

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОТОРЕЗИСТОРЫ ДЛЯ ИК-ДИАПАЗОНА

Для фотоприемных устройств обнаружено существенное улучшение эксплуатационных свойств при воздействии излучений. Это открывает широкие возможности для успешного применения в радиотехнике модифицируемых в процессе облучения материалов.

Критерий параметрической надежности фотоприемных устройств сформулирован, исходя из того, что рассматриваемый объект ухудшает свои параметры постепенно как при увеличении длительности воздействия, так и дозы излучения. Назначение фотоприемных устройств, накладываемые ограничения на критерий их работоспособности, а также физика влияния радиации позволяют рассматривать фотоприемные устройства как объект, функционирующий в условиях шума. Это позволяет применить статистические методы анализа. При таком подходе мы можем использовать хорошо изученный математический аппарат проверки статистических гипотез. В данной работе предложена аналитическая модель влияния ионизирующего излучения на фоторезисторы для ИК-диапазона. В работе учитывалось, что для приведенных выше оценок изменений параметров фоторезистора используются данные об изменении объемных свойств идеального полупроводникового материала. Любой реальный полупроводник содержит примеси и нарушения кристаллической структуры. При таком подходе используется известный математический аппарат проверки статистических гипотез. Предлагаются три критерия радиационной стойкости фотоприемных устройств. Первый – отношение сигнал/шум в трактовке достаточных статистик, второй – критерий средней ошибки обнаружения Рош (критерий Котельникова) и третий – критерий Байесовского риска. Задача обнаружения сигнала в шумах сводится к частному алгоритму проверки гипотезы о наличии сигнала в шумах против простой альтернативы – присутствует только шум.

Ключевые слова: параметрическая надежность, фотоприемные устройства, критерий работоспособности, ионизирующее излучение, кристаллическая структура

Вступление. Современные приборы твердотельной электроники используют широкий перечень полупроводниковых материалов. В первую очередь это относится к оптоэлектронике, материаловедческую основу которой составляют бинарные соединения групп A_2B_6 , A_3B_5 и их твердые растворы. В дискретной и интегральной твердотельной электронике все еще преобладает кремний. Изготовители таких материалов сегодня не в полной мере могут управлять их свойствами, так как владеют для этого ограниченными средствами. Легирование примесями, термическая и полевая обработка – вот перечень основных средств управления структурными и электрофизическими свойствами полупроводниковых материалов и приборов на их основе. Эти и подобные им средства способны управлять не всеми параметрами изделий и в ограниченном диапазоне их значений. В первую очередь это относится, например, к кинетическим и структурным параметрам материалов, коэффициентам токопереноса приборов с p - n -переходами, квантовой эффективности излучателей, разрешающей способности фотоприемников.

Вместе с тем, сегодня известна возможность расширения перечня средств такого управления: это – лазерное и рентгеновское излучения, облучение микрочастицами с высокой энергией. Однако возможности применения лазерного и рентгеновского излучения ограничены самой природой их взаимодействия с твердым телом, что оставляет за ними, главным образом, область метрологии параметров.

Постановка задачи. В последние годы определенное внимание уделялось применению в твердотельной электронике микрочастиц с высокой энергией: быстрых электронов и нейтронов, протонов, гамма-квантов. Разнообразие природы таких микрочастиц само по себе

говорит о широком диапазоне возможностей управления (модификации) с их помощью параметрами изделий твердотельной электроники. Однако предубеждение, обусловленное разрушающим воздействием таких микрочастиц в условиях ядерного взрыва, опасность их потоков для операторов и связанные с этим проблемы использования генераторов – все это является факторами, сдерживающими развитие этого научно-технического направления.

Приведенное выше показывает, что выполненное в работе научное задание – исследование физических процессов воздействия микрочастиц с высокой энергией (ионизирующих излучений) на фоторезисторы, разработка научно обоснованных методов, методик и технологий управления (модификации) их свойствами является актуальным.

