

Московский Физико-Технический Институт
(Национальный исследовательский университет)

Лабораторная работа

Электронно-оптический преобразователь

Выполнили

Долгопрудный, 2022 г.

Цель работы: изучить зависимости токов и напряжений в системе от значений напряжений катода, микроканальной пластины и экрана

Оборудование: электронно-оптический преобразователь, светофильтры

1. Теоретическая часть

1.1. Теоретические сведения

Электронно-оптический преобразователь - вакуумный фотоэлектронный прибор для преобразования невидимого глазом изображения (в ближнем инфракрасном, ультрафиолетовом или рентгеновском спектре) в видимое для усиления яркости видимого изображения. Представляет собой электровакуумную колбу, внутри которой размещены фотокатод, люминисцентный экран, фокусирующая и ускоряющая электронно-оптические системы.

В электронно-оптическом преобразователе в данной работе для усиления электрического тока применяется микроканальная пластина.

Микроканальная пластина - многоканальный электронный умножитель, представляет собой сотовую структуру, образованную большим числом стеклянных каналов. Когда налетающий электрон попадает в канал, то из стенки канала выбиваются вторичные электроны, которые ускоряются электрическим полем вдоль канала, которое создается приложением напряжения между стенками МКП. Вторичные электроны летят, пока не попадут на стенку, выбивая еще большее количество вторичных электронов. Процесс повторяется много раз, формируя электронную лавину.

1.2. Схема установки

Входное оптическое излучение подается на фотокатод, изготовленный на стекловолоконной шайбе. Каждое волокно транспортирует оптическое излучение с входной плоскости ЭОП к фоточувствительному слою фотокатода. Когда налетающий электрон попадает в канал, то из стенки канала выбиваются вторичные электроны, которые ускоряются электрическим полем вдоль канала. Электрическое поле внутри канала создаётся путём приложения напряжения между поверхностями МКП. Экран покрыт люминофором, который при электронном возбуждении обеспечивает свечение в зеленой области видимого спектра. Изображение на экране регистрируется с помощью видеокамеры.

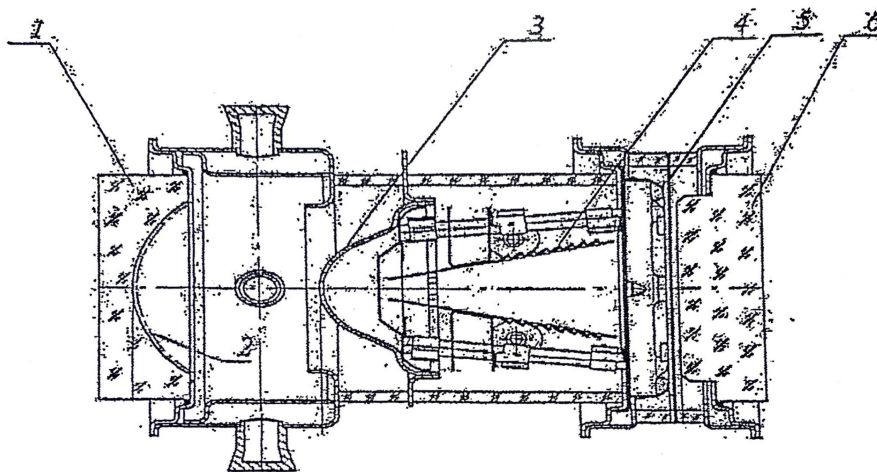


Рис. 1: Схема установки электронно-оптического преобразователя. 1 - стекловолоконное входное напряжение, 2 - фотокатод, 3 - анод, 4 - отклоняющие пластины, 5 - микроканальная пластина, 6 - выходное стекловолоконное окно

