

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра радиотехники и электродинамики

наименование кафедры

**Сравнительный анализ математических моделей матричного
фотоприёмника**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 4071 группы

направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

код и наименование направления

Института физики

наименование факультета

Саяпина Романа Владимировича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.ф.- м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

К.А. Гребенюк

подпись, дата

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.- м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

О. Е. Глухова

подпись, дата

инициалы, фамилия

Саратов 2021 г.

Введение

Запись цифровой голограммы, выполненная матричным фотоприёмником, подразумевает процесс дискретизации и представляет двумерный аналог, хорошо изученных наборов одномерных временных сигналов. Поэтому, когда возникает необходимость в модели матричного фотоприёмника, ее уравнение обычно принимается как должное, без формальной поддержки вывода [1-2]. Время от времени такой подход приводит к появлению неправильных уравнений, часть подобных случаев описывается в работах [2-4].

На данный момент существуют различные представления математических моделей матричного фотоприёмника, соответственно, когда дело доходит до их использования, то люди сталкиваются с вопросом, какую модель стоит использовать? В какой-то момент моделей стало так много, что по ним стали выходить обзоры, с целью доказать возможность их использования. Последние обзоры задействовали максимум четыре модели [2-4], однако, никто ещё не производил сравнение пяти математических моделей.

В своей работе, я собираюсь выделить и сравнить пять математических моделей матричного фотоприёмника. Производить сравнение я буду с помощью компьютерного моделирования на языке программирования Python, так как уже работал с ним в процессе обучения, а так же имею необходимые навыки для задания и обработки определённых функций.

В первой главе своей работы я дам описание математическим моделям матричного фотоприёмника, опишу их параметры, скажу для чего они нужны и покажу их различные представления, которые мне удалось выделить.

Во второй главе я подробно опишу, что собой представляют функции, участвующие в математических моделях и покажу то, как я задал данные функции в своей программе.

Третья глава моей работы будет посвящена сравнительному анализу математических моделей, но предварительно я выведу пример математической модели, который буду использовать как образец, а также покажу как именно влияют параметры матрицы фотоприёмника на полученные результаты моделирования.

Таким образом, целью данной ВКР является получение программы представляющей правильную математическую модель матричного фотоприёмника и проведение сравнительного анализа всех имеющихся на данный момент моделей посредством компьютерного моделирования.

В ходе работы было выделено 5 математических моделей:

$$I_S(x, y) = [I(x, y) \otimes \text{rect}(\frac{x}{\alpha\Delta x}, \frac{y}{\beta\Delta y})] \cdot \text{comb}(\frac{x}{\Delta x}, \frac{y}{\Delta y}) \cdot \text{rect}(\frac{x}{L_x}, \frac{y}{L_y}) \quad (1)$$

$$I_S(x, y) = I(x, y) \cdot [\text{rect}(\frac{x}{\alpha\Delta x}, \frac{y}{\beta\Delta y}) \otimes \text{comb}(\frac{x}{\Delta x}, \frac{y}{\Delta y})] \cdot \text{rect}(\frac{x}{L_x}, \frac{y}{L_y}) \quad (2)$$

$$I_S(x, y) = [I(x, y) \cdot \sum_{n=-N/2}^{N/2} \sum_{m=-M/2}^{M/2} \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y)] \otimes \text{rect}(\frac{x}{\alpha\Delta x}, \frac{y}{\beta\Delta y}) \quad (3)$$

$$I_S(x, y) = [I(x, y) \cdot \text{rect}(\frac{x}{L_x}, \frac{y}{L_y})] \otimes \text{rect}(\frac{x}{\alpha\Delta x}, \frac{y}{\beta\Delta y}) \cdot \text{comb}(\frac{x}{\Delta x}, \frac{y}{\Delta y}) \quad (4)$$

$$I_S(x, y) = I(x, y) \cdot [\text{rect}(\frac{x}{\alpha\Delta x}, \frac{y}{\beta\Delta y}) \otimes \text{comb}(\frac{x}{\Delta x}, \frac{y}{\Delta y})] \cdot \text{comb}(\frac{x}{\Delta x}, \frac{y}{\Delta y}) \cdot \text{rect}(\frac{x}{L_x}, \frac{y}{L_y}) \quad (5)$$

А также была написана программа, с помощью которой было произведено сравнение всех пяти моделей матричного фотоприёмника в одномерном виде. Графики результатов компьютерного моделирования выглядели следующим образом:

