

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования

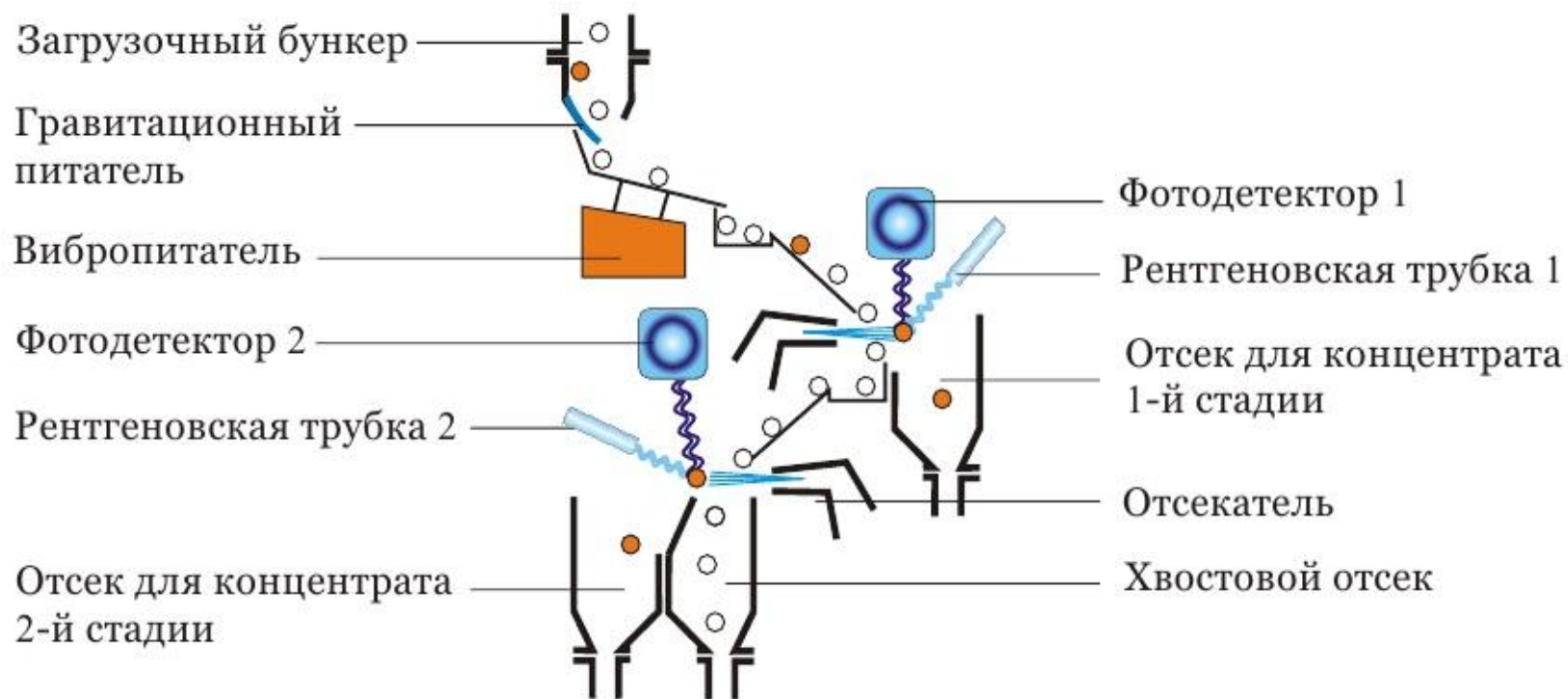
Рязанский государственный радиотехнический университет  
Кафедра ЭП

**Разработка макета триодной рентгеновской трубки  
с линейным фокусом.**

Рязань 2015 год

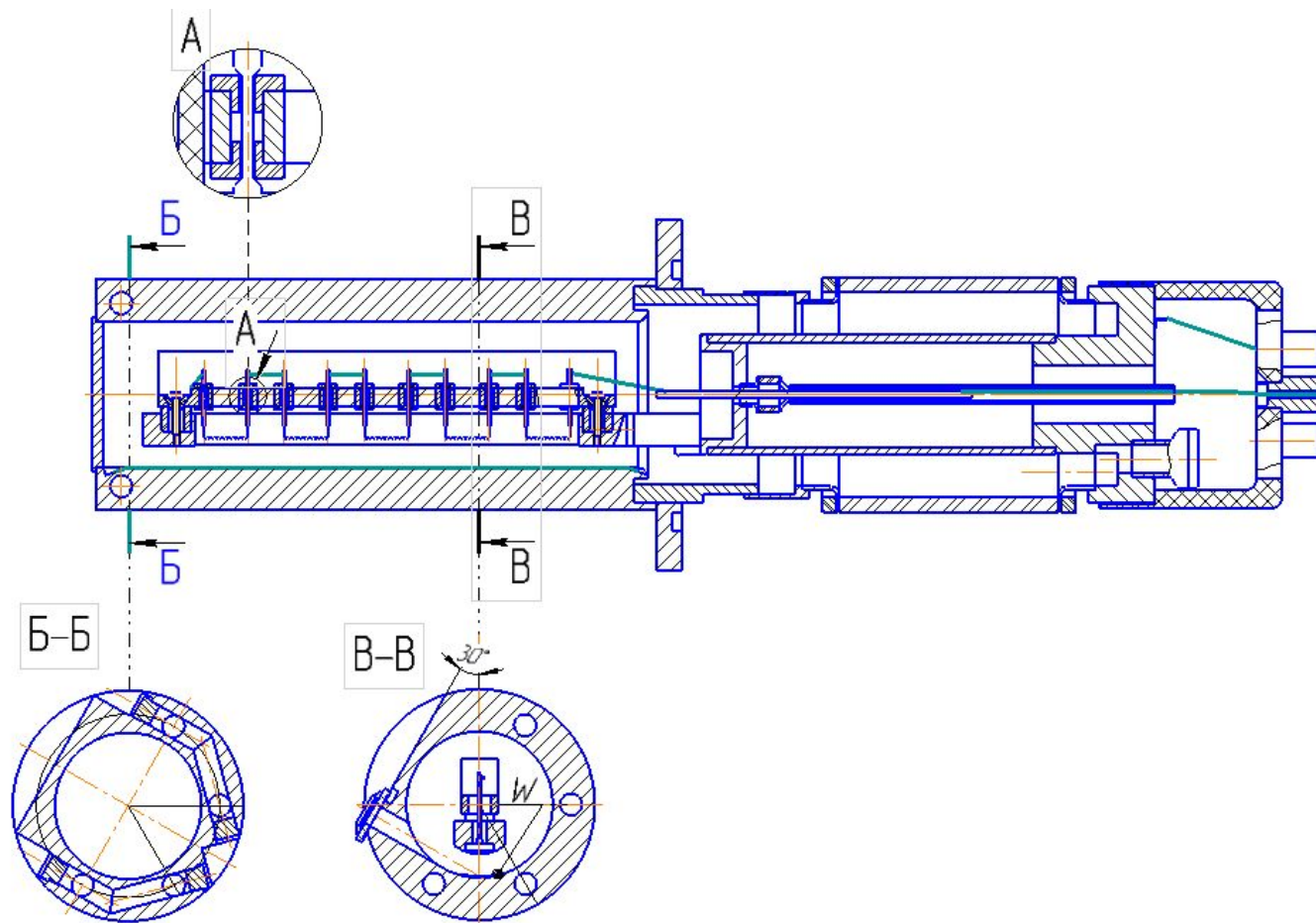
	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			1
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Пример работы рентгенолюминесцентных сепараторов



