

# Измерение спектра пучка электронов с помощью излучения Вавилова – Черенкова

*Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова  
физический факультет,  
кафедра общей ядерной физики*

Студент Бобылев Д.А.

Аспирант Сиомаш М.Д.

Ст. науч. сотр. Ханкин В.В.

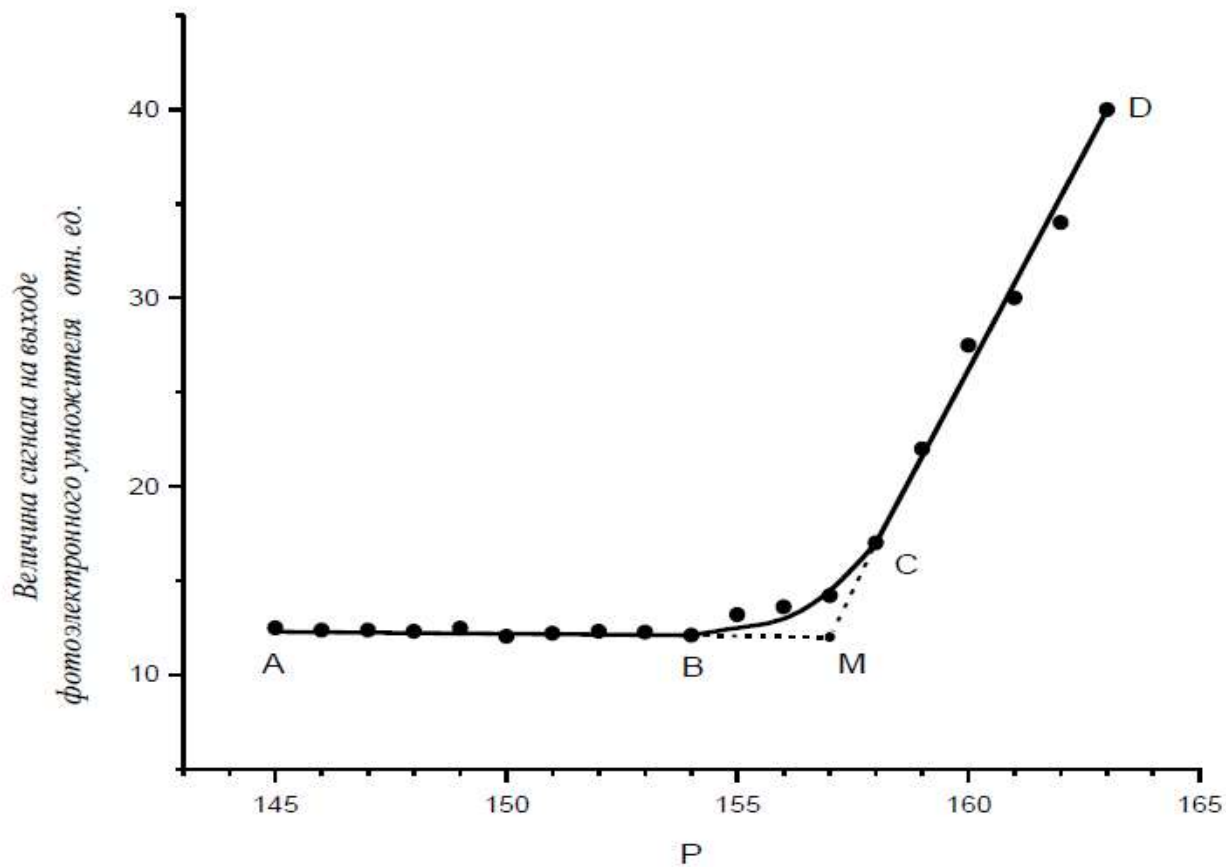
# Цель работы

- При использовании любого ускорителя необходимо знать энергетические параметры производимого им пучка частиц.
- Однако большинство применяемых на данный момент методов измерения энергии пучка весьма трудоёмки и требуют значительных временных затрат.
- В настоящей работе рассмотрен альтернативный способ измерения энергии пучка электронов, в основе которого лежит использование излучения Вавилова-Черенкова (ИВЧ).