Анализ последних исследований. В последние годы определенное внимание уделялось применению в твердотельной электронике микрочастиц с высокой энергией: быстрых электронов и нейтронов, протонов, гамма-квантов. Разнообразие природы таких микрочастиц само по себе говорит о широком диапазоне возможностей управления (модификации) с их помощью параметрами изделий твердотельной электроники. Однако предубеждение, обусловленное разрушающим воздействием таких микрочастиц в условиях ядерного взрыва, опасность их потоков для операторов и связанные с этим проблемы использования генераторов – все это является факторами, сдерживающими развитие этого научно-технического направления.

Несмотря на это, выполненные в последние годы работы В.С. Вавилова, Л.С. Смирнова, Н.А. Ухина, Е.А. Ладыгина, В.И. Шаховцова, В.А. Мокрицкого, С.В. Ленкова [1,2,4] и других ученых определили возникновение нового научно-технического направления – радиационной технологии полупроводников и твердотельной электроники. К основным достижениям этого направления, по нашему мнению, следует отнести разработку и создание разнообразных генераторов микрочастиц и гамма-квантов, моделей механизмов их взаимодействия с твердым телом и управления параметрами дискретных приборов твердотельной электроники и др. Определенное внимание уделялось радиационной физике и технологии бинарных полупроводниковых соединений.

Основная часть. Результаты радиационного воздействия на фоточувствительные элементы на основе твердого раствора $Cd_xHg_{1-x}Te$ (КРТ) можно оценить по изменениям сигнала фотоответа [3-5].

Так, для фоторезистора в режиме холостого хода, когда сопротивление нагрузки намного больше сопротивления фоторезистора, и малых сигналов в полупроводнике с электронным типом проводимости имеем:

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta \sigma}{\sigma_T} = \frac{G(\tau_n \mu_n + \tau_p \mu_p)}{n_T \mu_n}, \quad (1)$$

где U – смещение на фотоприемнике; ΔU – изменение напряжения на фотоприемнике при его освещении; σ_T – темновая электропроводность полупроводникового материала; $\Delta \sigma$ – фотопроводимость; G – скорость генерации носителей заряда; n_T – концентрация электронов; $\tau_n, \tau_p, \mu_n, \mu_p$ – время жизни и подвижность электронов и дырок, соответственно.

Разработка модели

Для $Cd_xHg_{1-x}Te$ $\mu_n \gg \mu_p$ поэтому формула (1) примет вид:

$$\Delta U = \frac{G \tau U}{n_T}. \quad (2)$$

Как следует из (2), сигнал, снимаемый с фоторезистора, пропорционален смещению. Это справедливо для значения $\Delta U \approx \frac{\ell^2}{\tau \mu_p}$ (ℓ – расстояние между контактами), при котором

реализуются условия «пролета неосновных носителей заряда» через фоторезистор. При $U \gg U_n$ напряжение сигнала насыщается и не зависит от величины смещения:

$$\Delta U = \frac{G\ell^2}{n_T \mu_p} . \quad (3)$$

Время жизни носителей заряда определяется механизмом рекомбинации и в узкозонных полупроводниках, к которым относится и $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$, зависит от концентрации носителей. В данном материале доминирует механизм оже-рекомбинации и время жизни равно [6]:

$$\tau_{A0} = 4\tau_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2 , \quad (4)$$

где τ_i, n_i – время жизни и концентрация носителей заряда в собственном материале; n – фактическое значение концентрации (для $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ $\tau_i = 3,3 \cdot 10^{-4}$ с, $n_i = 3 \cdot 10^{13}$ см⁻³ при 80 К).

В облученном материале время жизни изменяется:

$$\tau_A = 4\tau_i n_i^2 \left(n_0 + \frac{dn}{dF} F \right)^{-2} ,$$

где n_0 – начальное значение концентрации носителей в образце; $\frac{dn}{dF}$ – средняя скорость введения носителей при облучении; F – интегральный поток ионизирующего излучения.