2. Практическая часть

2.1. Ход работы и результаты измерений

- 1) Приводим установку в рабочее состояние. При помощи ручек можно регулировать напряжение катода, напряжение экрана и напряжение МКП; регистрировать ток анода, катода, МКП и экрана. По умолчанию значения напряжений МКП, экрана и катода равны 1.2 кВ, 3.5 кВ и 3.5 кВ соответственно.
- 2) При значениях напряжения на экране и МКП по умолчанию меняем напряжение на катоде от 0.9 кВ до 4.2 кВ и фиксируем значения всех токов.
- 3) При значениях напряжения на экране и катоде по умолчанию меняем напряжение на МКП от 0.4 кВ до 1.8 кВ и фиксируем значения всех токов (см. табл.2)
- 4) При значениях напряжения на катоде и МКП по умолчанию меняем напряжение на экране от 0.8 кВ до 3.5 кВ и фиксируем значения всех токов (см. табл. 3)
- 5) При максимальном напряжении на МКП понижаем напряжение на катоде до минимального уровня, при котором видно изображение. Далее мы понижаем напряжение на МКП, попутно повышая напряжение на катоде, стараясь сохранять постоянный уровень яркости изображения. Фиксируем значения напряжений, получая зависимость $V_{\text{МКП}}(V_{\text{катод}})$ при постоянной яркости изображения.

6) Понижаем все напряжения до нуля и отключаем установку.

U_{mkp} , кВ	I_a , мкА	I_k , мкА	I_{mkp} , мкА	I_{scr} , мкА	U_k , кВ	U_{scr} , кВ
1,52	3,27	0,01	6,48	0,00	1,99	3,51
1,52	3,27	-0,01	6,48	0,01	2,38	3,51
1,52	3,25	0,02	6,48	0,00	2,80	3,51
1,52	3,27	0,01	6,47	0,00	3,21	3,51
1,52	3,27	0,01	6,48	0,00	3,60	3,51
1,52	3,27	0,05	6,47	0,00	4,00	3,51

Таблица 1: Результаты измерений при фиксированных значениях напряжения на микроканальной пластине V_{mkp} и напряжения на экране $V_{экp}$

U_{mkp} , кВ	I_a , мкА	I_k , мкА	I_{mkp} , мкА	I_{scr} , мкА	U_k , кВ	U_{scr} , кВ
0,50	1,02	-0,01	2,04	-0,01	3,50	3,51
0,60	1,22	0,00	2,44	-0,01	3,50	3,51
0,71	1,46	-0,01	2,90	0,00	3,50	3,51
0,80	1,66	0,00	3,28	0,01	3,50	3,51
0,90	1,87	0,01	3,72	0,00	3,50	3,51
1,00	2,09	0,00	4,13	-0,01	3,49	3,51
1,10	2,30	0,00	4,57	0,00	3,50	3,51
1,20	2,53	0,01	4,99	0,00	3,49	3,51
1,29	2,73	0,00	5,41	0,01	3,50	3,51
1,40	2,97	0,00	5,89	0,00	3,50	3,51
1,50	3,23	-0,01	6,38	0,00	3,50	3,51

Таблица 2: Результаты измерений при фиксированных значениях напряжения на катоде $V_{катод}$ и напряжения на экране $V_{экp}$

U_{mkp} , кВ	I_a , мкА	I_k , мкА	I_{mkp} , мкА	I_{scr} , мкА	U_k , кВ	U_{scr} , кВ
1,52	3,27	0,01	6,47	0,00	3,50	2,01
1,52	3,28	-0,01	6,49	0,01	3,50	2,41
1,52	3,29	0,02	6,46	0,00	3,50	2,83
1,52	3,27	0,01	6,49	0,00	3,50	3,21
1,52	3,28	0,01	6,49	0,00	3,50	3,61
1,52	3,28	0,05	6,48	0,00	3,50	3,84

Таблица 3: Результаты измерений при фиксированных значениях напряжения на катоде $V_{\text{катод}}$ и напряжения на микроканальной пластине $V_{\text{мкп}}$

2.2. Обработка результатов измерений

Используя данные из таблиц 1-3, построим графики зависимостей токов на элементах ЭОП от напряжений на этих же элементах (смотри приложение).