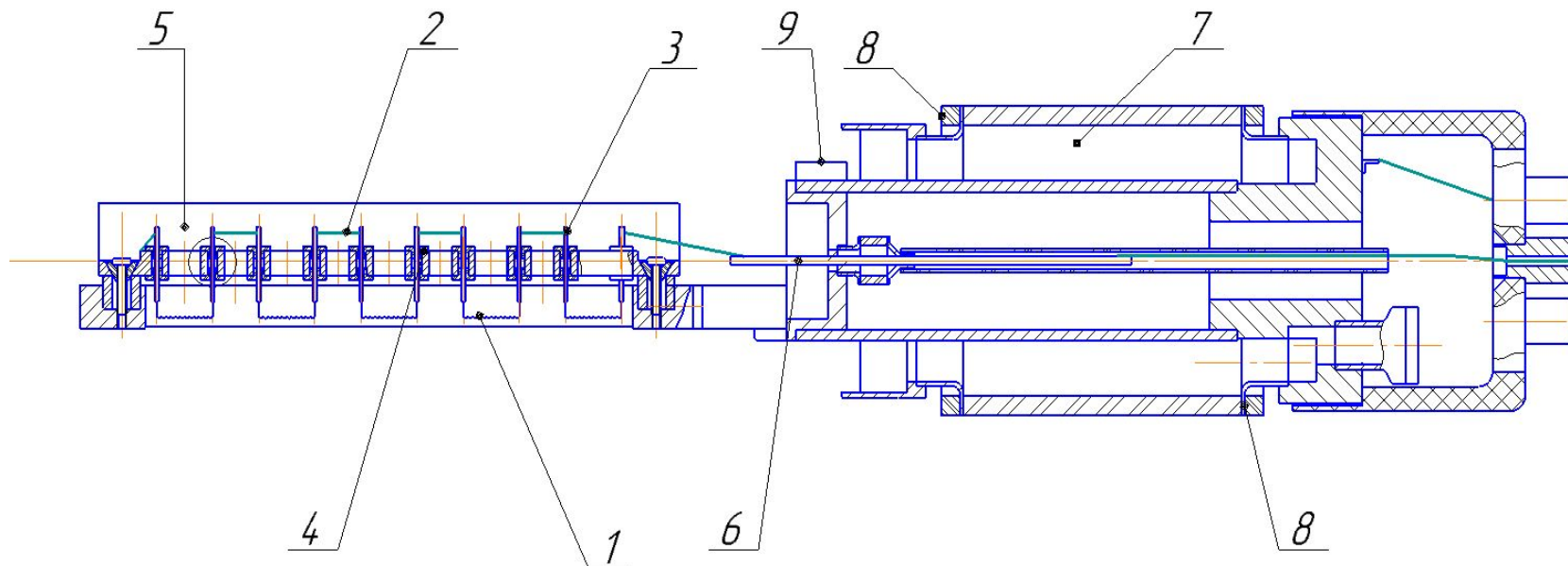
	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			2
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Общий вид диодной рентгеновской трубки