Относительное изменение времени жизни будет равно:

$$\frac{\tau_A}{\tau_{A0}} = n_0^2 \left(n_0 + \frac{dn}{dF} F \right)^{-2} . \quad (5)$$

Сопоставление (2) – (5) показывает, что из двух режимов работы фоторезистора, с точки зрения радиационной стойкости, предпочтительнее режим ”пролета неосновных носителей”. Действительно, по (3) сигнал фотоответа в этом случае пропорционален n^{-1} , а следовательно, F^{-1} , а при низких уровнях смещения – τn^{-1} и, следовательно, F^{-3} . Относительное изменение напряжения на фоторезисторе в последнем случае равно:

$$\frac{\Delta U}{\Delta U_0} = n_0^3 \left(n_0 + \frac{dn}{dF} F \right)^{-3} . \quad (6)$$

При облучении $n - Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ ($n_0 = 10^{15}$ см⁻³) электронами с энергией 5 МэВ с интегральным потоком $1 \cdot 10^{14}$ см⁻² получено, что средняя скорость введения носителей заряда при 80 К составляет 6,3 см⁻¹ [7]. Подставляя эти значения в (6), получим, что $\frac{\Delta U}{\Delta U_0} = 0,35$, а в режиме “пролета неосновных носителей” изменение сигнала в тех же условиях вдвое меньше.

В образцах $n - Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$, подвергнутых облучению нейтронами деления при 80 К, время жизни носителей ограничивается одновременным действием механизмов оже-рекомбинации и рекомбинации Шокли-Рида. Дозовая зависимость времени жизни $\tau_{ШР}$ при рекомбинации Шокли-Рида определяется полуэмпирическим выражением:

$$\tau^{-1} = \tau_0^{-1} + K_\tau \cdot F , \quad (7)$$

где "0" – индекс, относящийся к значению параметра до облучения; F – интегральный поток ионизирующего излучения; K_τ – коэффициент радиационного изменения времени жизни неосновных носителей заряда.

Эффективное время жизни после облучения станет равным:

$$\tau = \left(\tau_{\text{ШП}}^{-1} + \tau_A^{-1} \right)^{-1} \left[K_{\tau} F + \left(\frac{n_0 + \frac{dn}{dF} F}{n_0 \tau_A^{1/2}} \right)^2 \right]^{-1}. \quad (8)$$

Относительное изменение сигнала, вызванное ионизирующим излучением, с учетом (2), примет вид:

$$\frac{\Delta U}{\Delta U_0} = \tau \cdot n_0 \cdot \tau_0^{-1} \cdot n^{-1},$$

а с учетом (8):

$$\frac{\Delta U}{\Delta U_0} = \frac{n_0 \left(n_0 + \frac{dn}{dF} F \right)^{-1}}{\tau_0 \left[K_{\tau} F + \frac{\left(n_0 + \frac{dn}{dF} F \right)^2}{n_0^2 \tau_{A_0}} \right]}. \quad (9)$$

Для режима "пролета неосновных носителей" при $K_{\tau} = 3,5 \cdot 10^{-9} \text{ см}^2/\text{нейтр.} \cdot \text{с}$, $F = 10^{14} \text{ нейтр./см}^2$ и $\frac{dn}{dF} = 3 \text{ см}^{-1}$, экспериментально определенных при облучении нейтронами деления, получим $\frac{\Delta U}{\Delta U_0} = 0,83$ [3,4].

Следует иметь в виду, что для приведенных выше оценок изменений параметров фоторезистора используются данные об изменении объемных свойств идеального полупроводникового материала. Любой реальный полупроводник содержит примеси и нарушения кристаллической структуры. Общая теория, описывающая их влияние на концентрацию, подвижность и время жизни носителей заряда, т.е. на физические характеристики, определяющие основные параметры фоторезисторов, при одновременном введении радиационных дефектов до настоящего времени не создана. Поэтому прогнозирование радиационной стойкости с учетом примесей и дефектов возможно только для материалов, у которых экспериментально установлена природа примесей (дефектов), энергетические уровни, создаваемые ими, их влияние на физические свойства вещества, а также изменение этих свойств под действием ионизирующего излучения. Сложность такой задачи заставляет оценивать радиационную стойкость фотоприемных устройств на основе статистических методов анализа, описанных в этом разделе.

При таком подходе используется известный математический аппарат проверки статистических гипотез. Предлагаются три критерия радиационной стойкости фотоприемных устройств [9-12]. Первый – отношение сигнал/шум в трактовке достаточных статистик, второй – критерий средней ошибки обнаружения Рош (критерий Котельникова) и третий – критерий Байесовского риска.

