

УДК 621.383; 621.3.082.52

PACS: 02.70.Uu; 73.50.Pz; 73.61.Le;  
85.30.De; 85.60.Gz, 85.60.Bt

## Пороговые характеристики многоэлементных фотодиодных ФПУ, определенные с использованием различных методов засветки

В. А. Стучинский, А. В. Вишняков, Г. Ю. Сидоров

*Обсуждается вопрос о том, может ли диффузия фотогенерированных носителей заряда из «пиксельного» пятна засветки в прилегающие области фотоприемной матрицы в сочетании с погрешностями покрытия фотоэлемента матрицы пятном быть (при заданных параметрах задачи) причиной наблюдаемого различия значений пороговых характеристик матричных ФПУ, определенных в экспериментах с однородной модулированной засветкой матрицы и в экспериментах с малым пятном засветки. Предложена схема анализа результатов Монте-Карло-расчетов фотосигнала элемента матрицы, нормированного на мощность пучка и засветку фотоэлемента, как функции размера пятна засветки. Посредством такого анализа может быть оценено различие значений порогового (минимального детектируемого) потока излучения в двух указанных случаях и влияние на него погрешности покрытия фотоэлемента пятном. Сообщается, каким образом анализ может быть распространен на случай линейчатых ФПУ с режимом временной задержки и накопления.*

**Ключевые слова:** матричные и линейчатые ИК-фотоприемники, режим временной задержки и накопления, материал кадмий-ртуть-теллур, измерение пороговых характеристик, локальная и однородная засветка, фотоэлемент, фотодиод, пятно засветки, расчет диффузии носителей заряда, метод Монте-Карло.

**Ссылка:** Стучинский В. А., Вишняков А. В., Сидоров Г. Ю. // Прикладная физика. 2019. № 2. С. 39.  
**Reference:** V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and G. Yu. Sidorov, Prikl. Fiz., No. 2, 39 (2019).

Стучинский Виктор Андреевич, н.с., к.ф.-м.н.  
Вишняков Алексей Витальевич, н.с., к.ф.-м.н.  
Сидоров Георгий Юрьевич, с.н.с., зав. лаб., к.ф.-м.н.  
Институт физики полупроводников  
Сибирского отделения Российской академии наук.  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект академика Лаврентьева, 13.  
Тел. 8(383) 333-22-76. E-mail: stuchin@isp.nsc.ru

Статья поступила в редакцию 19 февраля 2019 г.

© Стучинский В. А., Вишняков А. В., Сидоров Г. Ю., 2019

### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В. Н., Дмитриев И. Ю., Дрожников Б. Н., Козлов К. В., Кузнецов П. А., Соляков В. Н., Пономаренко В. П. // Успехи прикладной физики. 2015. Т. 3. № 5. С. 486.

2. Половинкин В. Г., Стучинский В. А., Вишняков А. В., Ли И. И. // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2017. № 4 (37). С. 91.

3. Половинкин В. Г., Стучинский В. А., Вишняков А. В., Ли И. И. // Успехи прикладной физики. 2018. Т. 6. № 5. С. 422.

4. Polovinkin V. G., Stuchinsky V. A., Vishnyakov A. V., Lee I. I. // IEEE Transactions on Electron Devices. 2018. Vol. 65. No. 11. P. 4924.

5. Половинкин В. Г., Стучинский В. А., Вишняков А. В., Ли И. И. // Автометрия. 2018. Т. 54. № 6. С. 114.

6. Стучинский В. А., Вишняков А. В. / Труды XXV Международной научно-технической конференции и школы по фотоэлектронике и приборам ночного видения. Том 2. – М.: АО НПО «Орион», 2018 г. С. 430–433.

7. Lavine J. P., Chang W. C., Anagnostopoulos C. N., Burkey B. C., Nelson E. T. // IEEE Transactions on Electron Devices. 1985. Vol. ED-32. No. 10. P. 2087.

8. Fastow R. M., Strum A. // Proc. SPIE. 2274, Infrared Detectors: State of the Art II. 1994. P. 136.

9. Juravel Y., Strum A., Fenigstein A., Weiss E.,

- Mainzer N., Sapir N., Lokomski I., Malkinson E., Rosner B., Marcus A., Schenzer H., Fraenke A. // Proc. SPIE. 1997. Vol. 3061. P. 652.
10. Soehnel G., Tanbakuchi A. // Appl. Optics. 2012. Vol. 51. No. 33. P. 7987.
11. Vishnyakov A. V., Stuchinsky V. A., Brunev D. V., Zverev A. V., Dvoretzky S. A. // Appl. Phys. Lett. 2014. Vol. 104. P. 092112.
12. Vishnyakov A. V., Stuchinsky V. A., Brunev D. V., Zverev A. V., Dvoretzky S. A. // J. Appl. Phys. 2015. Vol. 118. P. 124508.
13. Вишняков А. В., Стучинский В. А., Брунев Д. В., Зверев А. В., Дворецкий С. А. // Прикладная физика. 2015. № 1. С. 44.