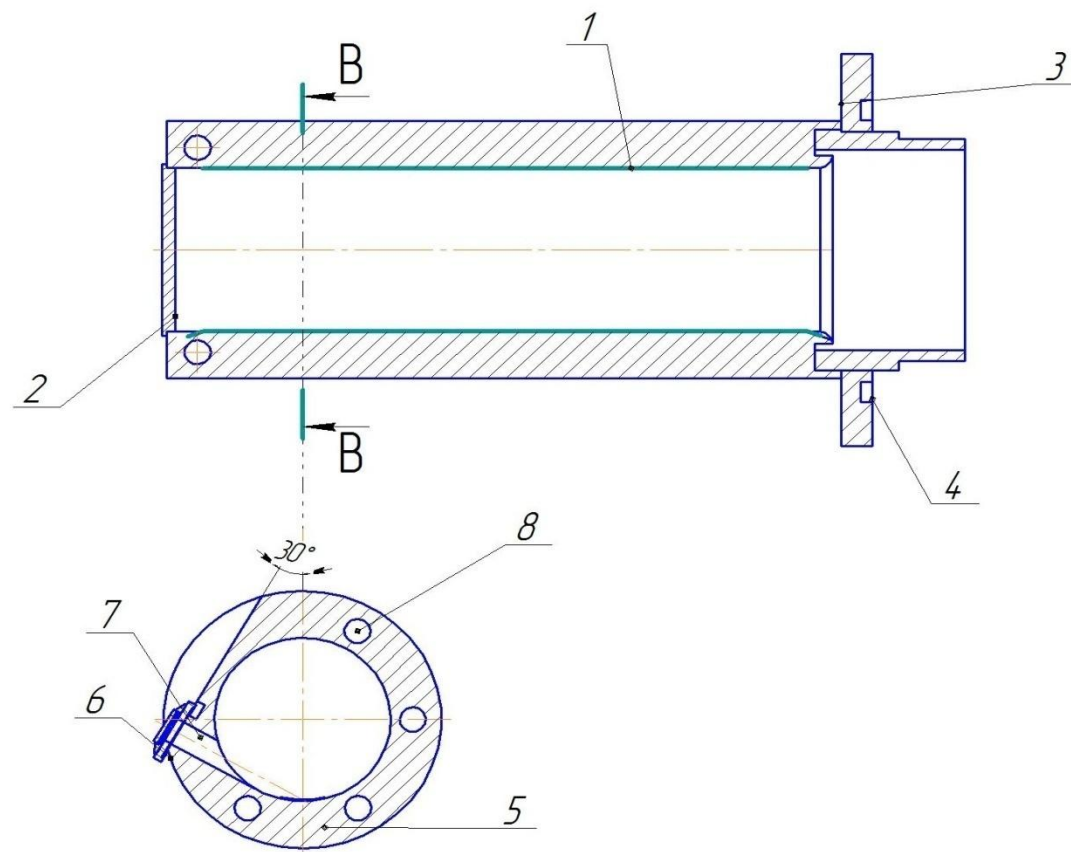
	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			3
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Катодный узел рентгеновской трубки



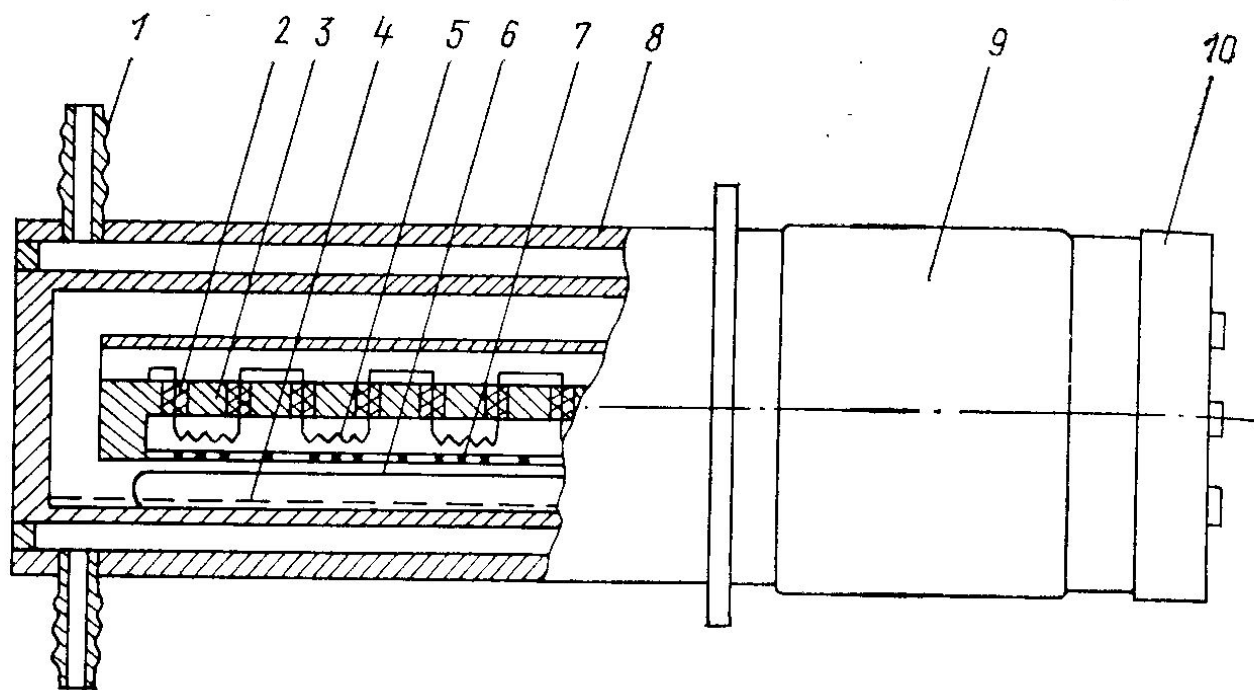
	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			4
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Анодный узел рентгеновской трубки