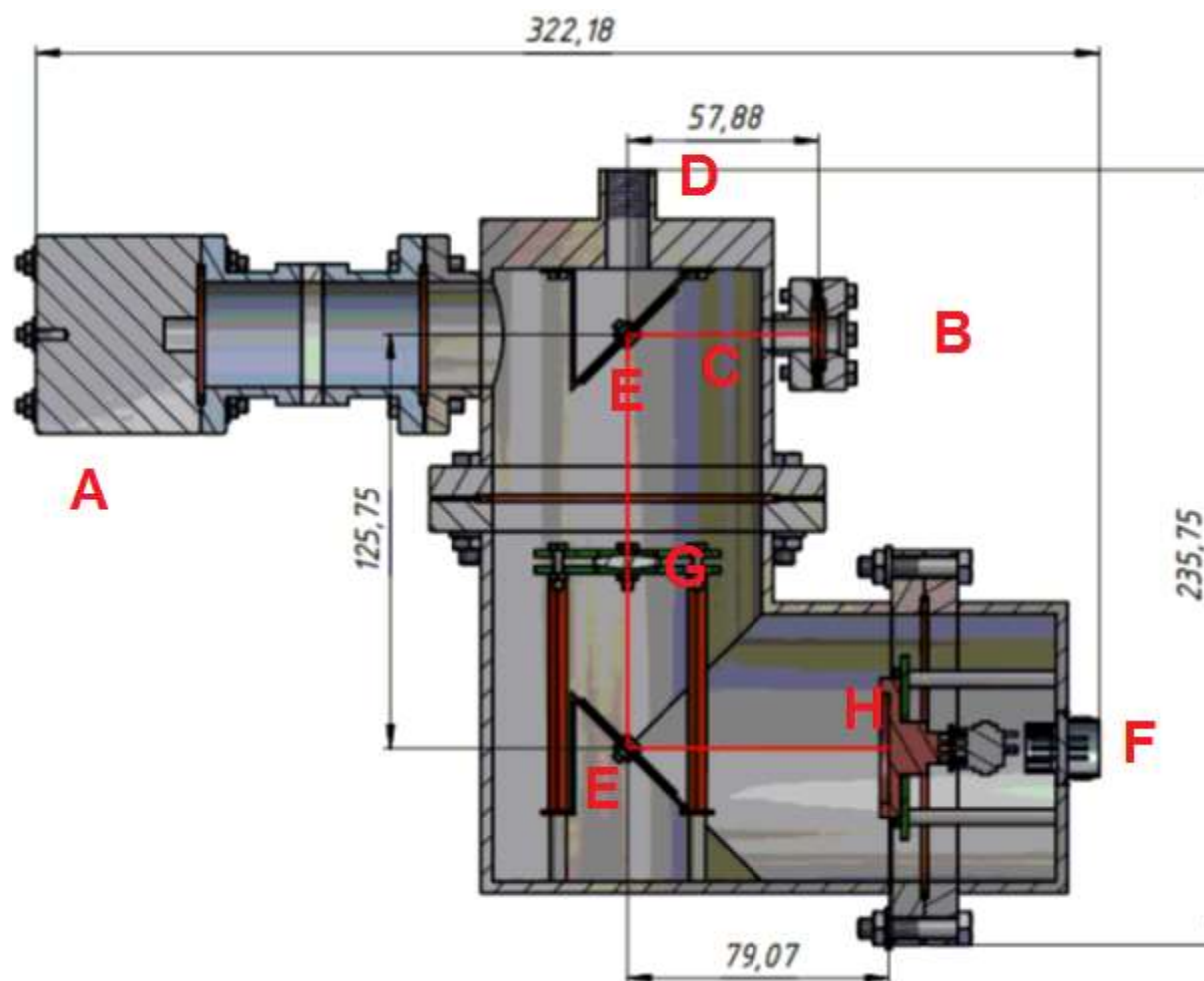
# Основная идея работы

- Принцип действия датчика энергии пучка электронов заключается в измерении зависимости интенсивности ИВЧ при различных значениях показателя преломления газа, через который проходит пучок электронов, с целью нахождения момента появления ИВЧ.

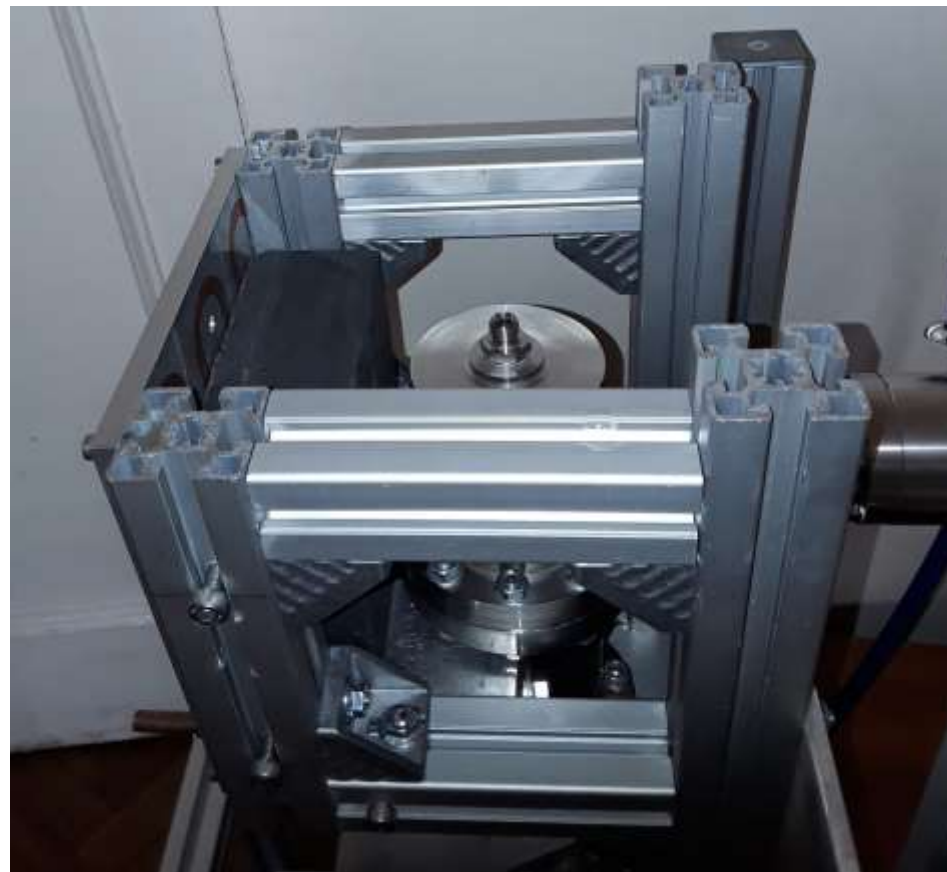
# Типичная зависимость интенсивности ИВЧ от давления газа