3. Вывод

Анализируя графики зависимостей, можно следующие следующие выводы:

- Мы изучили зависимости токов и напряжений в системе от значений напряжения катода, микроканальной пластины и экрана
- Получили линейную зависимость тока МКП $I_{\text{анод}}$ от напряжения на МКП
- Получили, что токи $I_{\text{анод}}$ не зависят от напряжений на катоде и на экране. А от напряжения на МКП зависит линейно.
- Ток $I_{\text{МКП}}$ не зависит от напряжения на экране и на катоде, но линейно зависит от напряжения на МКП.
- Ток $I_{\text{катод}}$, $I_{\text{экран}}$ не зависят от напряжений на элементах ЭОП.
- Наблюдали уменьшение яркости изображения при помещении светофильтров

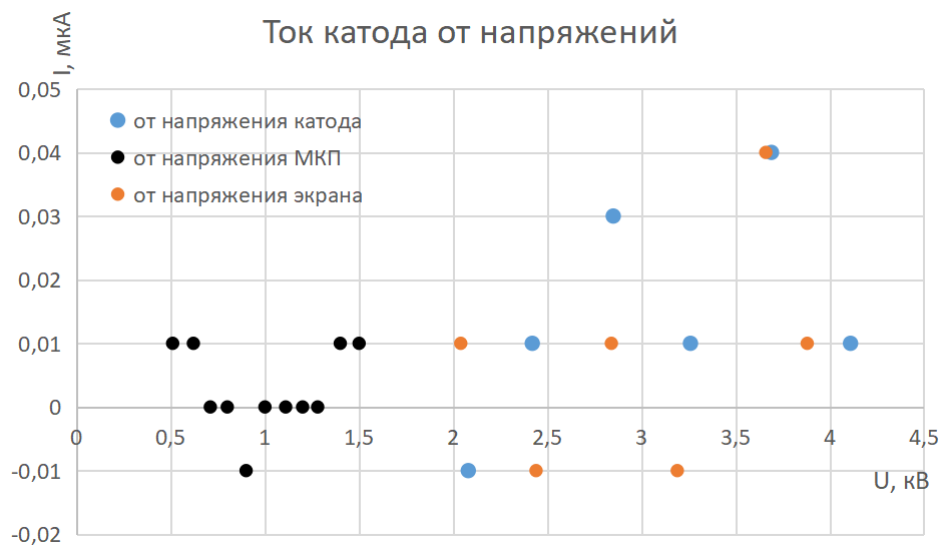


Рис. 2: График зависимости $I_{\text{катод}}$ от напряжений на катоде, на МКП и на экране

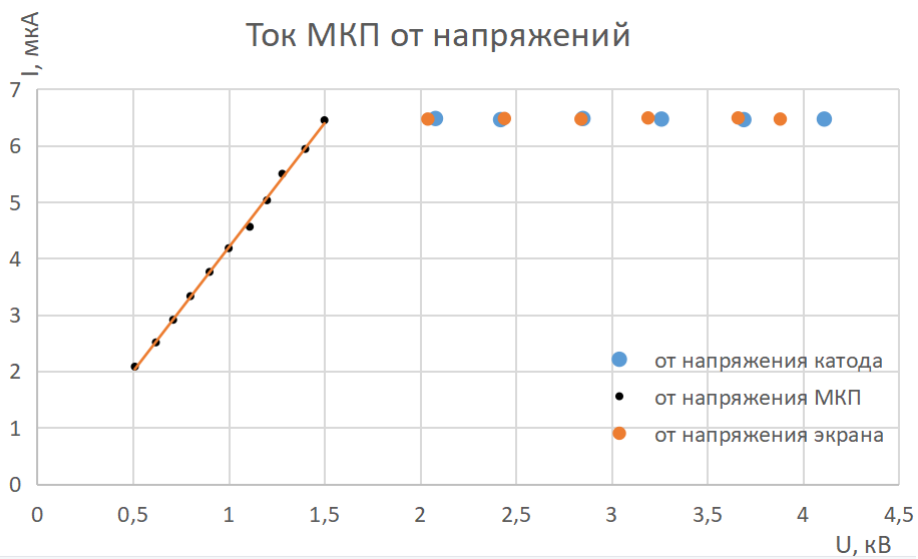


Рис. 3: График зависимости $I_{\text{МКП}}$ от напряжений на катоде, МКП и экране

