation receivers on the base of optical-acoustic converters from the very first Golay cell pneumatic detector to the modern constructive decisions including the use of graphene separation membranes. The article demonstrates generalized calculations of membranes sensitivity, fulfilled on the base of graphenes and traditional materials, such as polymethylmethacrylate and silicon nitride. The article analyses the prospects of the use of single-layer graphene (SLG) as the most perspective material for membrane manufacture. Hexathreegraphene is shown to be the ideal material for flexible membrane production due to its atomic thickness, high resistance, gastightness and high electric conductivity. It is shown that gain in sensitivity of optical-acoustic radiation receivers during the manufacture of membranes from graphene allows to construct matrix systems with small diameter membranes while saving metrological parameters of single-stage optical-acoustic radiation receiving devices. The article sees into the construction of matrix optical-acoustic receiver of terahertz radiation of the top-of-the-range sensitivity in which perforated SLG graphene is used.*

*Key words: membrane, sensitivity, one-layer graphene, elastic characteristics, optical properties.*

### REFERENCES

- Golay detector [electronic resource]. /Tidex/Products/THz devices/ Golay detectors [site] – [http://www.tydexoptics.com/pdf/Golay\\_cell.pdf](http://www.tydexoptics.com/pdf/Golay_cell.pdf).
- I. S. Gibin and P. E. Kotlyar, Success of applied physics **6** (2), 117 (2018).
- H. Zahl and M. Golay, The Review of Scientific Instruments **17** (11), 511 (1946).
- H. V. Hayes, Rev. Sci. Instr. **7** (5), 202 (1936).
- I. S. Gibin and P. E. Kotlyar, Applied physics No. 4, 80 (2019).
- Patent US 7045784 B1. Method and apparatus for micro-Golay cell infrared detectors, 2003.
- S. A. Kuznetsov, V. N. Fedorinin, A. V. Gelfand, and A. G. Paulish, Patent RU 2414688, МПК G01J 5/42. Matrix photo receiver of terahertz radiation. 2011. Bul. № 8.
- J. E. Golay Marcel, Rev. Sci. Instr. **18**, 347 (1947).
- N. A. Pankratov, Optical-mechanical industry, № 2, 16 (1957).
- K. K. Svidzinsky and E. A. Fetisov, Success of applied physics **1** (3), 367 (2013).
- L. E. Andreeva, *Elastic elements of devices* (Mechanic engineering, Moscow, 1981).
- J. F. Mozer, G. Stephen, and F. Kneibek, Successes of physical sciences **99** (3), 469 (1969).
- T. S. Moss, Successes of physical sciences **LXXVIII** (1), 93 (1962).
- B. M. Aupov, V. V. Bakovets, A. G. Paulish and Co., Structural Chemistry Journal **51**, 73 (2010).
- J. S. Bunch et al., Science 315, 490 (2007) doi:10.1126/science.1136836.

16. C. Lee, X. Wei, J. W. Kysar, and J. Hone, *Science* **321**, 385–8 (2008).
17. I. S. Gibin and P. E. Kotlar, *Applied physics*, № 2, 90 (2020).
18. N. A. Zarkevich, *Proceedings of Moscow Physical – Technical Institute* **4** (3), 85 (2012).