

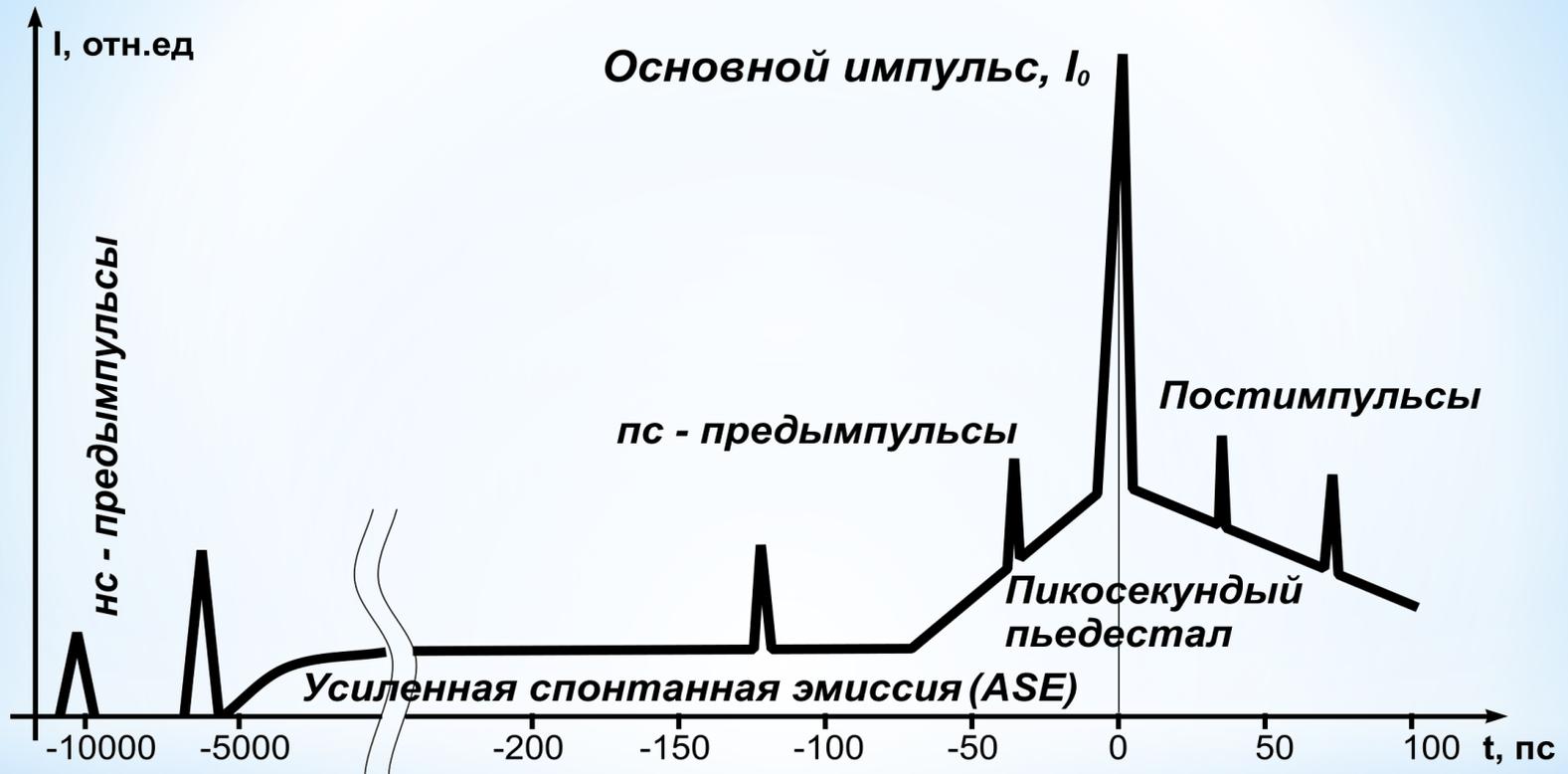
# СИСТЕМА КОНТРАСТИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННЫХ ЗЕРКАЛ ДЛЯ МУЛЬТИТЕРАВАТТНОГО ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА

С. Ф. Ковалёва, Н.А. Федоров, А.С. Тищенко, Д.О. Замураев, А.Л. Шамраев,  
Д.С. Гаврилов, К.В. Сафронов, С.В. Геращенко, В.Н. Горнов, А.В. Потапов.