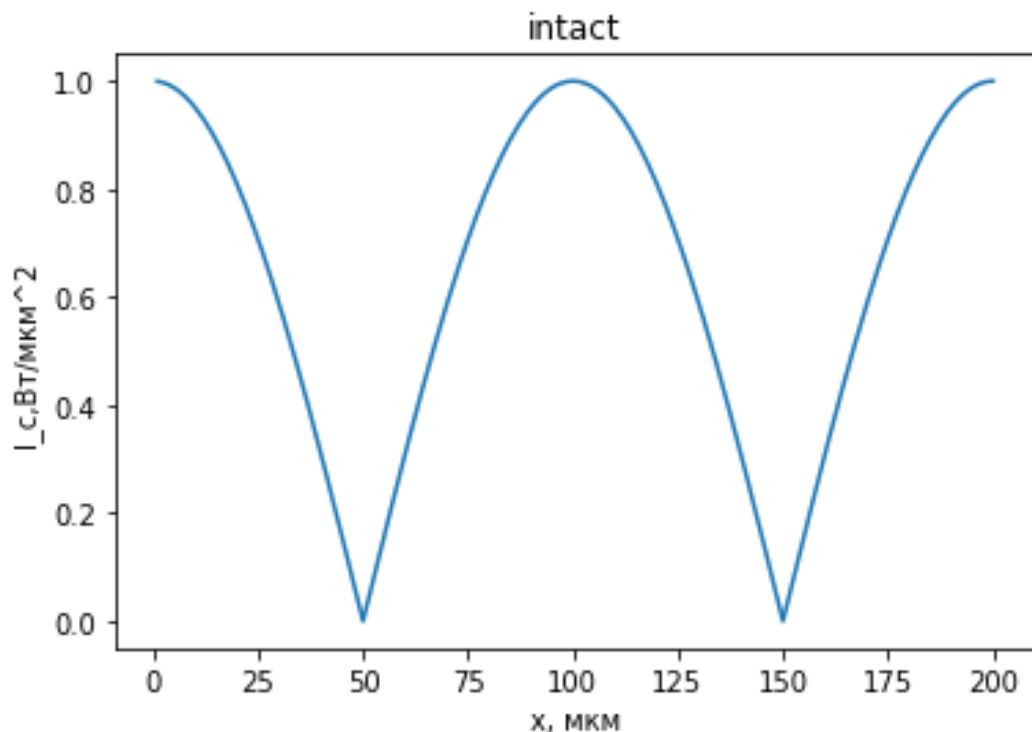


Рис. 1 График исходного распределения интенсивности $I(x)$.