Задача обнаружения сигнала в шумах сводится к частному алгоритму проверки гипотезы H_1 о наличии сигнала в шумах $U_{ш}^{\Sigma}$ против простой альтернативы H_0 – присутствует только шум $U_{ш}^0$.

В условиях ионизирующих излучений суммарный шум на выходе представляет собой

аддитивную смесь всех источников шумов, возникающих в цепях фотоприемных устройств, что приводит к различию дисперсий $U_{шi}^{\Sigma}$ и $U_{ш}^0$. Это объясняется влиянием радиации, изменяющей не только уровень шумов, но и характеристики полупроводниковых приборов, что в свою очередь приводит к возникновению дополнительных шумов.

В данном случае критерием является $V_{зад}$ – заданное отношение сигнал/шум. При повышении $V \gg V_{зад}$ допустимого порога фотоприемное устройство отбраковывается как радиационно нестойкое.

В критерии Котельникова в качестве порогового значения, задаваемого заранее, с которым сравнивается экспериментально полученная величина, берется $P_{ош}^{зад}$, учитывающая безусловную вероятность ошибки, типа ложной тревоги и пропуска сигнала. Третий (Байесовский) критерий отличается, как указывалось выше, от критерия Котельникова только введением платежной матрицы, учитывавшей стоимость пропуска реального сигнала по сравнению с ложной тревогой. Тогда при прочих равных условиях по критерию Байеса отбраковка по принципу "годен" – "не годен" будет производиться при меньших дозах облучения, чем по критерию Котельникова.

Выводы. Основным параметром фотоприемников является обнаружительная способность в максимуме спектральной чувствительности.

Предельно достижимое значение обнаружительной способности определяется доминирующим шумом фотоприемника. В идеальных фотоприемниках обнаружительная способность ограничена флуктуациями излучения фона (режим ОФ). Для обеспечения режима ОФ необходимо понизить до минимальных значений уровень избыточных шумов за счет улучшения технологии и генерационно-рекомбинационных шумов, вызванных тепловым излучением. Режим ОФ будет достигнут в случае преобладания генерационно-рекомбинационного шума, вызванного оптическим возбуждением (от фона), над всеми остальными шумами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вавилов В.С. Действие излучений на полупроводники / В.С. Вавилов, Н.П. Кекелидзе, Л.С. Смирнов. – М.: Наука, 1988. – 192 с.
2. Ленков С.В. Физико-технические основы радиационной технологии полупроводников / С.В. Ленков, В.А. Мокрицкий, Д.А. Перегудов, Г.Т. Тариелашвили. – Монография. – Одесса: Астропринт, 2002. – 297 с.
3. Гаркавенко А.С. Радиационная модификация физических свойств широкозонных полупроводников и создание на их основе лазеров большой мощности / Львов: ЗУКЦ, 2012. – 258 с.
4. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.
5. Dumitrescu A. Comparison of a digital and an analogical gamma spectrometer at low count rates / A. Dumitrescu // U.P.B. Sci. Bull., Series A. – Vol. 73. – Iss. 4, 2011. – P. 127-138.
6. Maslov O. Passive Computer Gamma- Tomography of Nuclear Fuel / O. Maslov, V. Mokritsky, O. Banzak, // ANIMMA. Third International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications – Marseille, June 23-27, 2013. – Book of Abstracts – P. 51.
7. Maslov O.V. The Improved CdZnTe Dose Rate Probe / O.V. Maslov, M.V. Maksimov, L.L. Kalnev // 2008 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and 16th Room Temperature Semiconductor Detector Workshop – Dresden: 19–25 Oct. 2008. – P. 12-87.
8. Bouchet J.M. PWR primary flow measurements by correlation analysis of nitrogen-16 fluctuations / J.M. Bouchet, et al. – Progress in Nuclear Energy. – 1982. – Vol. 9.
9. Awadalla S.A. Characterization of detector-grade CdZnTe crystals grown by traveling heater method (THM) / S.A. Awadalla, J. Mackenzie, H. Chen, eds. // Journal of Crystal Growth. – Vol. 312, issue 4. – 2010. – 507-513с.