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

# Введение



$$K = I_0 / I_P$$

**Ионизация:**

$$I_{\text{ПОР}} \sim 10^{12} \text{ Вт/см}^2$$

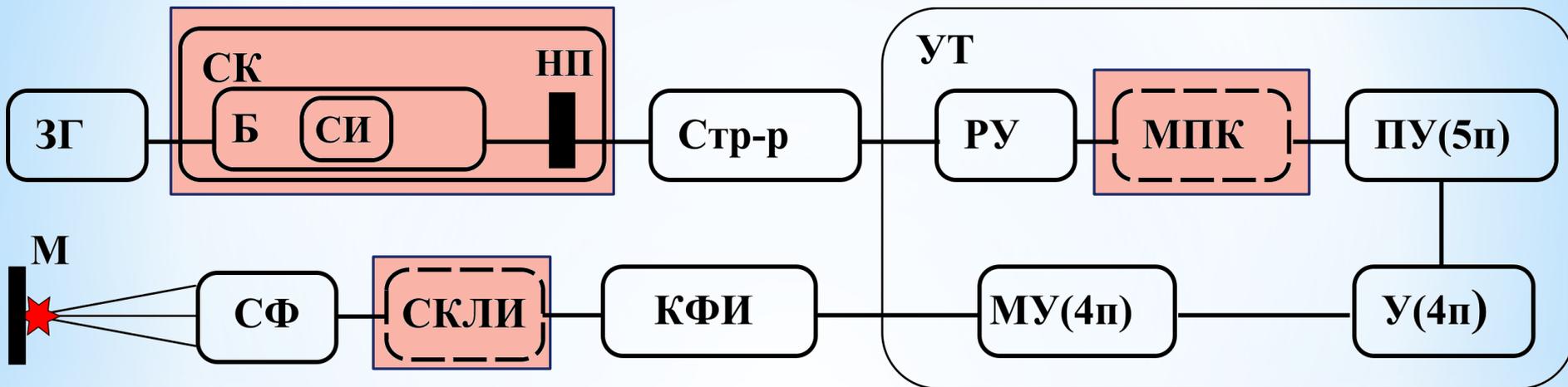
**Разрушение:**

$$F_{\text{ПОР}} \sim 10 \text{ Дж/см}^2$$

# Фемтосекундная лазерная установка

CRA – chirped pulse amplification, усиление чирпированного импульса

Ti:Sa –  $\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$



ЗГ – задающий генератор; Стр-р – стретчер; УТ – усилительный тракт;  
РУ – регенеративный усилитель; ПУ – предварительный усилитель; У – усилитель;

МУ – мощный усилитель;

КФИ – компрессор фемтосекундных импульсов;

СФ – система фокусировки; М – мишень;

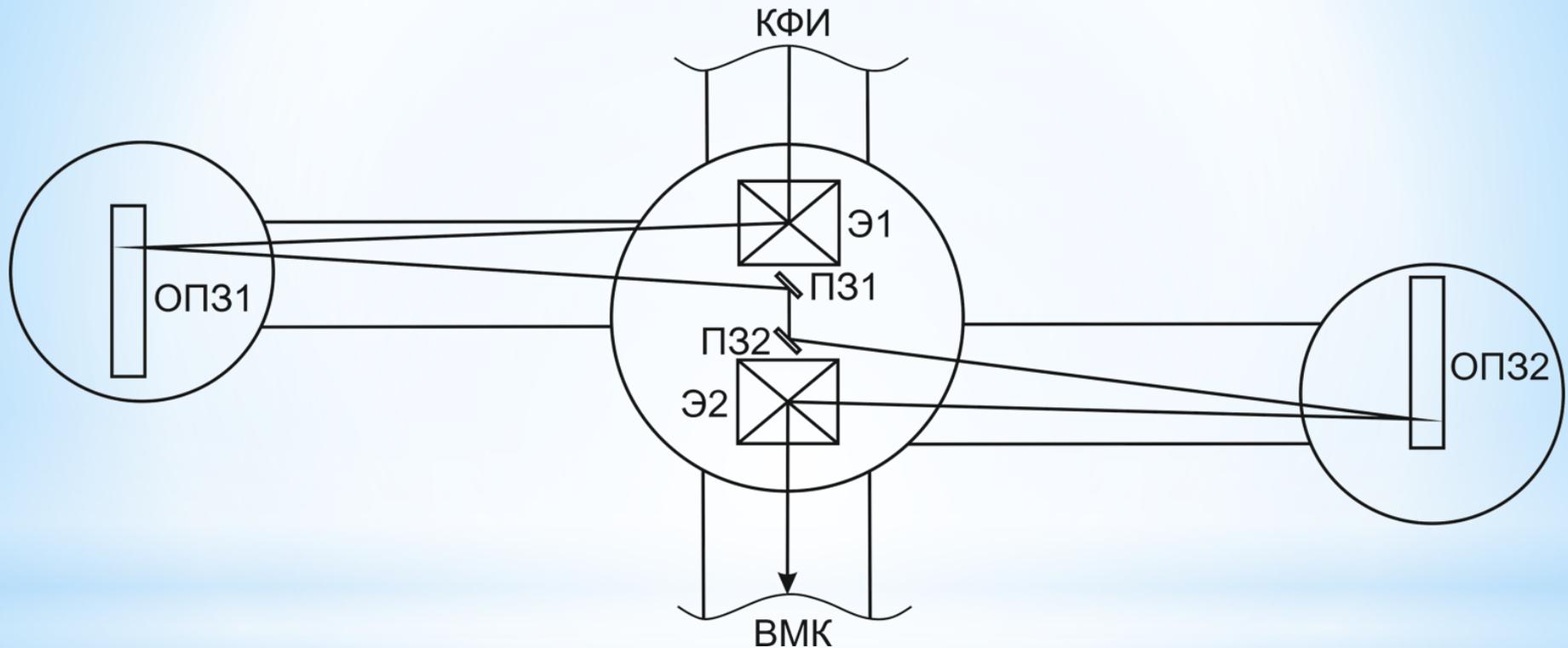
СК – система контрастирования; Б – бустер; СИ – селектор импульсов;