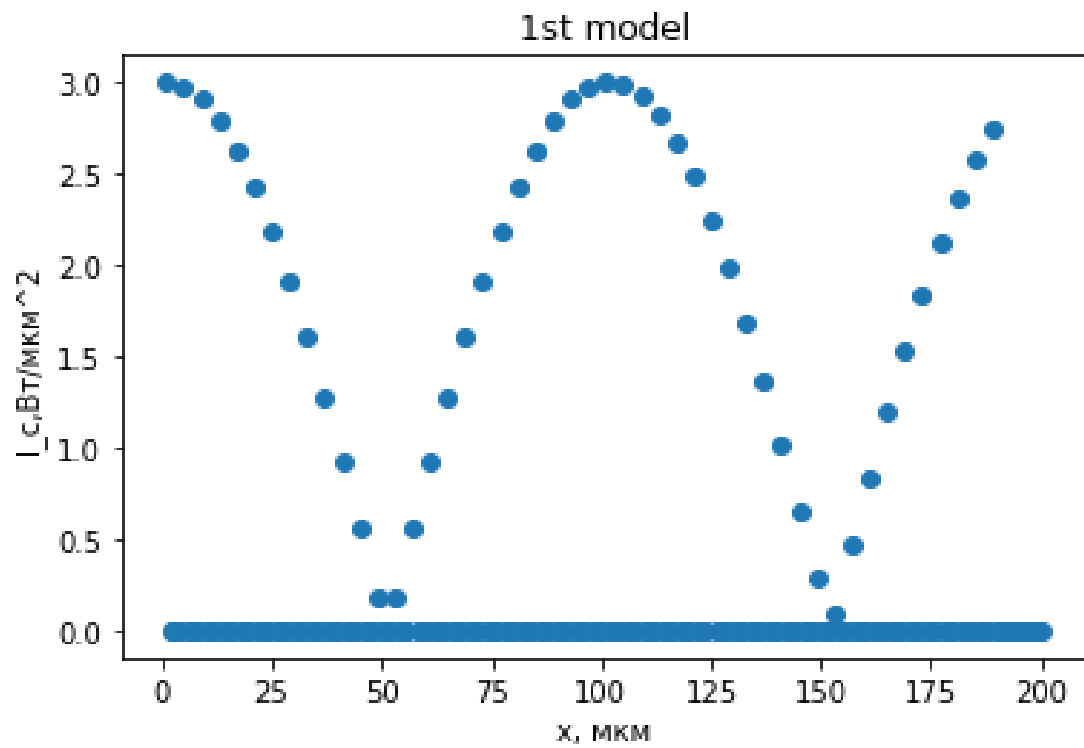


Рис. 2 График результатов моделирования модели (1').

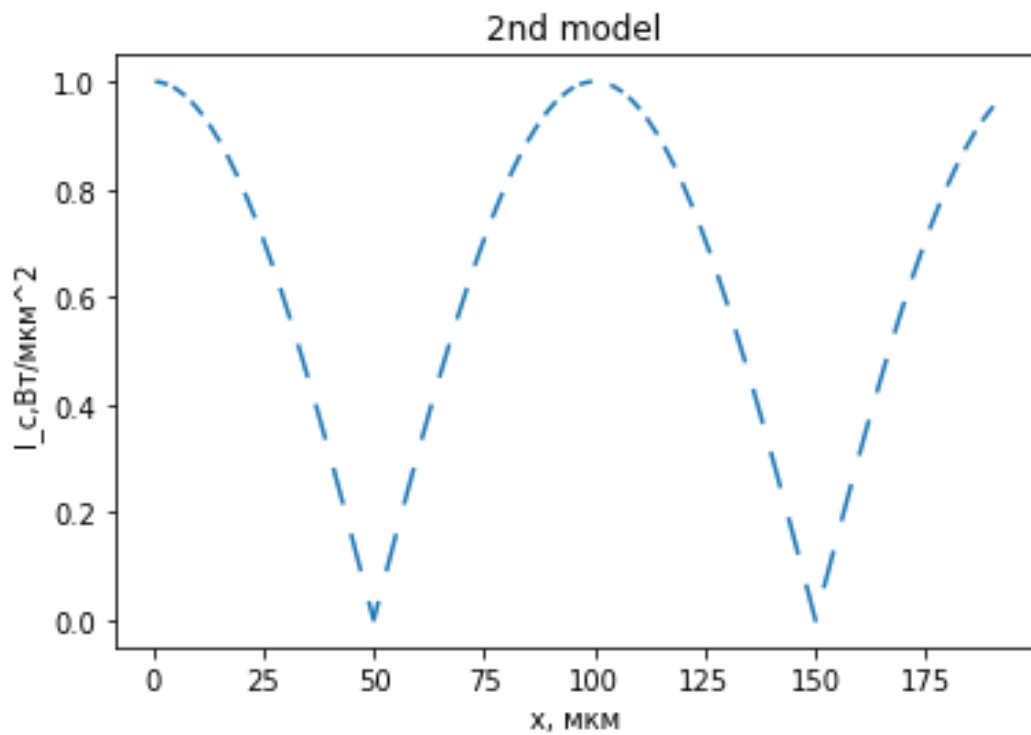


Рис. 3 График результатов моделирования модели (2').

