

Эл. почта: n.b.narziyev@gmail.com;

Жураев Гуломжон Примович

Катта ўқитувчи, “Қарши давлат университети
хузуридаги ХТХҚТМОМ”

Тел.: (+99890)-443-47-75;

Эл. почта: jurayev_g@bk.ru;

УДК 621.382:530.93:365.2

Н.Р.Рахимов, Д.Д.Алижанов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АФН-ПРИЕМНИКА

Аннотация: В данной статье приведена математическая модель АФН-приемника (аномально большого фотонапряжения) в полупроводниковых плёночных системах. Математическая модель АФН-приемника является функцией многих переменных: светового потока, спектрального состава оптического излучения, температуры и влажности.

Ключевые слова: АФН-приемник, математическая модель, спектральная характеристика, чувствительность.

В оптоэлектронных устройствах на основе излучателя и приемника аномально большого фотонапряжения (АФН-приемника) используется первичный преобразователь, преобразующий оптический сигнал в электрический [1-3]. Получаемый при этом электрический сигнал в виде напряжения регистрируется или поступает в электронные схемы, осуществляющие его переработку и выделение из него параметра, несущего информацию об измеряемой величине. При этом преобразованный сигнал поступает на измерительный прибор, градуируемый в значениях измеряемой величины.

Если рассмотреть математическую модель АФН-приемника, то она является функцией многих переменных: светового потока Φ , спектрального состава оптического излучения L , температуры T и влажности B :

$$U_{\Phi} = f(\Phi, T, L, B)$$

Коэффициент преобразования оптического излучения источника (светоизлучающие диоды, суперлюминисцентные диоды, лазерный диоды) АФН-приемником оптического излучения [4]:

$$K = \frac{\int_0^{\infty} \varphi_{e,\lambda}(\lambda) S_{отн}(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} \varphi_{e,\lambda}(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

где $\varphi_{e,\lambda}(\lambda)$ – относительное спектральное распределение потока излучения источника; $S_{отн}(\lambda)$ – относительная спектральная характеристика чувствительности АФН-приемника.

Связь интегральной чувствительности АФН-приемника к потоку излучения со спектральной [1]:

$$S_{инт\Phi e} = S_{\lambda,\Phi e, \max} K, \quad (2)$$

где $S_{\lambda,\Phi e, \max}$ – максимальная спектральная чувствительность АФН-приемника к потоку излучения.

Относительная спектральная чувствительность АФН-приемника:

$$S_{\lambda,отн} = S_{\lambda,абс} / S_{\lambda,\max}, \quad (3)$$

где $S_{\lambda,абс}$ – абсолютная спектральная чувствительность АФН-приемника; $S_{\lambda,\max}$ – относительная спектральная чувствительность АФН-приемника.

Порог чувствительности АФН-приемника в заданной полосе частот:

$$\Phi_n = \frac{S_{отн}(\lambda)}{S_{инт}} = \frac{U_{ш}}{U_{н,инт}}, \quad (4)$$

где $U_{ш}$ – напряжение шума; $S_{инт}$, $S_{н,инт}$ – токовая и вольтовая интегральные чувствительности АФН-приемника.

Удельный порог чувствительности АФН-приемника:

$$\Phi_n^* = \Phi_n \sqrt{\Delta f} = \Phi_{n,l} \sqrt{A}, \quad (5)$$

где $\Phi_{n,l}$ – порог чувствительности АФН-приемника в единичной полосе частот; A – площадь АФН-приемника; Δf – полоса частот усилительного тракта.

Рекомендуемая полоса частот измерительного тракта при паспортизации АФН-приемника:

$$\Delta f = 0,2 f_m, \quad (6)$$

где f_m – частота модуляции излучения при паспортизации.

Удельная обнаружительная способность АФН-приемника:

$$D^* = \frac{1}{\Phi_n^*}, \quad (7)$$

где Φ_n^* – удельный порог чувствительности АФН-приемника.

Пересчет спектральной чувствительности АФН-приемника к световому потоку в спектральную чувствительность к потоку излучения:

$$S_{\lambda,\Phi e} = S_{\lambda,\Phi v} K_{\max} V(\lambda), \quad (8)$$

где $S_{\lambda,\Phi e}$, $S_{\lambda,\Phi v}$ – спектральная чувствительность к потоку излучения и к световому потоку; K_{\max} – максимальная спектральная световая эффективность монохроматического излучения; $V(\lambda)$ – относительная спектральная световая

эффективность монохроматического излучения для

дневного зрения (см. таблица 1).