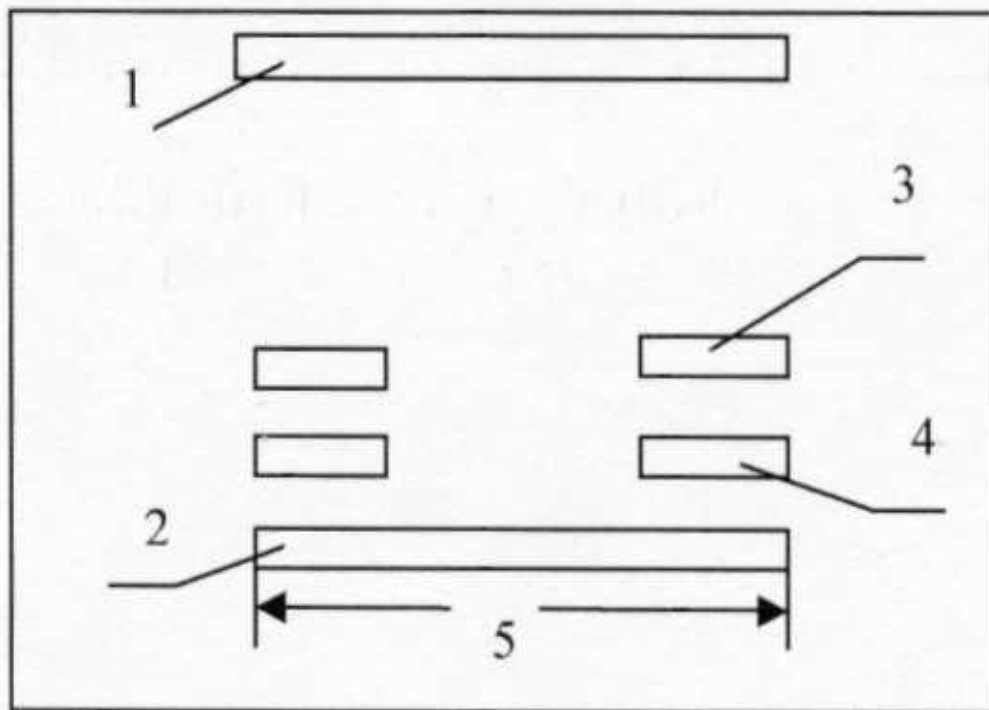


	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			5
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Конструкция рентгеновской трубки БХВ-15

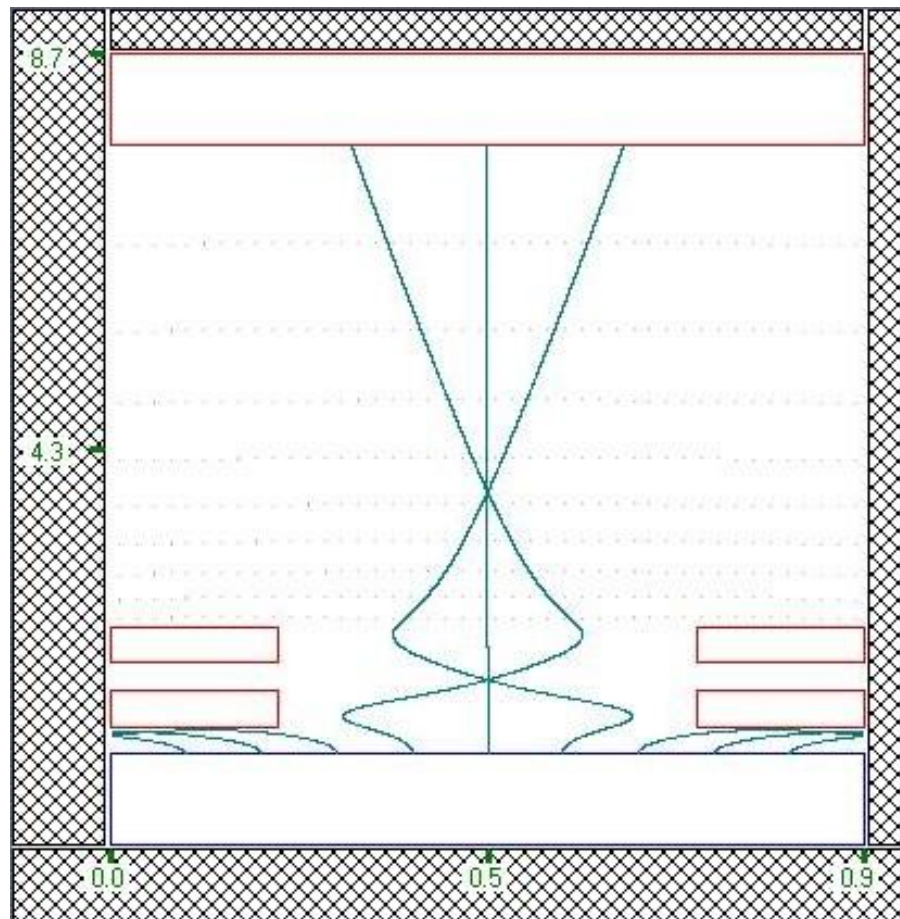


	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			6
Проверил	Анисимов В.Ф.			



Электронно-оптическая система триода  
 1-анод, 2-катод, 3-управляющая сетка, 4-катодная  
 сетка, 5-период системы

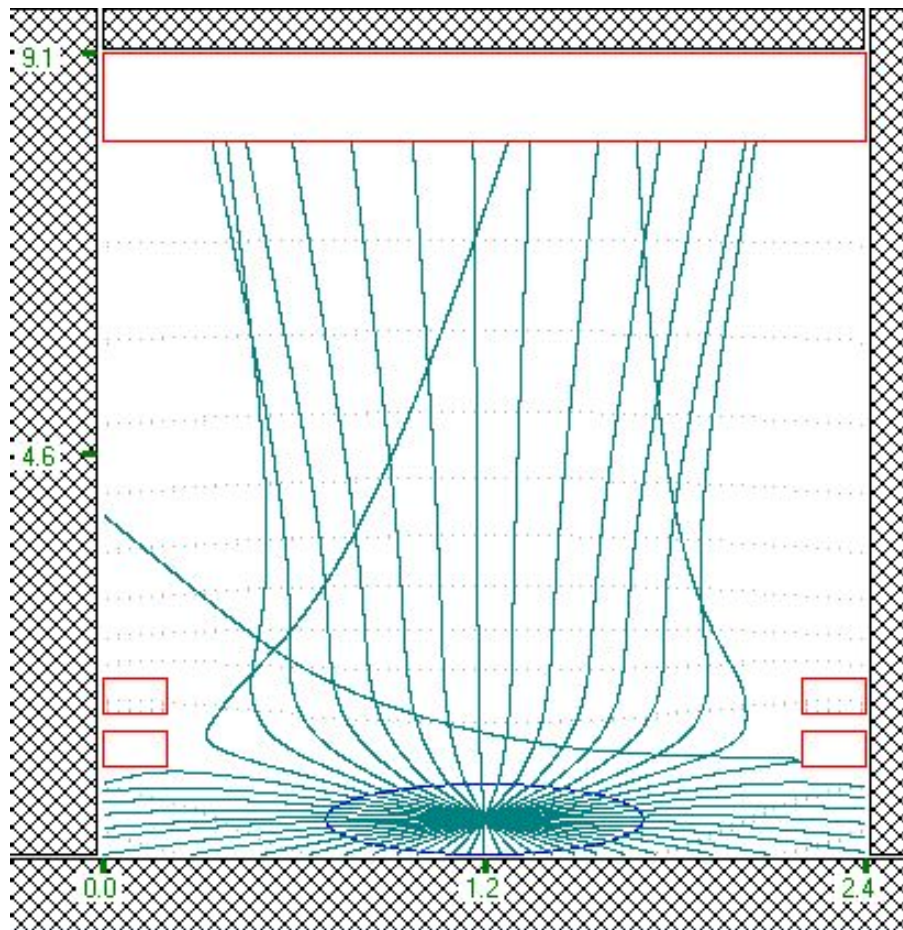
	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			7
Проверил	Анисимов В.Ф.			