PACS: 02.70.Uu; 73.50.Pz; 73.61.Le;  
85.30.De; 85.60.Gz, 85.60.Bt

## Threshold characteristics of multi-element photodiode detectors determined using different illumination conditions

V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and G. Yu. Sidorov

Rzhanov Institute of Semiconductor Physics, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
13 Acad. Lavrent'ev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia  
E-mail: stuchin@isp.nsc.ru

Received February 19, 2019

*Monte Carlo simulations were employed to investigate whether can or cannot the difference between the values of threshold detection characteristics of 2D photovoltaic focal-plane-array (FPA) detectors as determined in experiments with uniform modulated illumination of the detector and in experiments with local ("pixel") illumination of its FPA elements be a result of outdiffusion of optically excited charge carriers from the illumination spot into the surrounding FPA environment in combination with the inaccuracy of coverage of the FPA element with the illumination spot. An analysis pattern for the normalized photoresponse of locally illuminated FPA element as dependent on the illumination-spot size, intended for evaluating the difference between the values of threshold (minimum detectable) radiation fluxes in the two indicated cases, is proposed. The way how the analysis can be extended to the case of linear array photodetectors operating in the time-delay and integration mode is outlined.*

**Keywords:** 2D and 1D photodetector arrays, time-delay and integration mode, mercury-cadmium-tellurium, measurement of threshold detection characteristics, local and uniform illumination, FPA element, photodiode, illumination spot, Monte Carlo calculations of charge-carrier diffusion.

### REFERENCES

1. V. N. Vasil'ev, I. Yu. Dmitriev, B. N. Drazhnikov, K. V. Kozlov, P. A. Kuznetsov, V. N. Solyakov, and V. P. Ponomarenko, Usp. Prikl. Fiz. **3** (5), 486 (2015).
2. V. G. Polovinkin, V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and I. I. Lee, Doklady Akad. Nauk Vysshei Shkoly Ross. Federatsii. **4** (37), 91 (2017).
3. V. G. Polovinkin, V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and I. I. Lee, Usp. Prikl. Fiz. **6** (5), 422 (2018).
4. V. G. Polovinkin, V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and I. I. Lee, IEEE Transactions on Electron Devices **65** (11), 4924 (2018).
5. V. G. Polovinkin, V. A. Stuchinsky, A. V. Vishnyakov, and I. I. Lee, Optoelectronic Instrumentation and Data Processing **54** (6), 623 (2018).
6. V. A. Stuchinsky and A. V. Vishnyakov, in Proc. of the XXV International Scientific-Technical Conference

- on *Photoelectronics and Night Viewers* in 2 volumes. Volume 2. – Moscow: R&D Orion Association, 2018, pp. 430–433.
7. J. P. Lavine, W. C. Chang, C. N. Anagnostopoulos, B. C. Burkey, and E. T. Nelson, *IEEE Transactions on Electron Devices*, **ED-32** (10), 2087 (1985).
  8. R. M. Fastow and A. Strum, *Proc. SPIE* **2274**, Infrared Detectors: State of the Art II. 136 (1994).
  9. Y. Juravel, A. Strum, A. Fenigstein, E. Weiss, N. Mainzer, N. Sapir, I. Lokomski, E. Malkinson, B. Rosner, A. Marcus, H. Schenzer, and A. Fraenke, *Proc. SPIE* **3061**, 652 (1997).
  10. G. Soehnel and A. Tanbakuchi, *Appl. Optics* **51** (33), 7987 (2012).
  11. A. V. Vishnyakov, V. A. Stuchinsky, D. V. Brunev, A. V. Zverev, and S. A. Dvoretzky, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 092112 (2014).
  12. A. V. Vishnyakov, V. A. Stuchinsky, D. V. Brunev, A. V. Zverev, and S. A. Dvoretzky, *J. Appl. Phys.* **118**, 124508 (2015).
  13. A. V. Vishnyakov, V. A. Stuchinsky, D. V. Brunev, A. V. Zverev, and S. A. Dvoretzky, *Prikl. Fiz.*, No. 1, 44 (2015).