НП – насыщающийся поглотитель;

МПК – модуль повышения контраста;

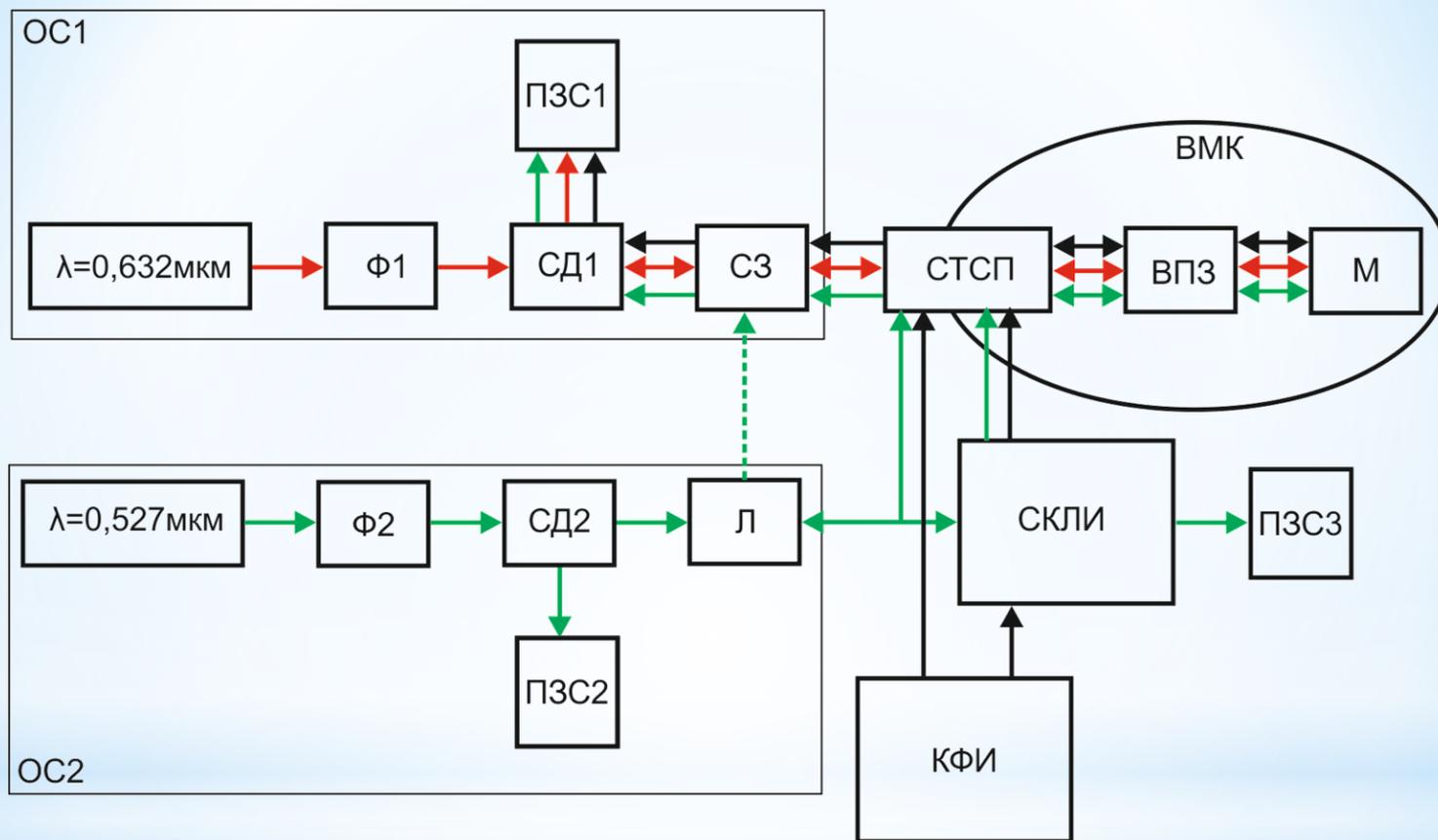
СКЛИ – система контрастирования лазерного импульса