Таблица 1.
**Относительная спектральная световая
эффективность монохроматического излучения
для дневного зрения**

λ, нм	380	400	420	440	460
	0	0.004	0.323	0.631	0.0041
	0	0.012	0.03	0.03	0.021
	0	0.040	0.10	0.81	0.0105
	0	0.116	0.62	0.65	0.0052

λ, нм	480	500	520	540	560
	0.00039	0.23	0.54	0.75	0.0025
	0	0.00012	0.38	0.95	0.07
	0		0.60	0.95	0.61
	0		0.91	0.52	0.32
	0		0.39	0.70	0.17
	0		0.08	0.57	0.082

Пересчет параметров АФН-приемника, заданных в световых ФМВ (фотометрическая величина), в параметры в энергетических ФМВ:

$$S_{\text{инт.Фе}} = S_{\text{инт.Фв}} K_{\text{max}} k_r; \quad (9)$$

$$\Phi_{\text{п.е}} = \frac{\Phi_{\text{п.в}}}{K_{\text{max}} k_r}, \text{ Вт}, \quad (10)$$

где $S_{\text{инт.Фе}}$, $S_{\text{инт.Фв}}$ – интегральная чувствительность АФН-приемника к световому потоку и потоку излучения; k_r – коэффициент использования излучения глазом; $\Phi_{\text{п.е}}$, $\Phi_{\text{п.в}}$ – пороги чувствительности АФН-приемника в заданной полосе частот в энергетических и световых ФМВ.

Пересчет параметров АФН-приемника, заданных в энергетических ФМВ для излучения одного источника, в параметры в энергетических ФМВ для излучения другого источника:

$$S'_{\text{инт.Фе}} = \frac{S''_{\text{инт.Фв}} k_r'}{k_r}; \quad (11)$$

$$\Phi'_{\text{п.е}} = \frac{\Phi''_{\text{п.Фв}} k_r'}{k_r}, \quad (12)$$

где $S'_{\text{инт.Фв}}$, $S''_{\text{инт.Фе}}$ – интегральные чувствительности АФН-приемника к потоку излучения для излучения первого и второго источников; $\Phi'_{\text{п.Фв}}$, $\Phi''_{\text{п.Фе}}$ – пороги чувствительности АФН-приемника в заданной полосе частот в энергетических ФМВ для излучения первого и второго источников.

Связь между вольтовой и токовой чувствительностью АФН-приемника:

$$S_U \approx S_I R_n, \quad (13)$$

где R_n – сопротивление нагрузки.

$$U_{\Phi} \approx S_I \Phi, \quad (14)$$

где S_I – чувствительность АФН-приемника.

Напряжение фотосигнала АФН-приемника:

$$U_c = S_U \Phi, \quad (15)$$

где S_U – вольтовая чувствительность АФН-приемника.

Заключение

Математическая модель АФН-приемника является функцией многих переменных: светового потока, спектрального состава оптического излучения, температуры и влажности.

В целом, оптоэлектронные устройства с применением АФН-приемников можно использовать в контрольно-измерительной технике в качестве параметрического измерительного преобразователя неэлектрических величин, таких как плотность, влажность, координаты движущихся объектов, цвет, концентрация, уровень и т.д. [4]. Очень интересным и перспективным является применение АФН-приёмников в качестве автономного ПОИ для ВОС.

Литература

1. Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники излучения: Учебное пособие. СПб: СПб ГУ ИТМО, 2005. – 395 с.
2. Рахимов Н.Р. Серьёзов А.Н. АФН-пленки и их применение: монография. – Новосибирск: СибНИА, 2005. – 64 с
3. Рахимов Н.Р., Ушаков О.К. Оптоэлектронные датчики на основе АФН-эффекта: монография. Новосибирск: СП «Наука РАН, 2010. – 218 с.
4. Перспективы применения АФН – приемника для разработки оптоэлектронной информационно – измерительной системы. / Н.Р. Рахимов, Д.Д. Алижанов, В.А. Жмудь. // Научный вестник НГТУ -2014г.

Рахимов Нематжон Рахимович д.т.н., профессор, Уфимский нефтяной технический университет, e-mail: n_rah@ngs.ru

Алижанов Донёрбек Дилшодович докторант, Андижанский машиностроительный институт (АндМИ) e-mail: doni.al@mail.ru

Summary: In this article are given mathematical the APV model - the receiver (abnormally big photovoltaik) in semiconductor film systems. Mathematical model of the APV-receiver is function of many variables: light stream, spectral structure of optical radiation, temperature and humidity.

Keywords: APV - the receiver, mathematical model, a spectral characteristic, sensitivity.