
ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

УДК 004.056.53
DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-12-1072-1076

ОПТИМИЗАЦИЯ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА НАБЛЮДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЗС-ПРИЕМНИКА ПРИ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

А. А. Голицын¹, Н. А. Сейфи^{1,2}

¹*Филиал института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН
„Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники“,
630090, Новосибирск, Россия
E-mail: aag-09@yandex.ru*

²*Новосибирский государственный технический университет, 630073, Новосибирск, Россия*

В условиях низкой освещенности количество стробирующих импульсов оказывается избыточным, но в то же время суммарное время экспозиции оказывается недостаточным. Для устранения указанного недостатка и повышения информативности изображения предлагается получать два отдельных кадра — в пассивном (обычном) и активно-импульсном режиме работы, — а затем суммировать их попиксельно непосредственно на фотоприемнике. Предлагается режим управления ПЗС-фотоприемником со строчным переносом, позволяющий увеличить время экспозиции при низких освещенностях в активно-импульсной системе наблюдения без использования электронно-оптического преобразователя.

Ключевые слова: *активно-импульсный метод, метод стробирования, низкая освещенность, ПЗС-фотоприемник, лазерный излучатель*

В большинстве активно-импульсных (АИ) лазерных оптико-электронных приборов и систем со стробированием по дальности в качестве основного звена быстродействующего затвора, обеспечивающего синхронизацию работы фотоприемника и импульсного лазерного излучателя (ЛИ), традиционно используются электронно-оптические преобразователи (ЭОП) [1—6].

В настоящее время благодаря современным технологиям метод стробирования может быть реализован и без ЭОП, например на ПЗС-матрицах [7—10], что позволяет улучшить качество формируемого изображения при одновременном снижении массы и габаритных размеров прибора.

В частности, в работе [9] применен ПЗС-фотоприемник ICX618 (фирмы Sony), управляемый таким образом, что его область вертикального переноса использовалась в качестве изолированной накопительной секции. В работе [10] описан общий принцип управления ПЗС-матрицами со строчным переносом в составе активно-импульсных систем. Экспериментальная проверка подобного способа управления показала его работоспособность в условиях достаточной освещенности (от 100 лк и выше). Простейшими тестовыми объектами служили катафоты, расположенные на расстоянии 100—800 м. Все они давали отчетливые блики и в зависимости от выбранной дальности наблюдения были видны на местности, при этом чем

меньше была освещенность фона, тем меньше импульсов ЛИ для их обнаружения требовалось. Однако в условиях низкой освещенности (менее 10 лк) возникали ситуации, когда количество стробирующих импульсов было избыточным для получения блика, но суммарного времени экспозиции для получения изображения фона приемлемого качества не хватало. Тогда на дисплее высвечивались только хорошо заметные блики от целей, без привязки к ландшафту.

С целью устранения указанного недостатка и повышения информативности изображения предлагается получать два отдельных кадра — в пассивном (обычном) и АИ-режиме работы, — а затем суммировать их попиксельно. В обычном режиме, как того требует документация производителя, время экспозиции может быть существенно увеличено, поскольку накопление зарядов в секции накопления происходит в моменты вертикального переноса в буферной секции зарядов, относящихся к предыдущему кадру. Поэтому при наблюдении в условиях низкой освещенности в пассивном режиме возможно получить изображение фона приемлемого качества без „простоя“ секции накопления и соответственно падения кадровой частоты. Объединение кадров происходит таким же способом, как и сложение зарядов в момент работы ЛИ [10] — фактически к изображению фона, полученному в момент вертикального переноса предыдущего кадра, поочередно добавляются изображения бликов.

Сказанное поясняют диаграммы управления, схематично (без соблюдения масштаба) показанные на рис. 1. Здесь „Излучатель“ — сигнал, управляющий ЛИ; „Помеха“ — излучение, отраженное от не представляющих интереса объектов (в данном случае находящихся ближе заданного расстояния); „Отраженный импульс“ — условный сигнал, соответствующий наблюдению излучения ЛИ, отраженного от искомой цели.