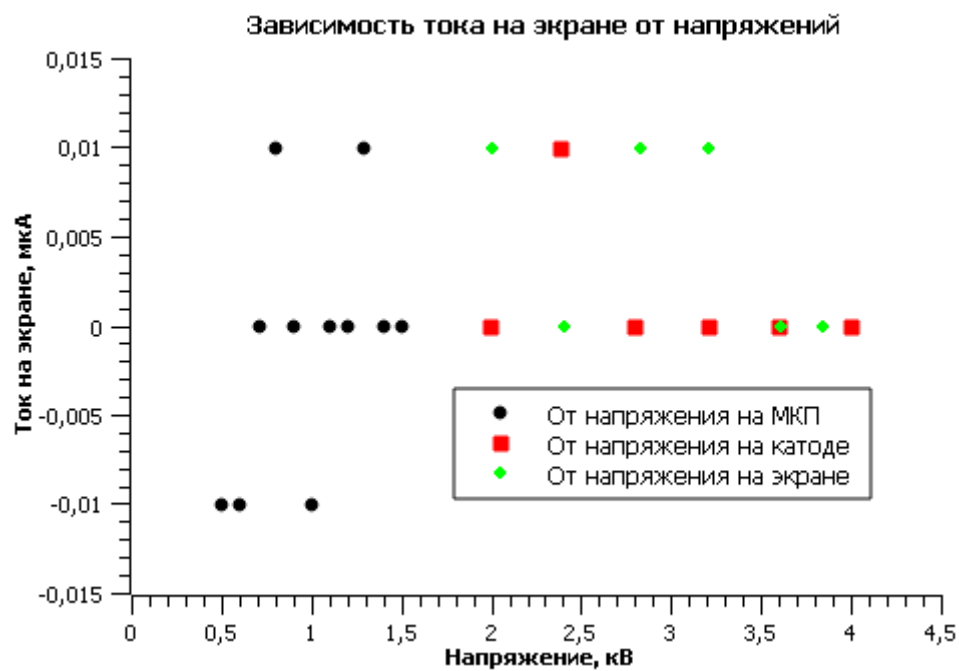


Рис. 4: График зависимости $I_{\text{экp}}$ от напряжений на МКП, на экране и на катоде

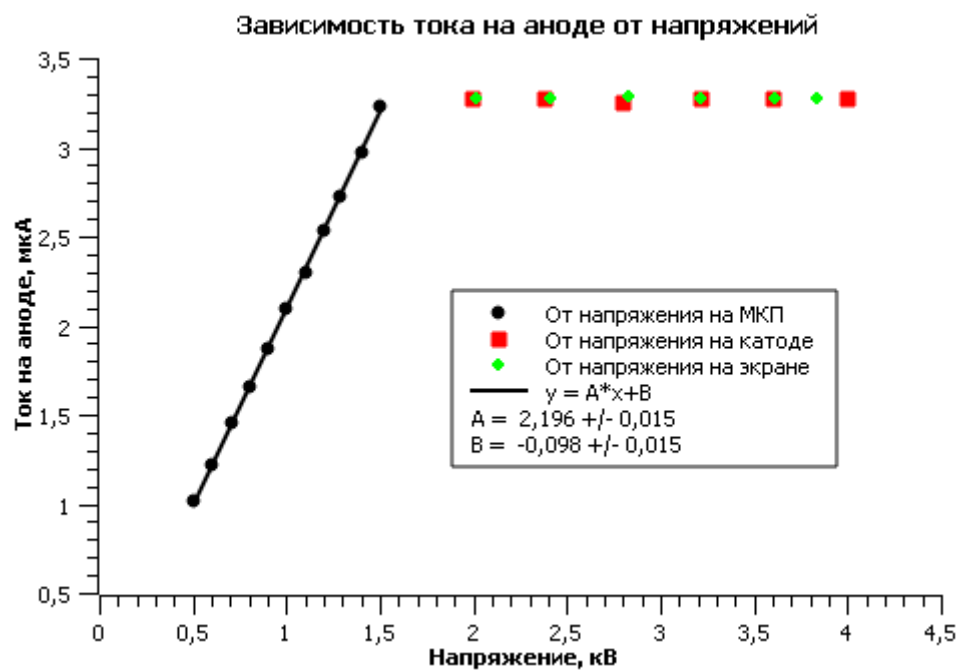


Рис. 5: График зависимости $I_{\text{анод}}$ от напряжений на МКП, на экране и на катоде