10. Grybos P. Front-end Electronics for Multichannel Semiconductor Detector Systems; EuCARD Editorial Series on Accelerator Science and Technology, Vol.08 / Institute of Electronic Systems Warsaw University of Technology . – Warsaw: 2010. – 201 p.
11. Masuruk K. Dopant incorporation during liquid phase epitaxy / K. Masuruk, T.Bryskewicz // J. Appl. Phys., 1981. – V. 52. – N3. – part 1. – P. 1347–1350.
12. Maslov O. Multiple energies passive computer tomography of nuclear fuel / O. Maslov // Proceedings of the International Ukrainian-Japanese Conference on Scientific and Industrial Cooperation – Odesa 24 – 25 October 2013. – P. 114-116.

REFERENCTS:

1. Vavilov V.S. (1988) «Deystviye izlucheniya na poluprovodniki» [Effect of radiation on semiconductors] / V.S. Vavilov, N.P. Kekelidze, L.S. Smirnov. M.: Science, 192 p.p.
2. Lenkov S.V. (2002) «Fiziko-tehnicheskiye osnovy radiatsionnoy tekhnologii poluprovodnikov» [Physical and technical basis of radiation technology of semiconductors] / S.V. Lenkov, V.A. Mokritskiy, D.A. Peregudov, G.T. Tariyelashvili. Monograph. Odessa: Astroprint, 297 p.
3. Garkavenko A.C. (2012) «Radiatsionnaya modifikatsiya fizicheskikh svoystv shirokozonnnykh poluprovodnikov i sozdaniye na ikh ocnove lazerov bol'shoy moshchnosti» [Radiation modification of the physical properties of wide-gap semiconductors and creation of high-power lasers on their basis] / Lviv: ZUKTS, 2012. 258 p.
4. Banzak O.V. (2013) «Poluprovodnikovyye detektory novogo pokoleniya dlya radiatsionnogo kontrolya i dozimetrii ioniziruyushchikh izlucheniya» [Semiconductor detectors of a new generation for radiation monitoring and dosimetry of ionizing radiation] / O.V. Banzak, O.V. Maslov, V.A. Mokritskiy: Pod red. V.A. Mokritskogo, O.V. Maslova. – Monograph. - Odessa, 2013. - Publishing House "WWII". - 220 s.
5. Dumitrescu A. Comparison of a digital and an analogical gamma spectrometer at low count rates / A. Dumitrescu // U.P.B. Sci. Bull., Series A. – Vol. 73. – Iss. 4, pp. 127-138.
6. Maslov O. Passive Computer Gamma- Tomography of Nuclear Fuel / O. Maslov, V. Mokritsky, O. Banzak, // ANIMMA. Third International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications – Marseille, June 23-27, 2013. – Book of Abstracts – P. 51.
7. Maslov O.V. The Improved CdZnTe Dose Rate Probe / O.V. Maslov, M.V. Maksimov, L.L. Kalnev // 2008 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and 16th Room Temperature Semiconductor Detector Workshop – Dresden: 19–25 Oct. 2008. – pP. 12-87.
8. Bouchet J.M. PWR primary flow measurements by correlation analysis of nitrogen-16 fluctuations / J.M. Bouchet, et al. – Progress in Nuclear Energy. – 1982. – Vol. 9.
9. Awadalla S.A. Characterization of detector-grade CdZnTe crystals grown by traveling heater method (THM) / S.A. Awadalla, J. Mackenzie, H. Chen, eds. // Journal of Crystal Growth. – Vol. 312, issue 4. – 2010. – 507-513c.
10. Grybos P. Front-end Electronics for Multichannel Semiconductor Detector Systems; EuCARD Editorial Series on Accelerator Science and Technology, Vol.08 / Institute of Electronic Systems Warsaw University of Technology . – Warsaw: 2010. – 201 p.
11. Masuruk K. Dopant incorporation during liquid phase epitaxy / K. Masuruk, T.Bryskewicz // J. Appl. Phys., 1981. – V. 52. – N3. – part 1. – P. 1347–1350.
12. Maslov O. Multiple energies passive computer tomography of nuclear fuel / O. Maslov // Proceedings of the International Ukrainian-Japanese Conference on Scientific and Industrial Cooperation – Odesa 24 – 25 October 2013. – P. 114-116.