Траекторный анализ ЭОС в режиме токопрохождения.  
 $U_a=30\text{кВ}$ ,  $U_k=0$ ,  $U_y=300\text{В}$

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			7
Проверил	Анисимов В.Ф.			

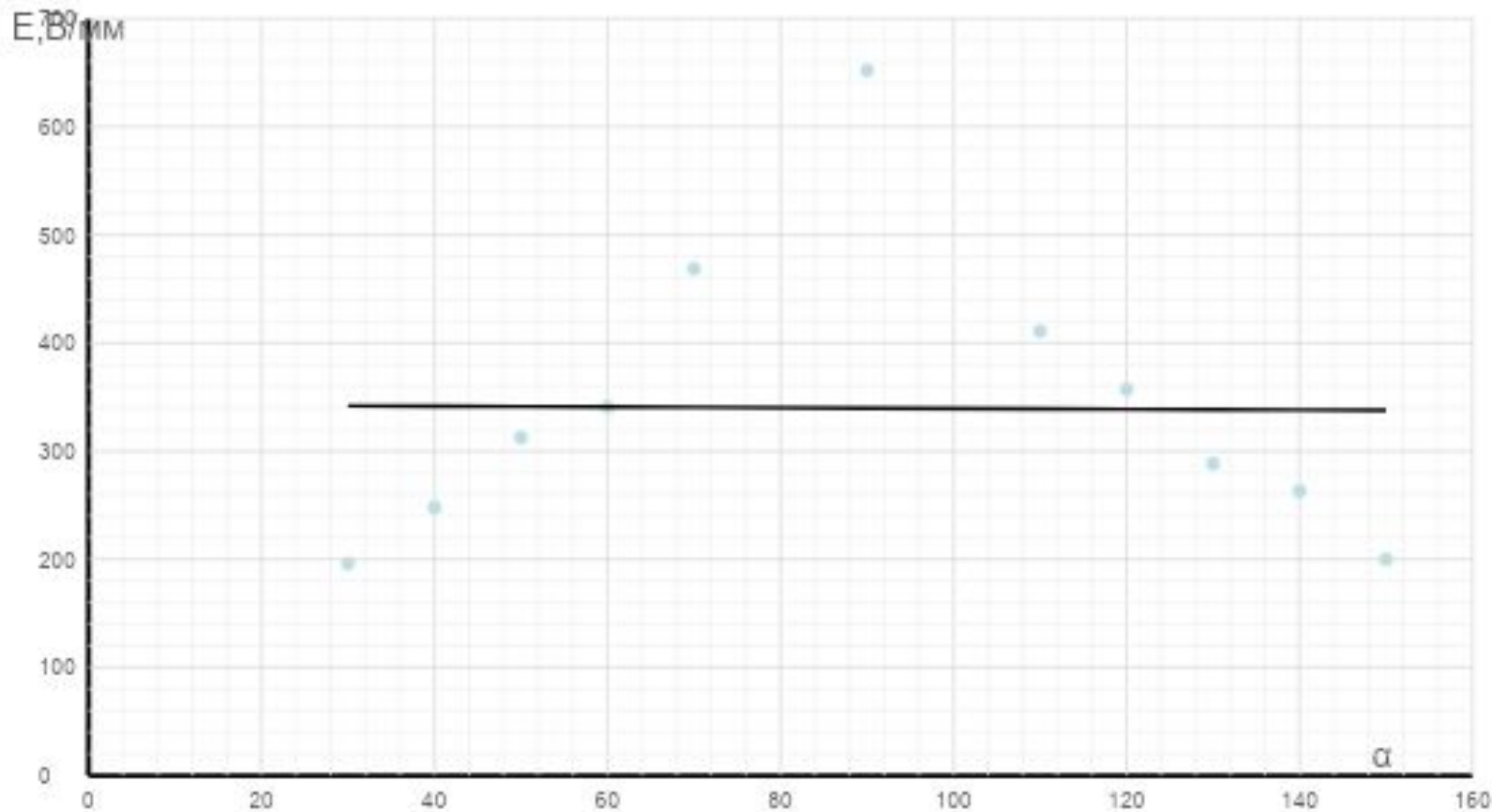




Траекторный анализ ЭОС в режиме токопрохождения при  
 длине паза сетки 2 мм  $U_a=30\text{кВ}$ ;  $U_k=0$ ;  $U_y=300\text{В}$

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			7
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Зависимость напряженности поля от угла сегмента катода



	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			8
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Расчёт основных параметров моделируемой рентгеновской трубки