# Основная часть экспериментальной установки



# Основная часть экспериментальной установки



# Оценки и расчеты

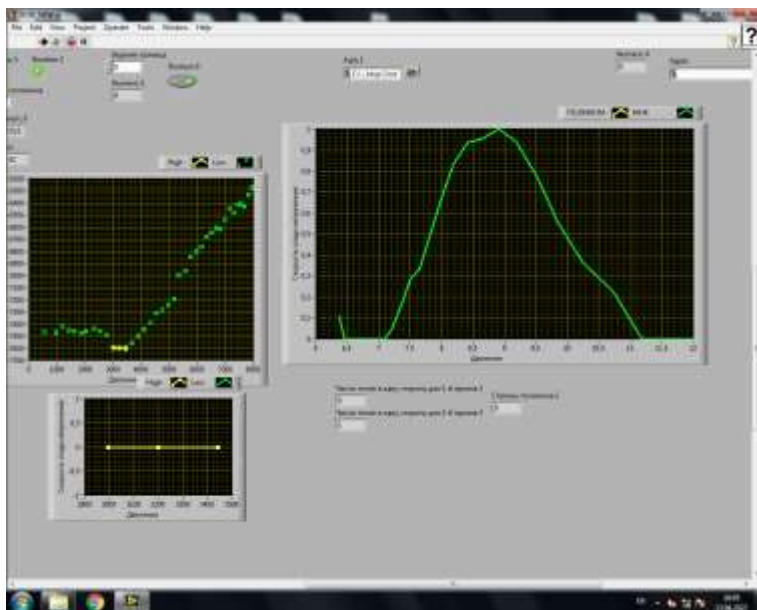
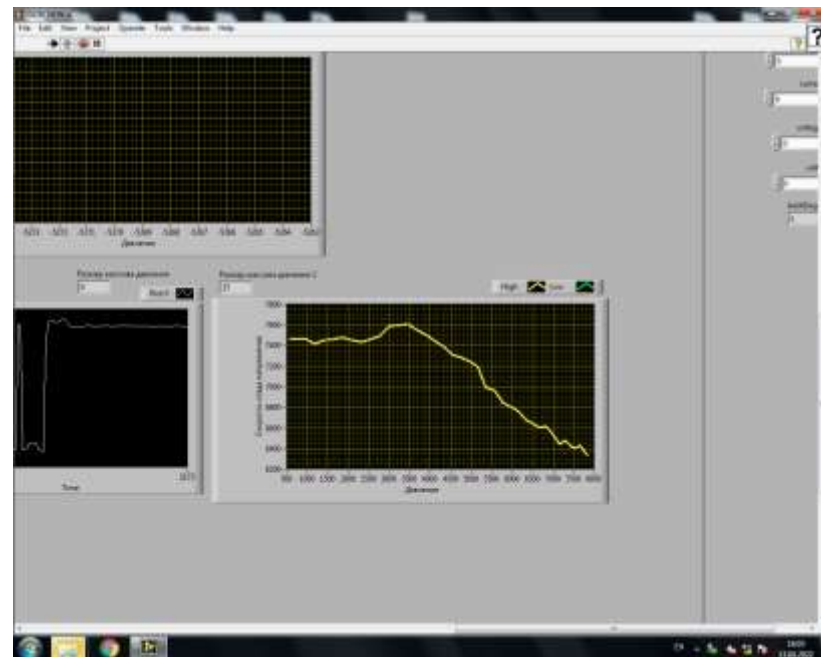
В ходе работы были сделаны следующие оценки:

1. Оценка мощности ИВЧ, возникающего в камере;
2. Оценка влияния нагрева газа в камере под влиянием пучка на показатель преломления этого газа;
3. Оценка влияния ионизации газа на его показатель преломления.

Кроме того, на основе справочных данных были определены зависимости показателя преломления ( $n$ , значит, пороговой энергии) для различных газов от их давления.

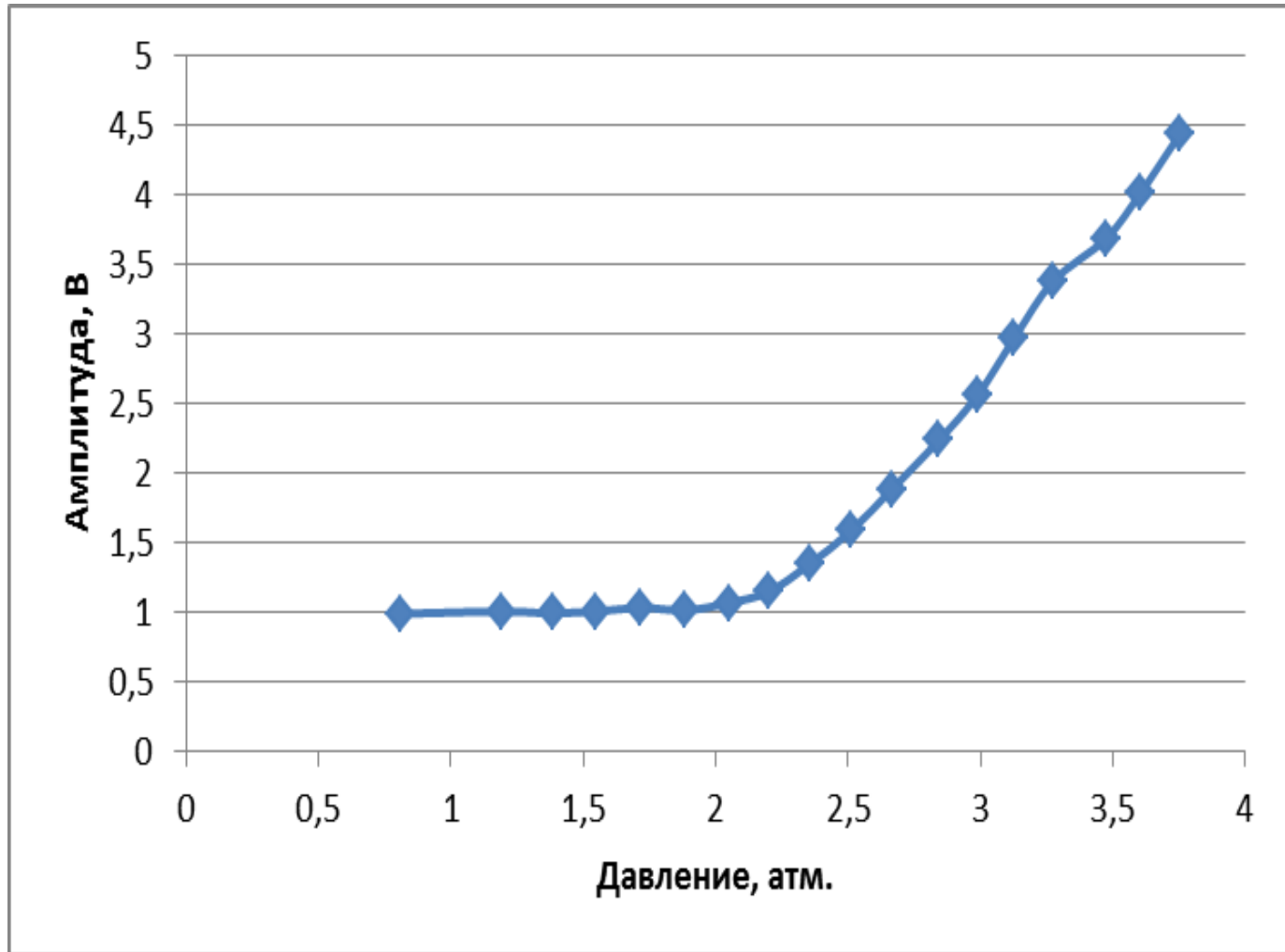
Также была теоретически рассчитана реакция фотодиода на вспышку ИВЧ в камере.