д.т.н., доц. Банзак О.В., к.т.н., доц. Лещенко О.І.,
д.т.н., проф. Мокрицький В.А., д.т.н., доц. Маслов О.В.,
**АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА
ФОТОРЕЗИСТОРАМИ ДЛЯ ІК-ДІАПАЗОНУ**

Для фотоприйомних пристроїв виявлено суттєве поліпшення експлуатаційних властивостей при впливі випромінювань. Це відкриває широкі можливості для успішного застосування в радіотехніці модифікуються в процесі опромінення матеріалів.

Критерій параметричної надійності фотоприйомних пристроїв сформульований, виходячи з того, що даний об'єкт погіршує свої параметри поступово як при збільшенні тривалості впливу, так і дози випромінювання. Призначення фотоприйомних пристроїв, що накладаються

обмеження на критерій їх працездатності, а також фізика впливу радіації дозволяють розглядати фотоприймальні пристрої як об'єкт, що функціонує в умовах шуму. Це дозволяє застосувати статистичні методи аналізу. При такому підході ми можемо використовувати добре вивчений математичний апарат перевірки статистичних гіпотез. У даній роботі запропонована аналітична модель впливу іонізуючого випромінювання на фоторезистори для ІК-діапазону. В роботі враховувалося, що для наведених вище оцінок змін параметрів фоторезистора використовуються дані про зміну об'ємних властивостей ідеального напівпровідникового матеріалу. Будь реальний напівпровідник містить домішки і порушення кристалічної структури. При такому підході використовується відомий математичний апарат перевірки статистичних гіпотез. Пропонуються три критерії радіаційної стійкості фотоприйомних пристроїв. Перший - ставлення сигнал / шум в трактуванні достатніх статистик, другий - критерій середньої помилки виявлення Рош (критерій Котельникова) і третій - критерій байєсівського ризику. Завдання виявлення сигналу в шумах зводиться до приватного алгоритма перевірки гіпотези про наявність сигналу в шумах проти простий альтернативи - присутній тільки шум.

Ключові слова: параметрична надійність, фотоприймальні пристрої, критерій працездатності, іонізуюче випромінювання, кристалічна структура

Dr. Sci. Tech. Banzak O.V., Ph.D. Leshchenko O.I.,

Dr. Sci. Tech., prof. Mokritskij V.A., Dr. Sci. Tech. Maslov O.V.

ANALYTICAL MODEL OF THE EFFECT OF AN IONIZING RADIATION ON PHOTO RESISTORS FOR IK-RANGE

For photodetectors, a significant improvement in operational properties was discovered when exposed to radiation. This opens up broad opportunities for successful application in radio engineering of materials modified during irradiation. The criterion for parametric reliability of photodetectors is formulated based on the fact that the object under consideration deteriorates its parameters gradually as the exposure time and radiation dose increase. The purpose of photodetectors, the restrictions imposed on the criterion of their performance, as well as the physics of the influence of radiation, make it possible to consider photoreceivers as an object operating under noise conditions. This allows you to apply statistical methods of analysis. With this approach, we can use a well-studied mathematical apparatus for testing statistical hypotheses. In this paper, an analytical model of the effect of ionizing radiation on photoresistors for the IR range is proposed. It was taken into account that for the above estimates of changes in the parameters of the photoresistor, data on the change in the bulk properties of an ideal semiconductor material are used. Any real semiconductor contains impurities and disruption of the crystal structure. In this approach, the well-known mathematical apparatus for testing statistical hypotheses is used. Three criteria are proposed for the radiation resistance of photodetectors. The first is the signal-to-noise ratio in the interpretation of sufficient statistics, the second is the criterion of the average Roche detection error (Kotelnikov criterion) and the third is the Bayesian risk criterion. Results of radiating influence on photosensitive elements on the basis of firm solution CZT have been estimated on changes of a signal of photoanswer. The task of detecting a signal in noise is reduced to a particular algorithm for testing the hypothesis about the presence of a signal in noise against a simple alternative - only noise is present.

Key words: parametric reliability, photodetectors, performance criterion, ionizing radiation, crystal structure