## Расчёт толщины мишени для массивного анода

$$S = 2,1 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{U_B^2}{\rho} = 2,1 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{(30 \cdot 10^3)^2}{20,1} = 0,94 \cdot 10^{-6} (\text{м}) - \text{рений}$$

$$S = 2,1 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{U_B^2}{\rho} = 2,1 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{(30 \cdot 10^3)^2}{19,3} = 0,98 \cdot 10^{-6} (\text{м}) - \text{вольфрам}$$

## Оценка потерь рентгеновского излучения выпускным окном

Поглощение рентгеновского излучения в бериллии:

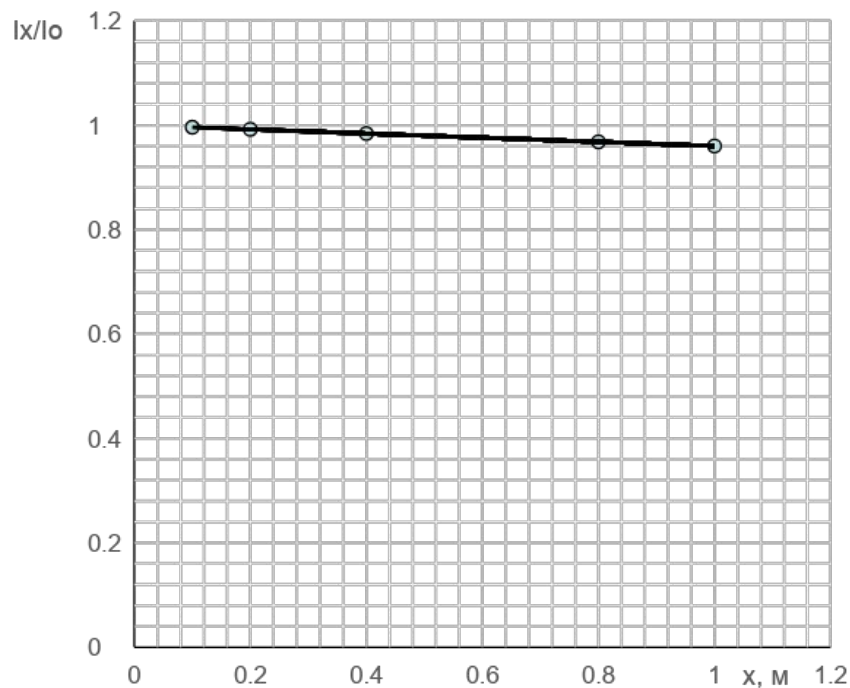
$$\text{При толщине окна } x = 1 \text{ мм} \quad \frac{I_x}{I_0} = e^{-\mu_m \cdot \rho \cdot x} = e^{-0,223 \cdot 1,85 \cdot 0,1} = 0,96 \text{ (потери 4\%)}$$

Поглощение рентгеновского излучения в алюминии:

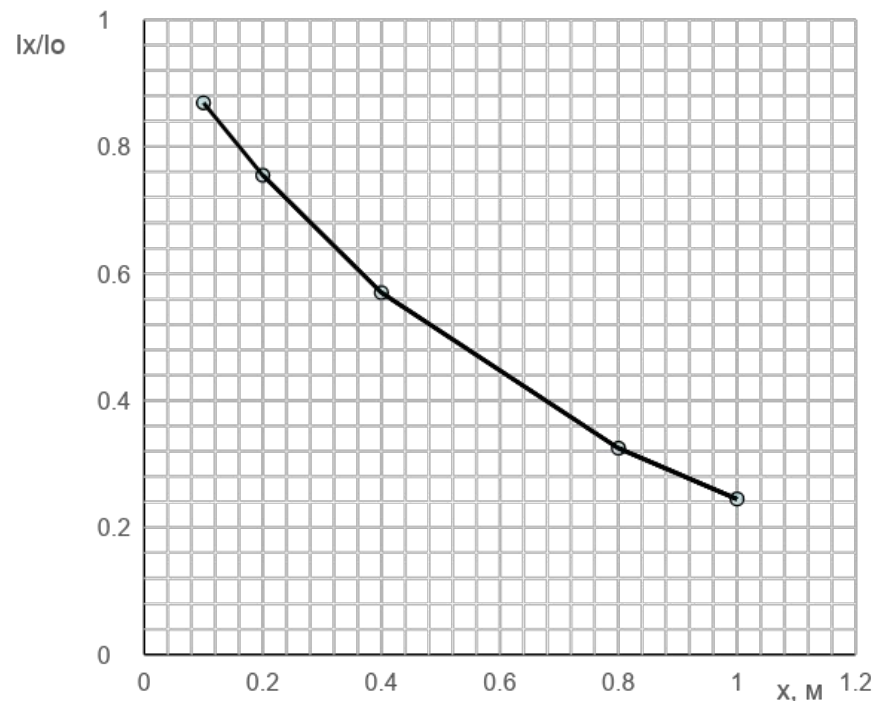
$$\text{При толщине окна } x = 1 \text{ мм} \quad \frac{I_x}{I_0} = e^{-\mu_m \cdot \rho \cdot x} = e^{-5,21 \cdot 2,7 \cdot 0,1} = 0,245 \text{ (потери 75,5\%)}$$

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			9
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Зависимость ослабления рентгеновского излучения от величины толщины бериллиевого окна