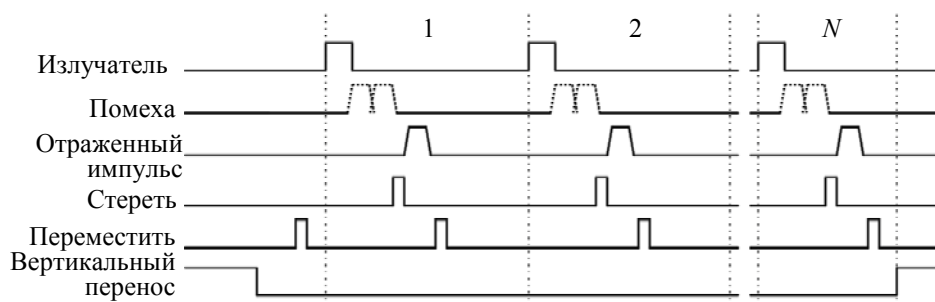


Рис. 1

Объект наблюдения подсвечивается несколькими импульсами. Их число N зависит от условий наблюдения, оно выбирается таким, чтобы яркость наблюдаемого блика была достаточной для того, чтобы оператор мог отличить его от фона. По сигналу „Стереть“ происходит обнуление зарядов в секции накопления фотоприемника. По сигналу „Переместить“ осуществляется перенос зарядов из секции накопления в секцию вертикального переноса. Сигнал „Вертикальный перенос“ — условный, отражающий вертикальный перенос зарядов в данный момент времени. Сигналы „Переместить“ и „Стереть“ также являются условными. В реальной системе обнуление зарядов, их перемещение и вертикальный перенос управляются путем подачи на входы ПЗС-фотоприемника строго детерминированной последовательности потенциалов.

Экспериментальная проверка описанного комбинированного метода управления ПЗС-фотоприемником проводилась на специализированном стенде [11]. В диапазоне 0,01—10 лк уверенно наблюдались как блики от тех же ретроотражателей, что и в исходном эксперименте [10] (при освещенности свыше 100 лк), так и составляющие фон окружающие объекты, благодаря чему оказалось возможным определить места расположения тестовых ретроотражателей по соседним ориентирам (рис. 2, три блика от объектов на расстояниях 100, 170 и 200 м при установленной дальности наблюдения 100 м). Снижения кадровой частоты при этом не происходило.



Рис. 2

Таким образом, управление ПЗС-фотоприемником в соответствии с диаграммами, показанными на рис. 1, следует считать оптимальным при реализации метода лазерного стробирования в АИ-приборах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов Г. Н., Голубев П. Г., Мордвин Н. Н., Питик С. Д. Возможность обнаружения и подавления оптико-электронных средств // Прикладная физика. 2007. № 2. С. 124—127.
2. Голицын А. В., Журавлев П. В., Журов Г. Е., Корякин А. В., Чихонадских А. П., Шлишевский В. Б., Яшина Т. В. Псевдобинокулярный многоканальный прибор обнаружения потенциальных угроз // Изв. вузов. Приборостроение. 2009. Т. 52, № 6. С. 27—34.
3. Белоконев В. М., Волков В. Г., Саликов В. Л., Случак Б. А. Лазерный телевизионный прибор // Прикладная физика. 2013. № 4. С. 16—22.
4. Суриков А. В., Лешенюк Н. С., Кунцевич Б. Ф., Горобец В. В. Оптико-электронная система для улучшения видимости при задымлении // Вестник командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2014. Т. 20, № 2. С. 4—12.
5. Xinweil W., Youfu L., Yan Z. Multi-pulse time delay integration method for flexible 3D super-resolution range-gated imaging // Optics Express. 2015. N 23(6). P. 7820—7831.
6. Голицын А. А., Сейфи Н. А. Активно-импульсные приборы обнаружения потенциальных угроз // Матер. XXIII Всерос. науч. конф. студентов-физиков и молодых ученых. Екатеринбург, 2017. С. 263.
7. Волков В. Г., Креопалов В. И. Лазерные приборы ночного видения без применения в них электронно-оптических преобразователей // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2007. № 4. С. 67—69.
8. Умбиталиев А. А., Цыцулин А. К., Манцветов А. А., Козлов В. В., Рычажников А. Е., Баранов П. С., Иванова А. В. Управление режимом накопления в твердотельных фотоприемниках // Оптич. журн. 2012. Т. 79, № 11. С. 84—92.
9. Голицын А. А., Сейфи Н. А. Реализация активно-импульсного режима на ПЗС-матрице // Прикладная физика. 2018. № 1. С. 78—83.
10. Голицын А. А., Сейфи Н. А. Активно-импульсный метод наблюдения с использованием ПЗС-фотоприемника со строчным переносом // Изв. вузов. Приборостроение. 2017. Т. 60, № 11. С. 1040—1047.
11. Голицын А. А., Сейфи Н. А., Дмитриев А. К. Лабораторный стенд для исследования возможностей ПЗС-фотоприемников // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. Новосибирск: НГТУ, 2016. Т. 6. С. 28—30.

- Александр Андреевич Голицын** — *Сведения об авторах*
 Филиал ИФП СО РАН „КТИПМ“, отдел электронных систем; ст. инженер-электроник; E-mail: aag-09@yandex.ru
- Наталья Андреевна Сейфи** — аспирант; Новосибирский государственный технический университет, кафедра лазерных систем; Филиал ИФП СО РАН „КТИПМ“, отдел моделирования оптико-электронных приборов; инженер; E-mail: natalia_nsk@inbox.ru

Поступила в редакцию
 04.04.18 г.