# Программа для измерений

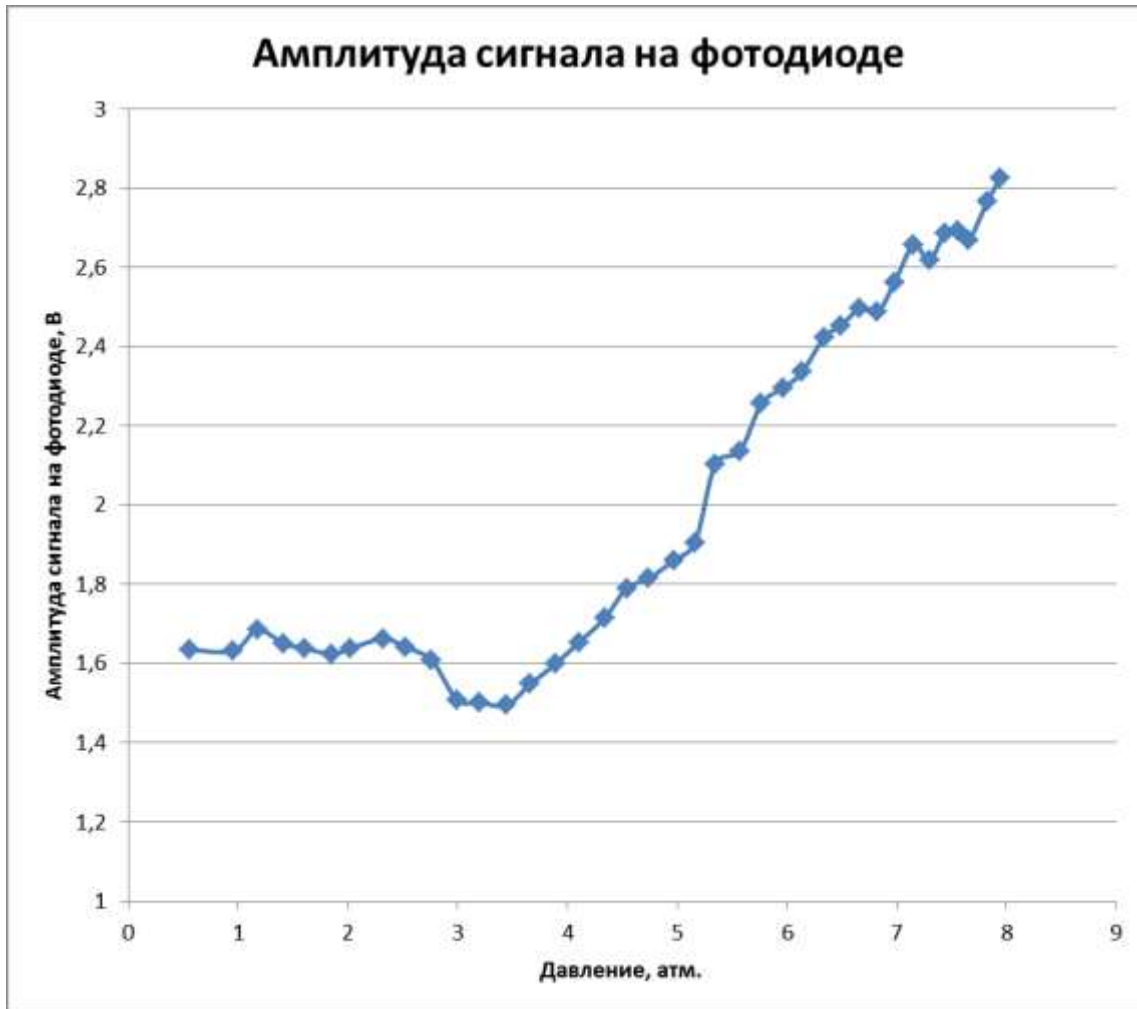




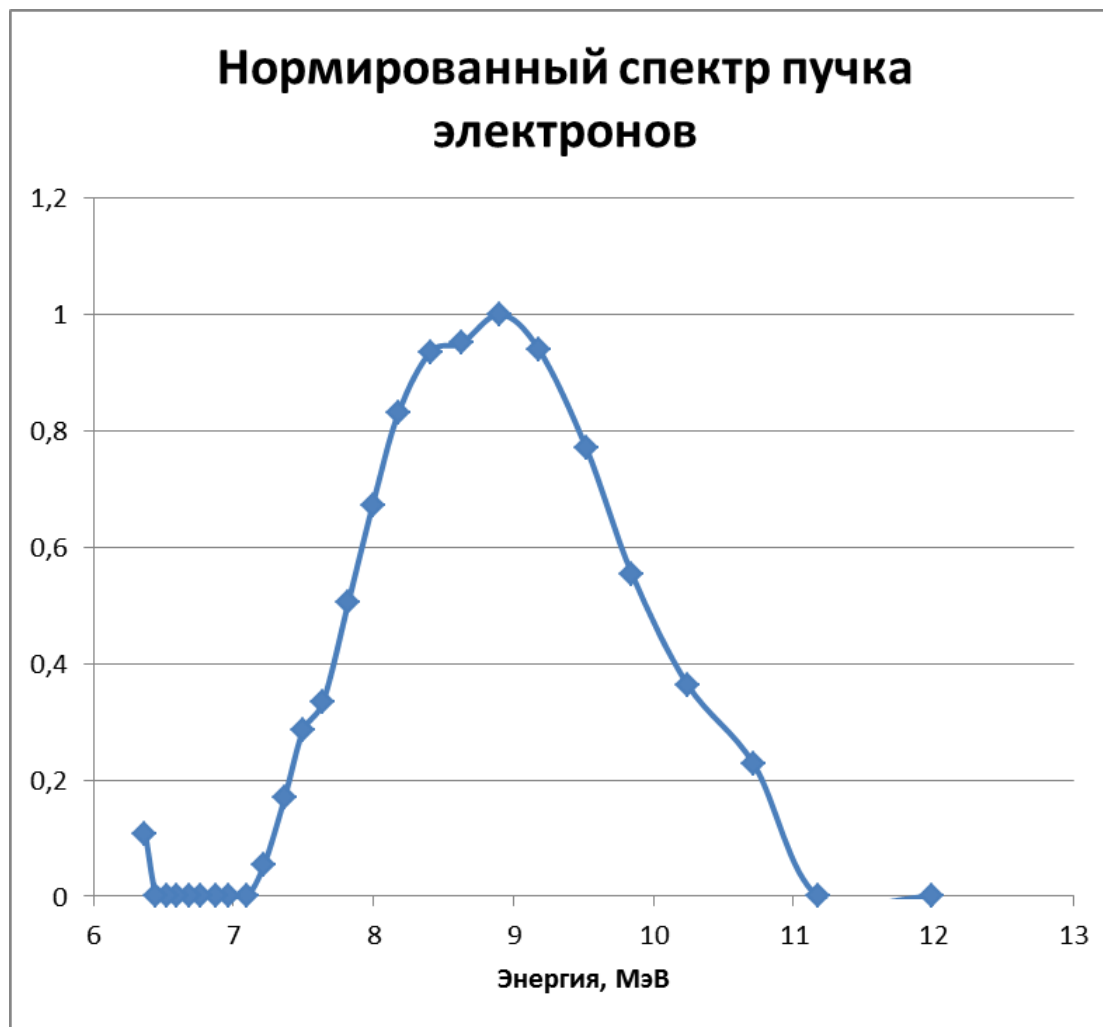
# Сигнал на фотодиоде



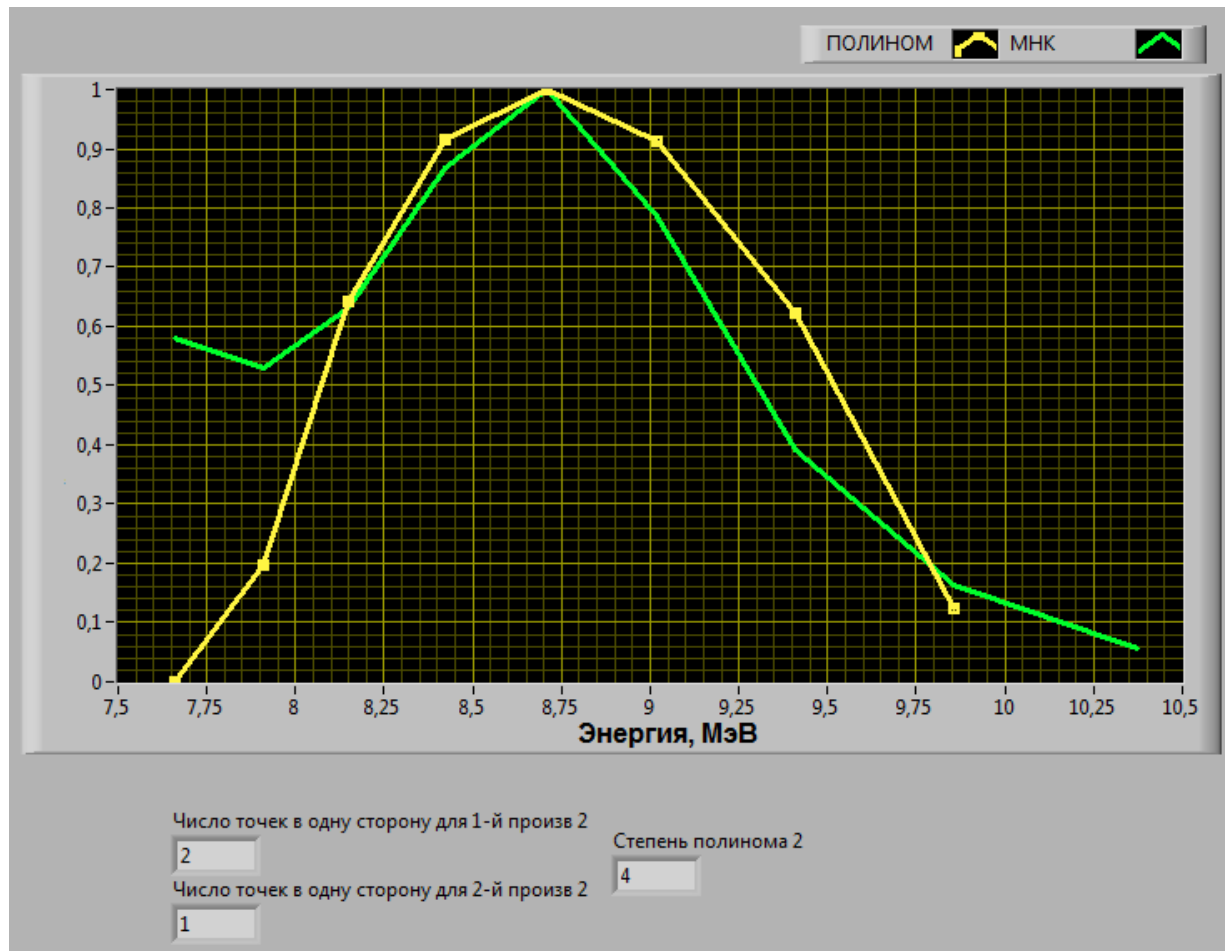
# Сигнал на фотодиоде



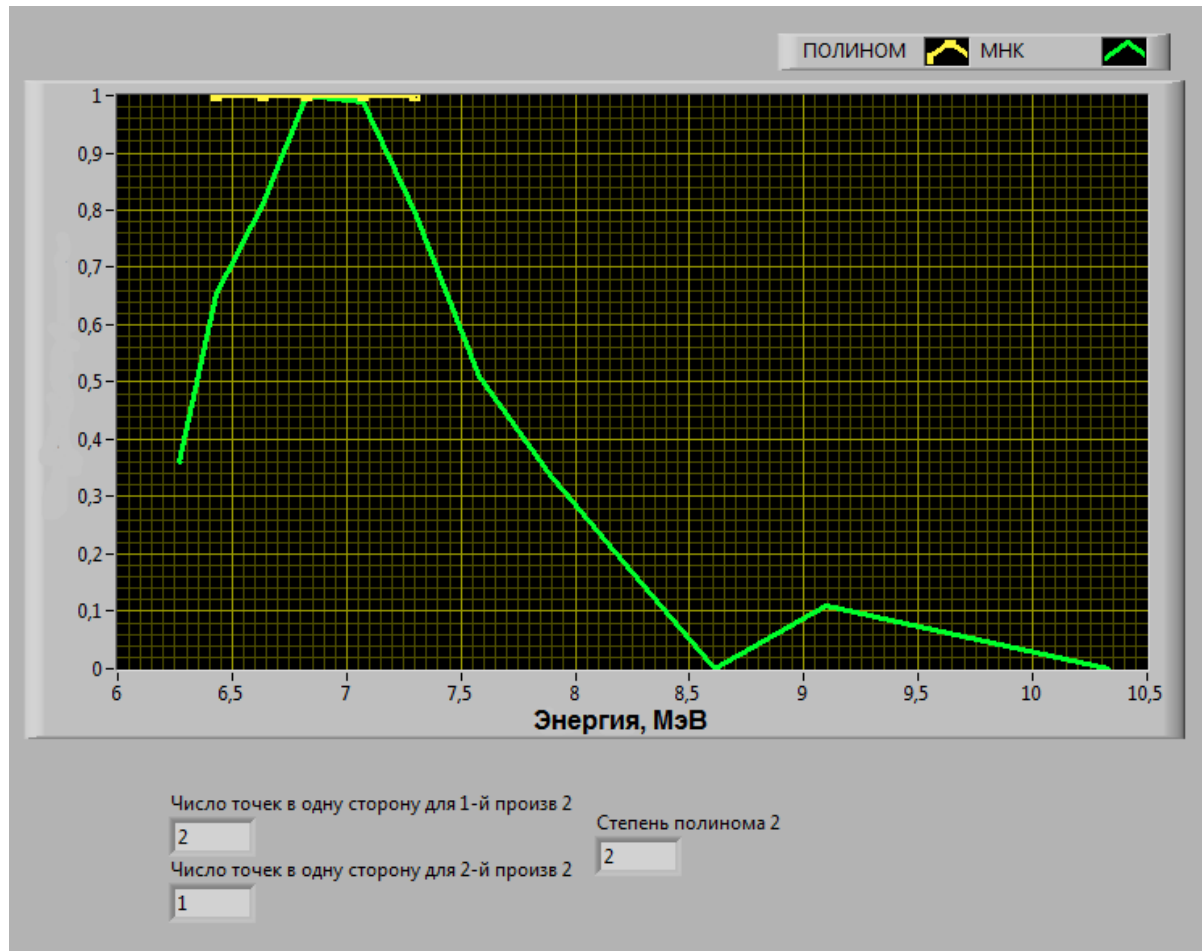
# Пример энергетического спектра



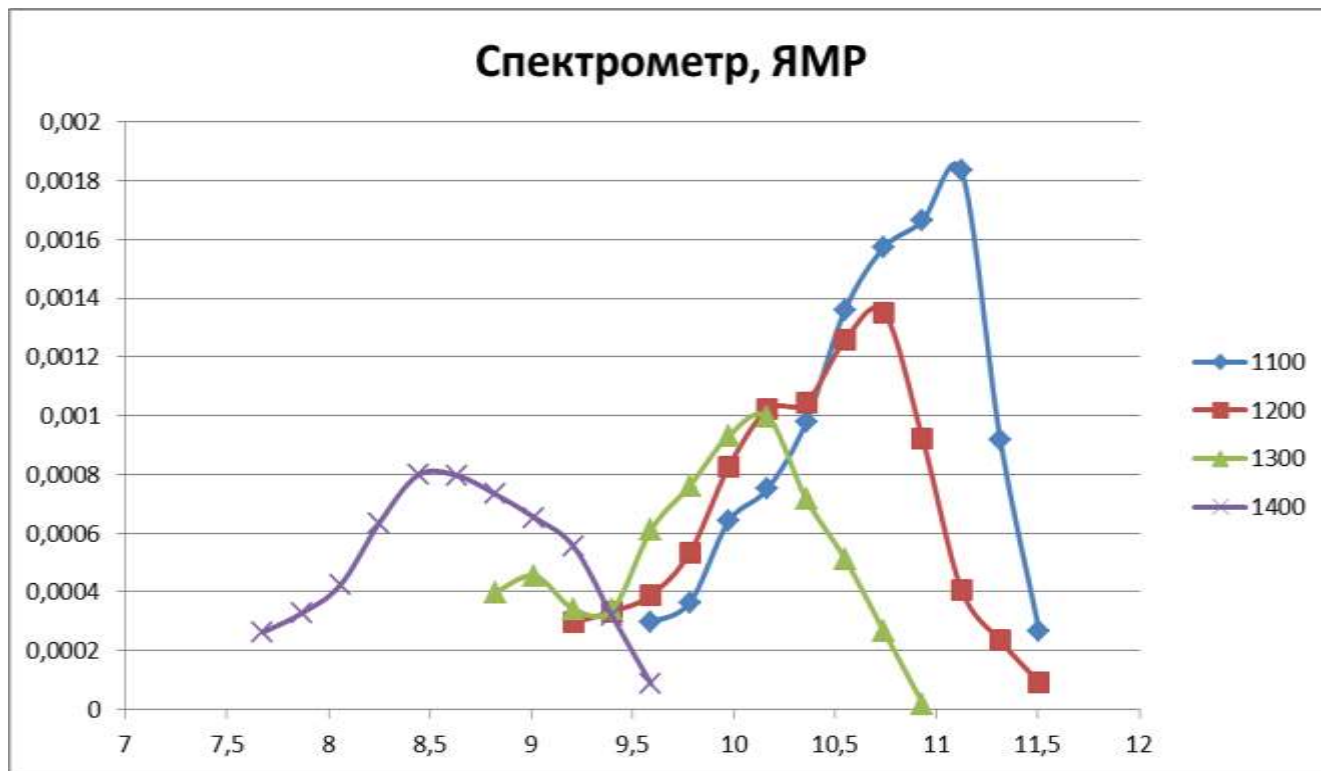
# Пример энергетического спектра



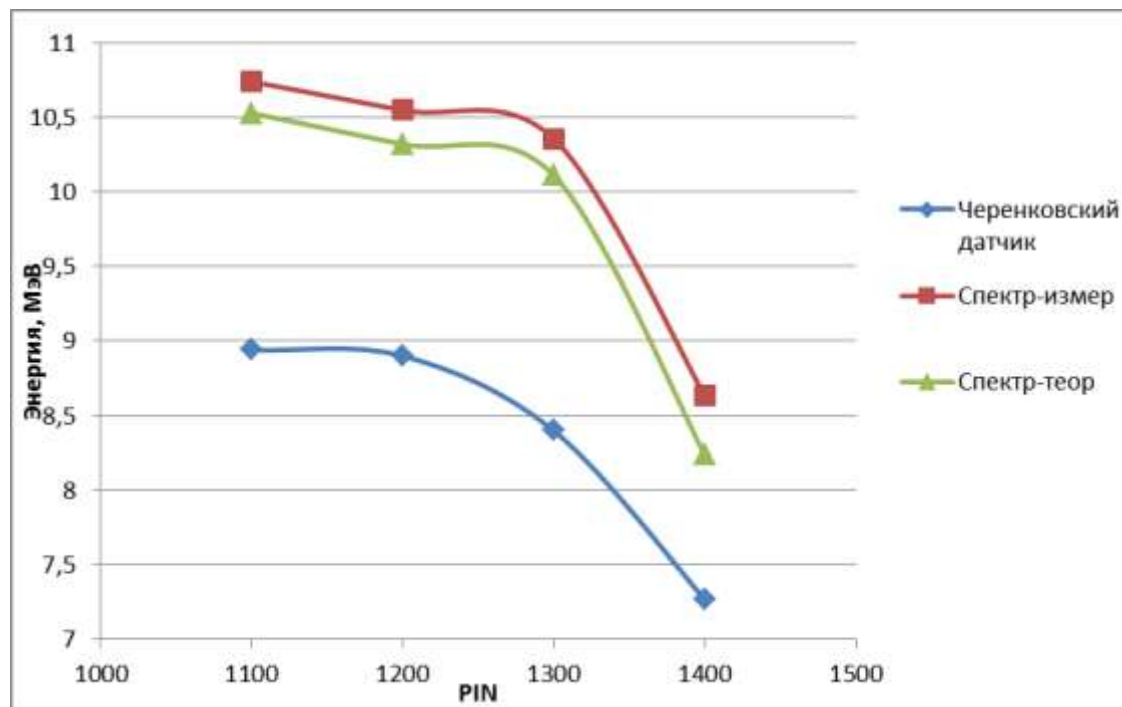
# Пример энергетического спектра



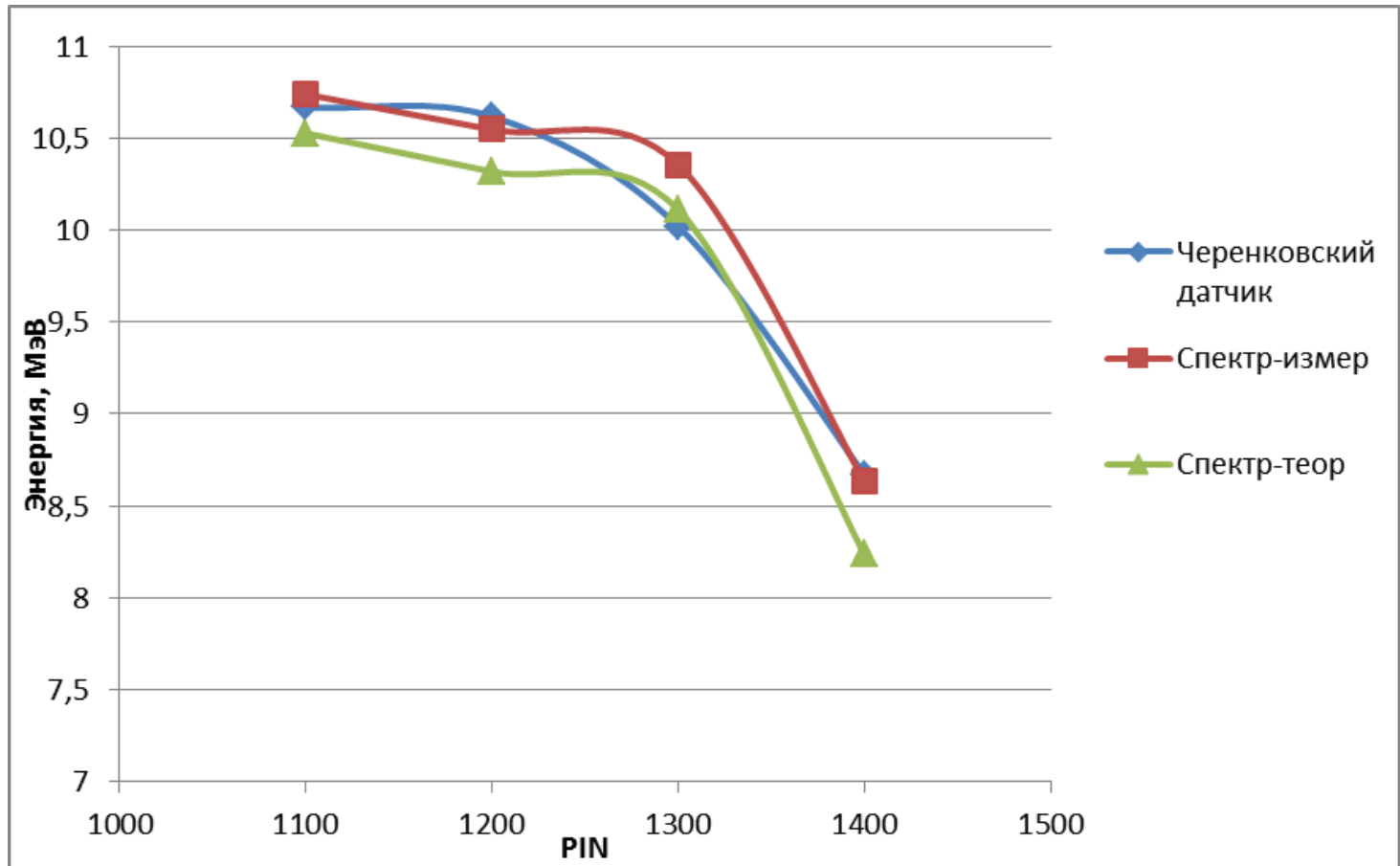
# Измерение магнитным спектрометром



# Сравнение результатов. Элегаз, $n=1,000783$

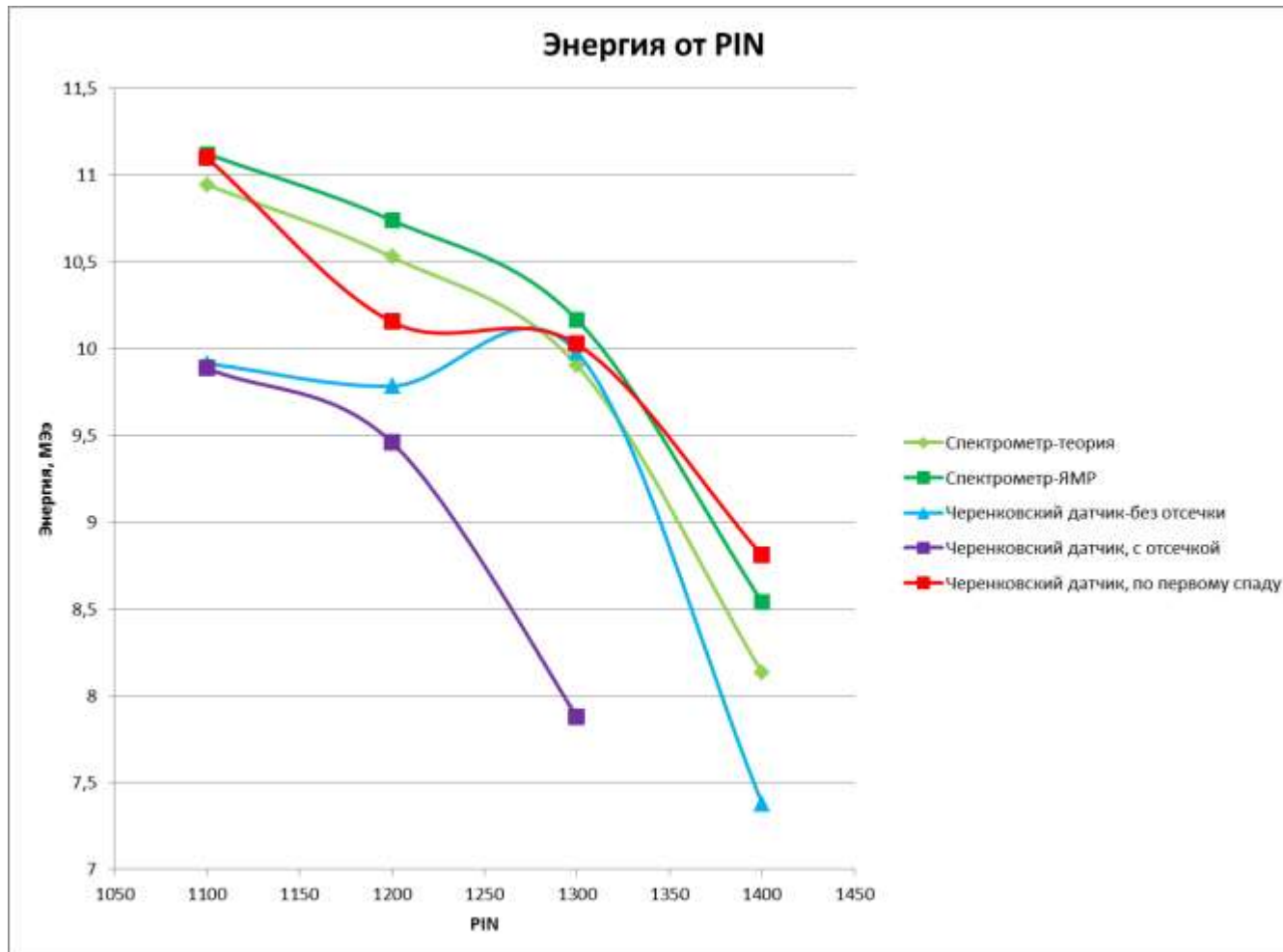