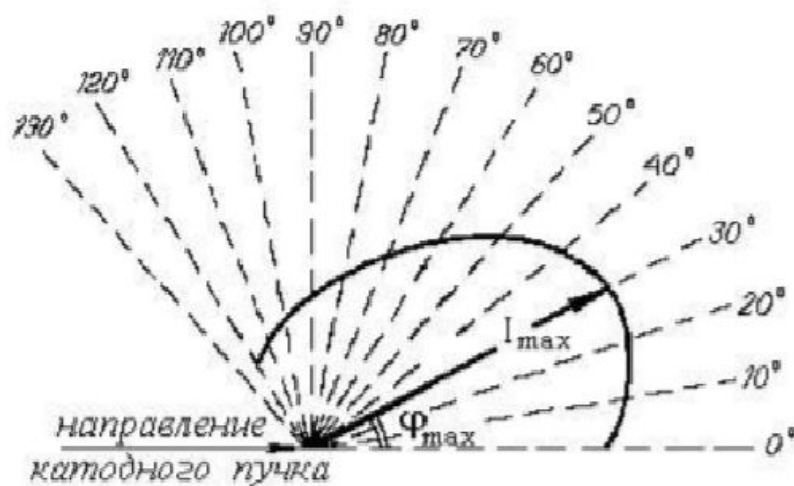


# Зависимость ослабления рентгеновского излучения от величины толщины алюминиевого окна

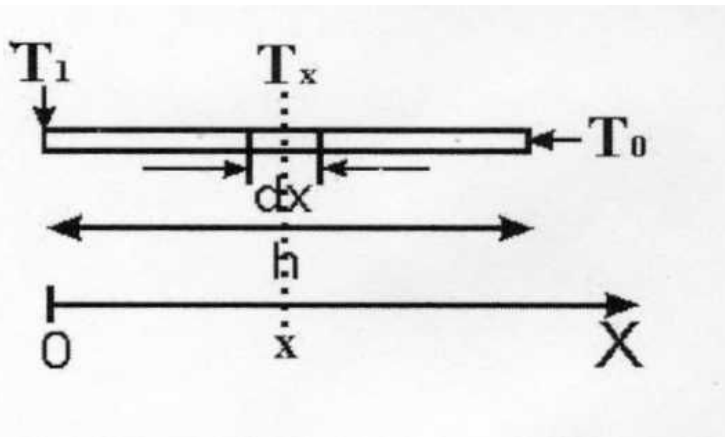


	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			10
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Выбор угла между зоной бомбардировки и выходным окном оптимального излучения



	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			11
Проверил	Анисимов В.Ф.			

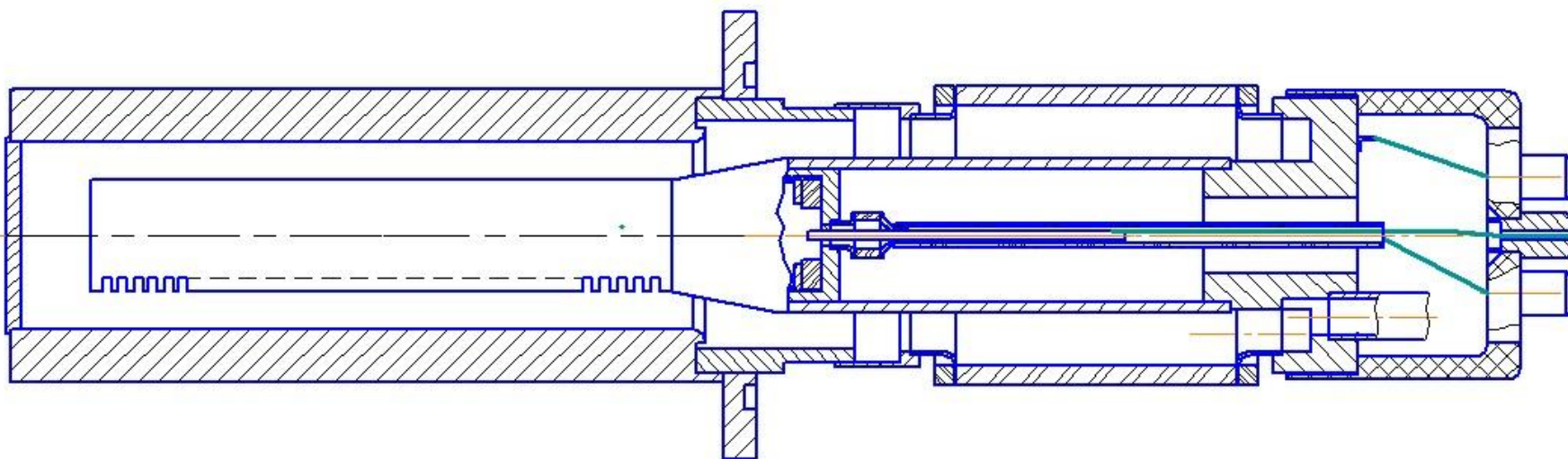


$$T = T_0 + \frac{Q \cdot h}{2 n F}$$

$$T_1 = 150 + 100 \cdot 0,1 / 2 \cdot 3,9 \cdot 100 \cdot 0,0016 = 158,01^\circ\text{C}$$

Приведённые расчёты показывают, что перепад температуры по стержням незначителен и температура сетки в самой горячей точки менее  $200^\circ\text{C}$ , что гарантирует отсутствие термотоков в рабочих режимах.

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			11
Проверил	Анисимов В.Ф.			



Упрощенная конструкция макета триодной рентгеновской трубки.

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			
Проверил	Анисимов В.Ф.			12

# Выводы

В результате проделанной работы была разработана конструкция и технология изготовления макета триодной рентгеновской трубки на напряжение 30кВ.

В процессе работы установлено:

– в результате моделирования рассчитана оптимальная ЭОС со следующими параметрами: Зона электронной бомбардировки составляет более 3 мм.

– оптимальный диаметр спирали катода 1,2 мм, длина секции катода 10 мм, количество секций в катодном узле 5, количество витков в каждой секции 20.

– оптимальная толщина вольфрамовой мишени составляет 1 мкм.

– ослабление рентгеновского излучения выпускным окном при толщине бериллиевого окна 1 мм. При данной толщине ослабление рентгеновского излучения составляет 4 %.

– угол для оптимального вывода рентгеновского излучения через выпускное окно, составляет 30°.