Ссылка для цитирования: Голицын А. А., Сейфи Н. А. Оптимизация активно-импульсного метода наблюдения с использованием ПЗС-приемника при низкой освещенности // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 12. С. 1072—1076.

OPTIMIZATION OF THE ACTIVE-IMPULSE METHOD OF OBSERVATIONS USING THE CCD RECEIVER AT LOW ILLUMINATION

A. A. Golitsyn¹, N. A. Seyfi^{1,2}

¹*Novosibirsk Division of Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of the Siberian Branch of the RAS “Technological Design Institute of Applied Microelectronics”, 630090, Novosibirsk, Russia
 E-mail: aag-09@yandex.ru*

²*Novosibirsk State Technical University, 630073, Novosibirsk, Russia*

In order to increase the information content of an image at low light conditions with an excessive number of strobing pulses, when the total exposure time is not enough to eliminate the deficiency, it is proposed to obtain two separate frames - in passive (normal) and AI-mode of operation, and then summarize them pixel-by-pixel. A control mode of the CCD photodetector with line transfer is developed, which allows to increase the exposure time at low light conditions in the active-pulse observation system without the use of an optical-electronic converter.

Keywords: gated viewing, range-gated method, low illumination, CCD image sensor, laser emitter

REFERENCES

1. Popov G.N., Golubev P.G., Mordvin N.N., Pitik S.D. *Plasma Physics Reports*, 2007, no. 2, pp. 124–127. (in Russ.)
2. Golitsyn A.V., Zhuravlev P.V., Zhurov G.E., Koryakin A.V., Chikhonadskikh A.P., Shlishevskiy V.B., Yashina T.V. *Journal of Instrument Engineering*, 2009, no. 6(52), pp. 27–34.
3. Belokonev V.M., Volkov V.G., Salikov V.L., and Sluchak B.A. *Plasma Physics Reports*, 2013, no. 4, pp. 16–22. (in Russ.)
4. Surikov A.V., Leshenyuk N.S., Kuntsevich B.F., Gorobets V.V. *Vestnik of the Institute for Command Engineers of the MES of the Republic of Belarus*, 2014, no. 20, pp. 4–12. (in Russ.)
5. Xinweil W., Youfu L., Yan Z. *Optics Express*, 2015, no. 23(6), pp. 7820–7831.
6. Golitsyn A.A., Seyfi N.A. *Mater. XXIII Vseros. nauch. konf. studentov-fizikov i molodykh uchenykh* (Materials of the XXIII All-Russian Scientific Conference of Physics Students and Young Scientists), Ekaterinburg, 2017, pp. 263. (in Russ.)
7. Volkov V.G., Kreopalov V.I. *Defense Industry Achievements – Russian Scientific and Technical Progress (DIARSTP)*, 2007, no. 4, pp. 67–69. (in Russ.)
8. Umbitaliev A.A., Tsytsulin A.K., Mantsvetov A.A., Rychazhnikov A.E., Baranov P.S., Ivanova A.V., Kozlov V.V. *Journal of Optical Technology*, 2012, no. 11(79), pp. 738–743. (in Russ.)
9. Golitsyn A.A., Seyfi N.A. *Plasma Physics Reports*, 2018, no. 1, pp. 78–83. (in Russ.)
10. Golitsyn A.A., Seyfi N.A. *Journal of Instrument Engineering*, 2017, no. 11(60), pp. 1040–1047. (in Russ.)
11. Golitsyn A.A., Seyfi N.A., Dmitriyev A.K. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii* (Science. Technologies. Innovation), Collection of scientific papers, Novosibirsk, 2016, vol. 6, pp. 28–30. (in Russ.)

Data on authors

- Alexander A. Golitsyn** — Novosibirsk Division of Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of the Siberian Branch of the RAS “Technological Design Institute of Applied Microelectronics”, Department of Electronic Systems; Senior Electronic Engineer; E-mail: aag-09@yandex.ru

Natalia A. Seyfi

—

Post-Graduate Student; Novosibirsk State Technical University, Department of laser systems; Novosibirsk Division of Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of the Siberian Branch of the RAS “Technological Design Institute of Applied Microelectronics”, Department of Optical-Electronic Devices Modeling; Engineer; E-mail: natalia_nsk@inbox.ru

For citation: Golitsyn A. A., Seyfi N. A. Optimization of the active-impulse method of observations using the CCD receiver at low illumination. *Journal of Instrument Engineering*. 2018. Vol. 61, N 12. P. 1072—1076 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-12-1072-1076