# Сравнение результатов. Элегаз, $n=1,00055$ .





# Сравнение результатов. Элегаз, $n=1,000783$ .



# Некоторые параметры устройства

Нижняя граница измеряемой энергии пучка:	около 5 МэВ
Верхняя граница измеряемой энергии пучка:	около 40 МэВ
Относительная точность измерений энергии:	(2–4)%
Длительность одного цикла измерений:	около 5 минут

# Выводы

1. В ходе работы создано устройство, способное измерять энергию пучка электронов с малыми временными затратами и достаточно хорошей точностью.
2. Измерения средней энергии реального ускорителя с помощью данного устройства приводят результатам, близким к правильным .
3. Проведена автоматизация процесса измерений, что значительно упрощает использование датчика энергии.
4. Достигнутая точность измерений позволяет восстанавливать энергетический спектр электронов, однако, в настоящий момент данная процедура ещё не доведена до совершенства.

# Литература

1. Черенков П.А. ДАН СССР 2 (8), 451 (1934).
2. Тамм И.Е., Франк И.М. Когерентное излучение быстрого электрона в среде, ДАН СССР 14(3), 107 (1937).
3. Болотовский Б.М. Теория эффекта Вавилова-Черенкова. // УФН, 62, 1957.  
<https://ufn.ru/ru/articles/1957/7/a/>
4. Полиектов В.В. Измерение энергетического спектра пучка электронов с помощью излучения Вавилова-Черенкова. // Диссертация, 2007. Ссылка на автореферат:  
<http://dbserv.sinp.msu.ru:8080/sinp/files/pp-817.pdf>
5. Bhidey M.R., Jennings R.E., Kalmus P.I.P. Measuring of electron beam energy using a gas Cherenkov detector. Proc. Phys. Soc. London. 1958. Vol. 72,pt. 6, N 468, P. 973-980.
6. Trukhanov K.A., Larkin A.I., Shvedunov V.I., Measuring the Distribution of Particles According to Their Velocity in Accelerator Beams on the Basis of Cherenkov Radiation in the Optical and Microwave Range, Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2010, v. 74, № 11, pp. 1600-1603
7. Trukhanov K.A., Shvedunov V.I., Measurements of accelerator beam spectrum through dependence of Cherenkov radiation intensity on phase velocity of electromagnetic waves in optical and microwave ranges, Radiation Physics and Chemistry, 2006, v. 75, № 8, pp. 899-902