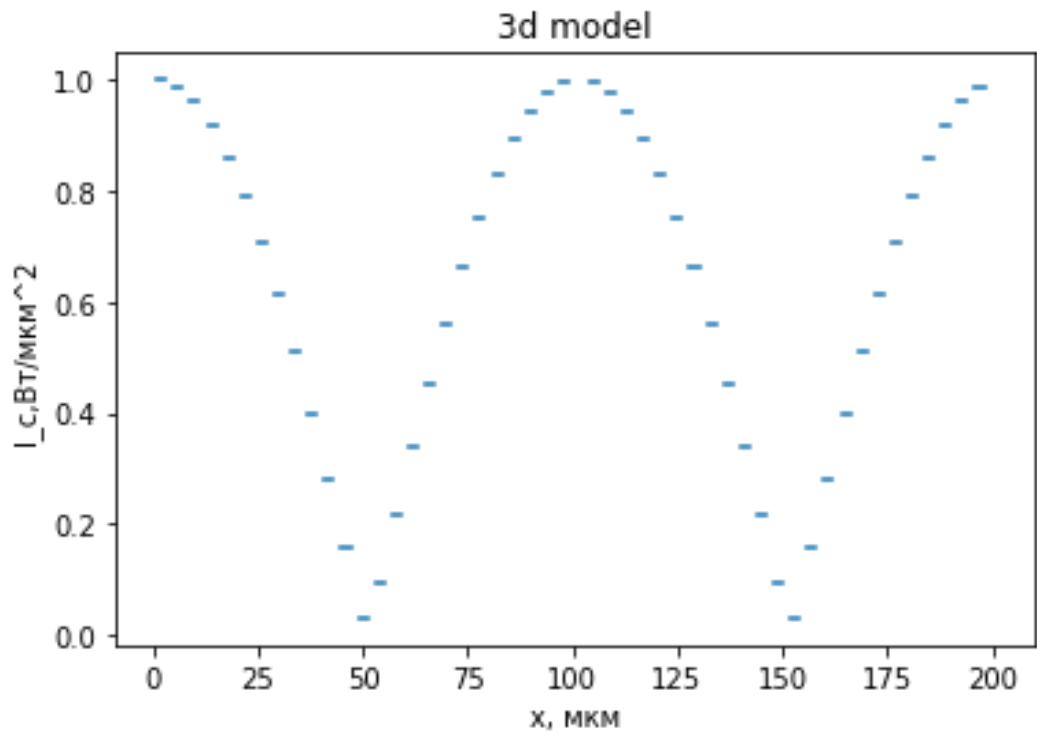


Рис. 4 График результатов моделирования модели (3').

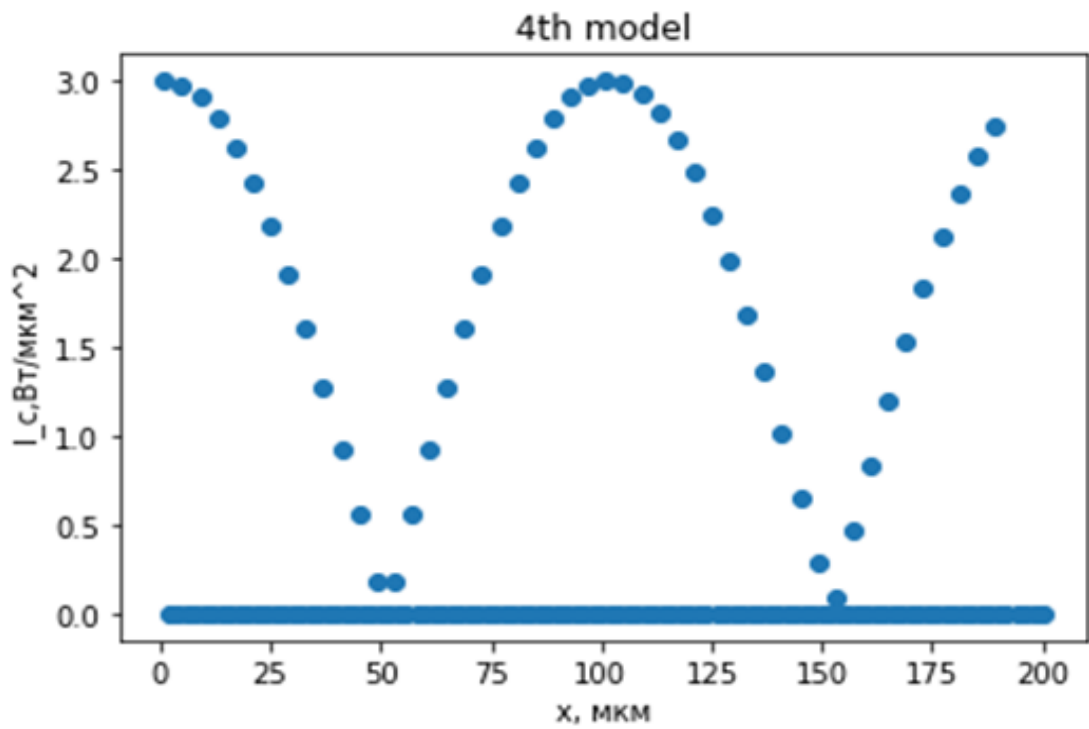


Рис. 5 График результатов моделирования модели (4').