# Система контрастирования лазерного излучения (СКЛИ)



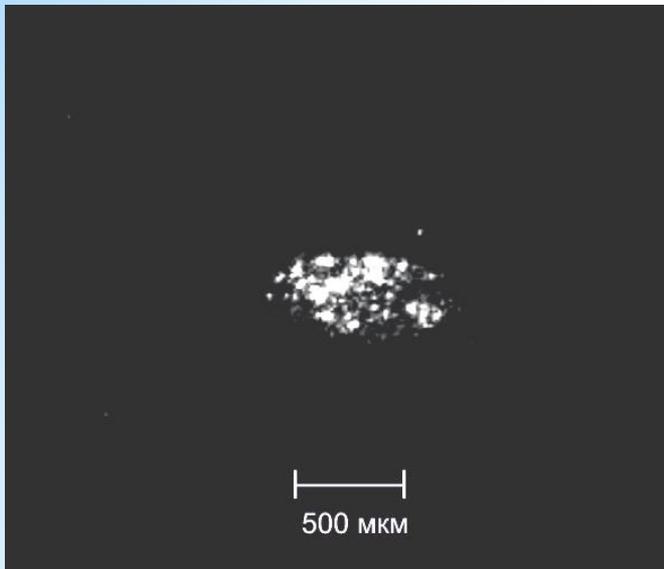
Э1, Э2 – зеркальные поворотные элеваторы; ОПЗ1, ОПЗ2 – осевые параболические зеркала; ПЗ1, ПЗ2 – плазменные зеркала; КФИ – компрессор фемтосекундных импульсов; ВМК – вакуумная мишенная камера

# Юстировка и наведение на мишень

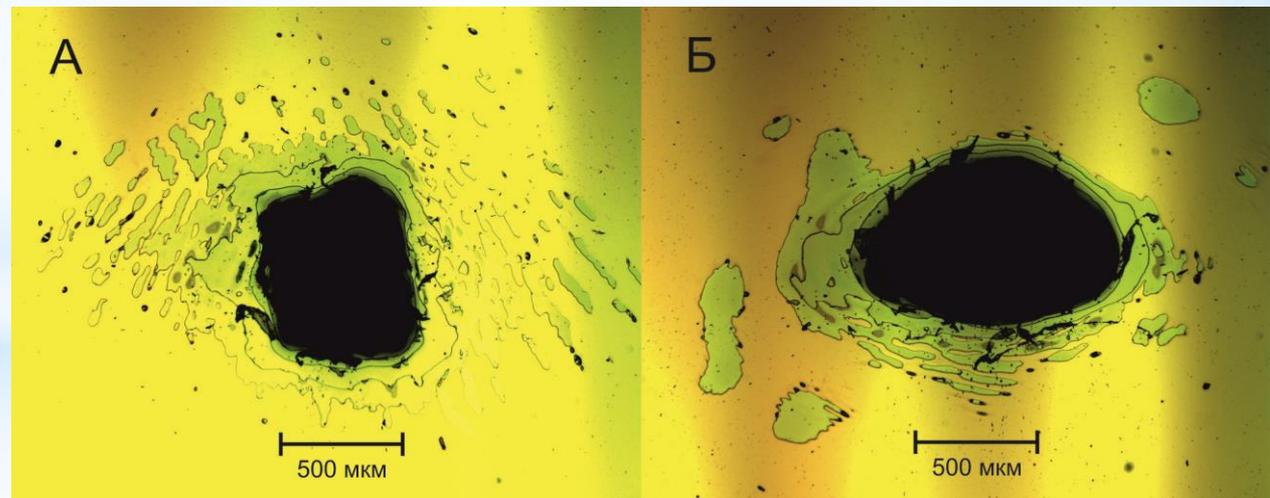


$\Phi$  – формирователь;  $\text{Л}$  – линза;  $\text{СЗ}$  – сферическое зеркало;  $\text{СТСП}$  – система транспортировки и совмещения пучков;  $\text{ВПЗ}$  – внеосевое параболическое зеркало;  $\text{М}$  – мишень;  $\text{ПЗС}$  – видеосистема.