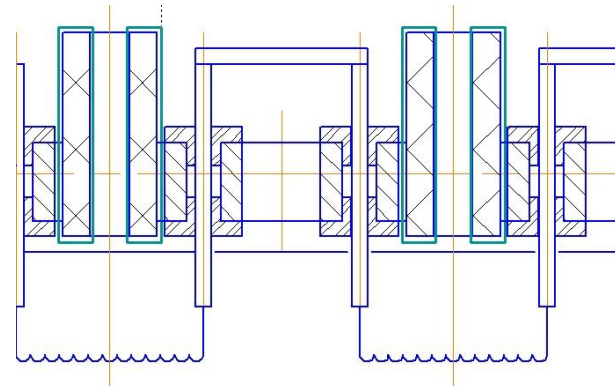
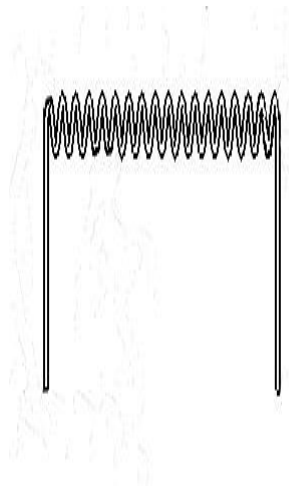
Температура управляющей сетки составляет менее 200°С что гарантирует отсутствие термотокков сетки.

Полученные параметры превосходят требованиям предъявляемым к рентгеновской трубке БХВ-15 в плане напряжения и мощности управления сеточным электродом.

В отличии от триода БХВ-15 у которого только смещение составляет -1000В данная модель ЭОС обеспечивает полное управление при напряжении 550В (запирание -250В, и превышение 300В).

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			12
Проверил	Анисимов В.Ф.			



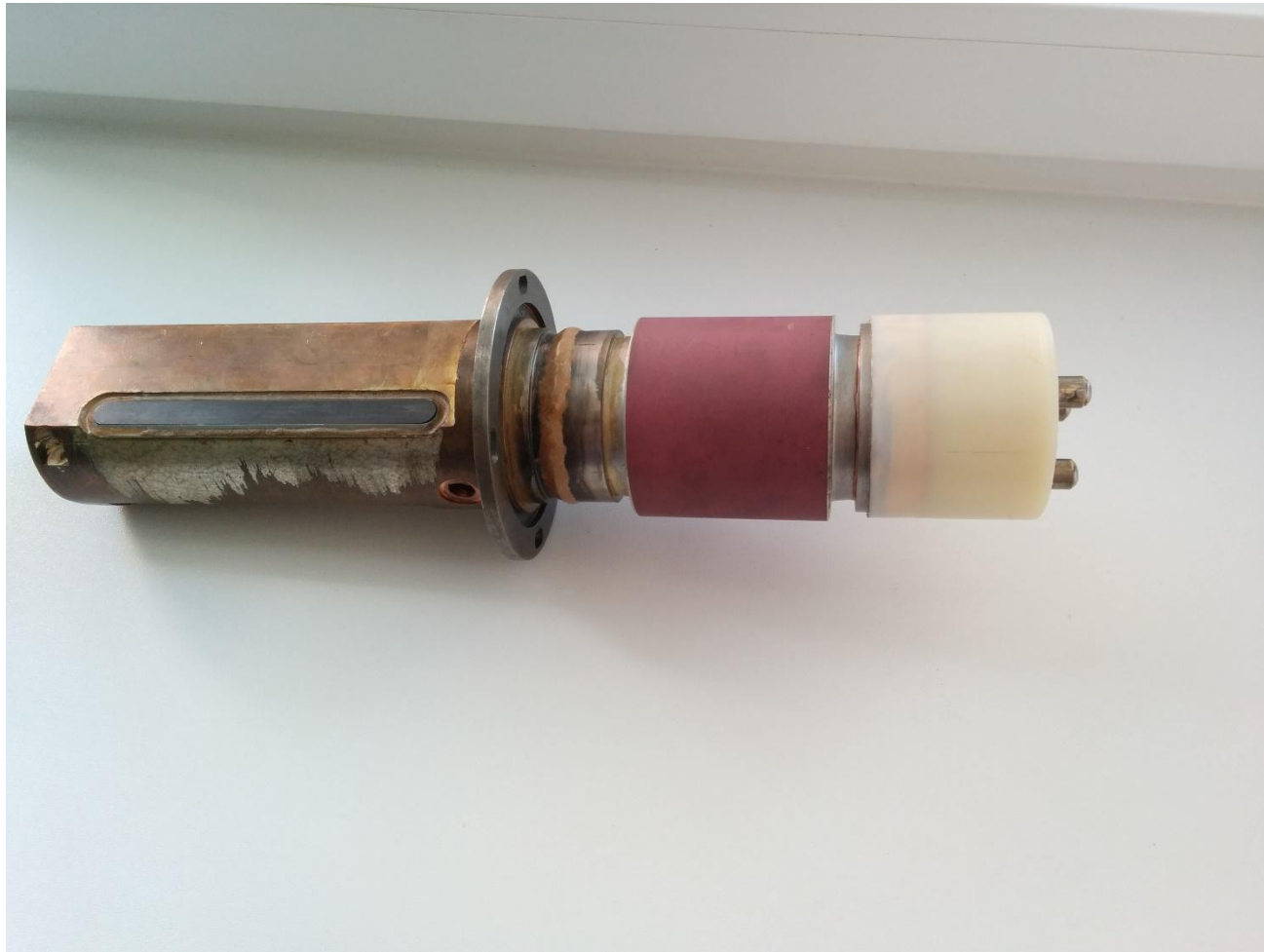


	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			14
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Спасибо за внимание!!!

	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			14
Проверил	Анисимов В.Ф.			

# Общий вид рентгеновской трубки



	Ф.И.О.	Подпись	РГРТУ	Лист
Разраб.	Шилкин Д.Н.			13
Проверил	Анисимов В.Ф.			