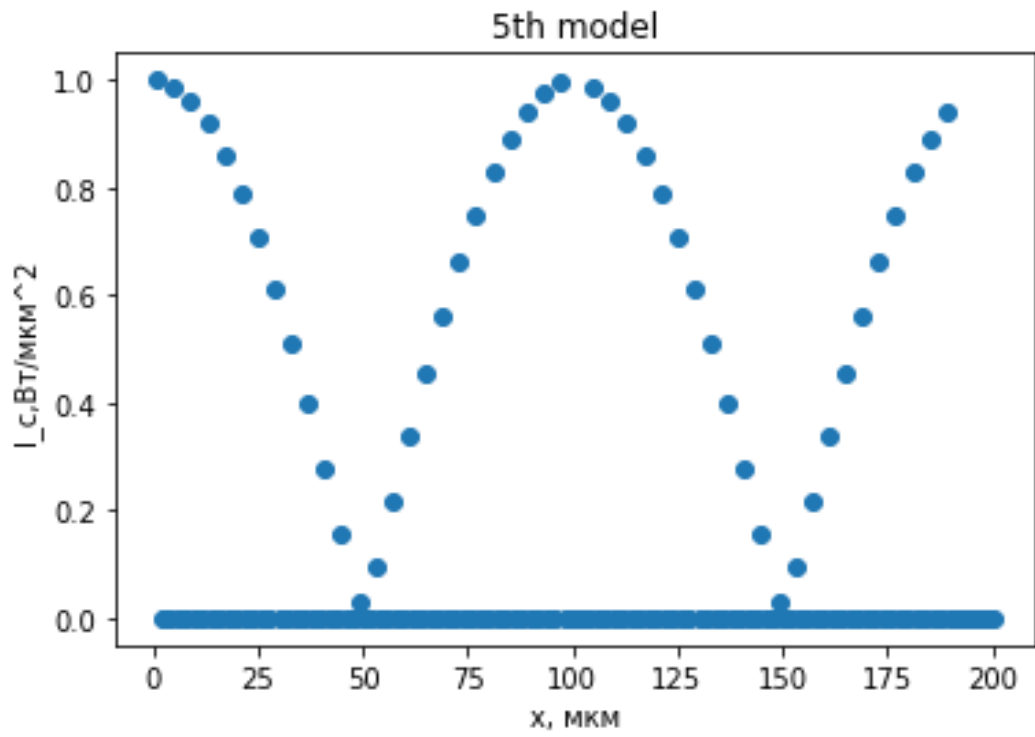


Рис. 6 График результатов моделирования модели (5').

Заключение

В ходе обзорной части моей работы были выделены 5 имеющихся математических моделей матричного фотоприёмника, из которых были получены их одномерные представления для дальнейшего сравнения.

В процессе работы была создана программа на языке python для моделирования и расчёта математических моделей, представляющих матричный фотоприёмник.

Было произведено сравнение имеющихся математических моделей. В ходе сравнения было установлено, что модели (1) и (4) подобны и могут использоваться в рамках поставленной задачи математических моделей матричного фотоприёмника.

Модели с номерами (2) и (3) не учитывали надлежащим образом влияние размера детектора матрицы фотоприёмника и давали некорректный выходной массив, который соответствовал импульсному, а не дискретному сигналу. Модель (5) давала дискретный сигнал, однако, также не учитывала влияние размера детектора, поэтому тоже не может применяться как математическая модель матричного фотоприёмника.

Полученные результаты позволят исследователям избежать ошибок, связанных с использованием математических моделей матричного фотоприёмника, а созданная программа может быть полезна в образовательном процессе и для моделирования реальных параметров.

Список использованных источников

1. Grebenyuk K. A. Formal Derivation of Digital Image Sensor Model //Physics Procedia. – 2015. – Т. 73. – С. 269-273.
2. Гребенюк К. А. Сравнительный анализ математических моделей матричного фотоприемника, используемых в цифровой голографии //Оптика и спектроскопия. – 2017. – Т. 123. – №. 2. – С. 189-193.
3. Guo C.S., Zhang L., Rong Z.Y., Wang H.T. // Opt. Eng. 2003. V. 42. № 9. P. 2768. doi 10.1117/1.1599841.
4. Meng Ding, Qi Fan, Yin Su, Ting Zhao, "Mathematical analysis for image sampling process of CCD," Proc. SPIE 10462, AOPC 2017: Optical Sensing and Imaging Technology and Applications, 104623A (24 October 2017); doi: 10.1117/12.2285121.