# Размер пятен на ПЗ

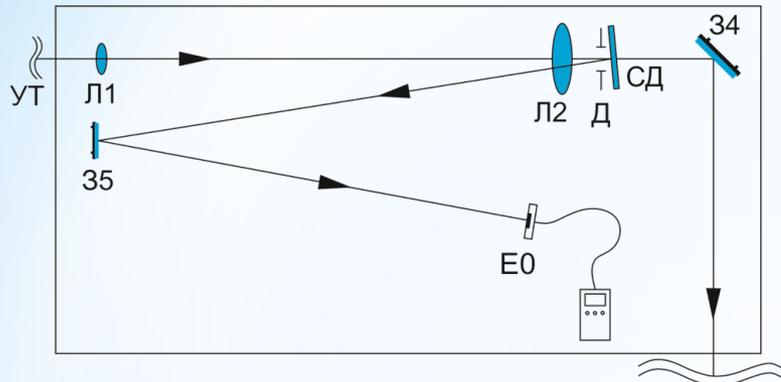


Настройка размера пятна на ПЗ1 (перед рабочим пуском)



Поверхностные повреждения на плазменных зеркалах (после рабочего пуска,  $F \sim 200$  Дж/см<sup>2</sup>): А – ПЗ1; Б – ПЗ2

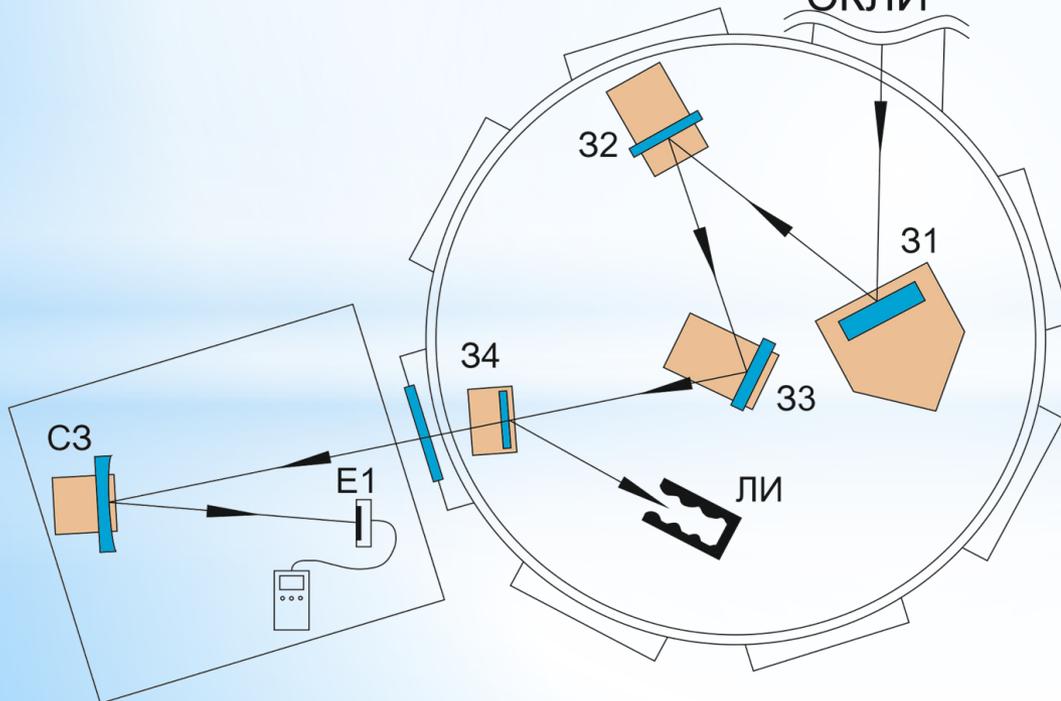
# Энергетическая эффективность



I этап

Калибровка датчика энергии измерительного канала Е1 относительно опорного Е0 без СКЛИ

$$P_T = \langle E_{1K} / E_{0K} \rangle$$



II этап

Измерения энергии после СКЛИ, съюстированной для различных значений флюенса

$$E_1, E_0$$

# Энергетическая эффективность

Энергетическая эффективность

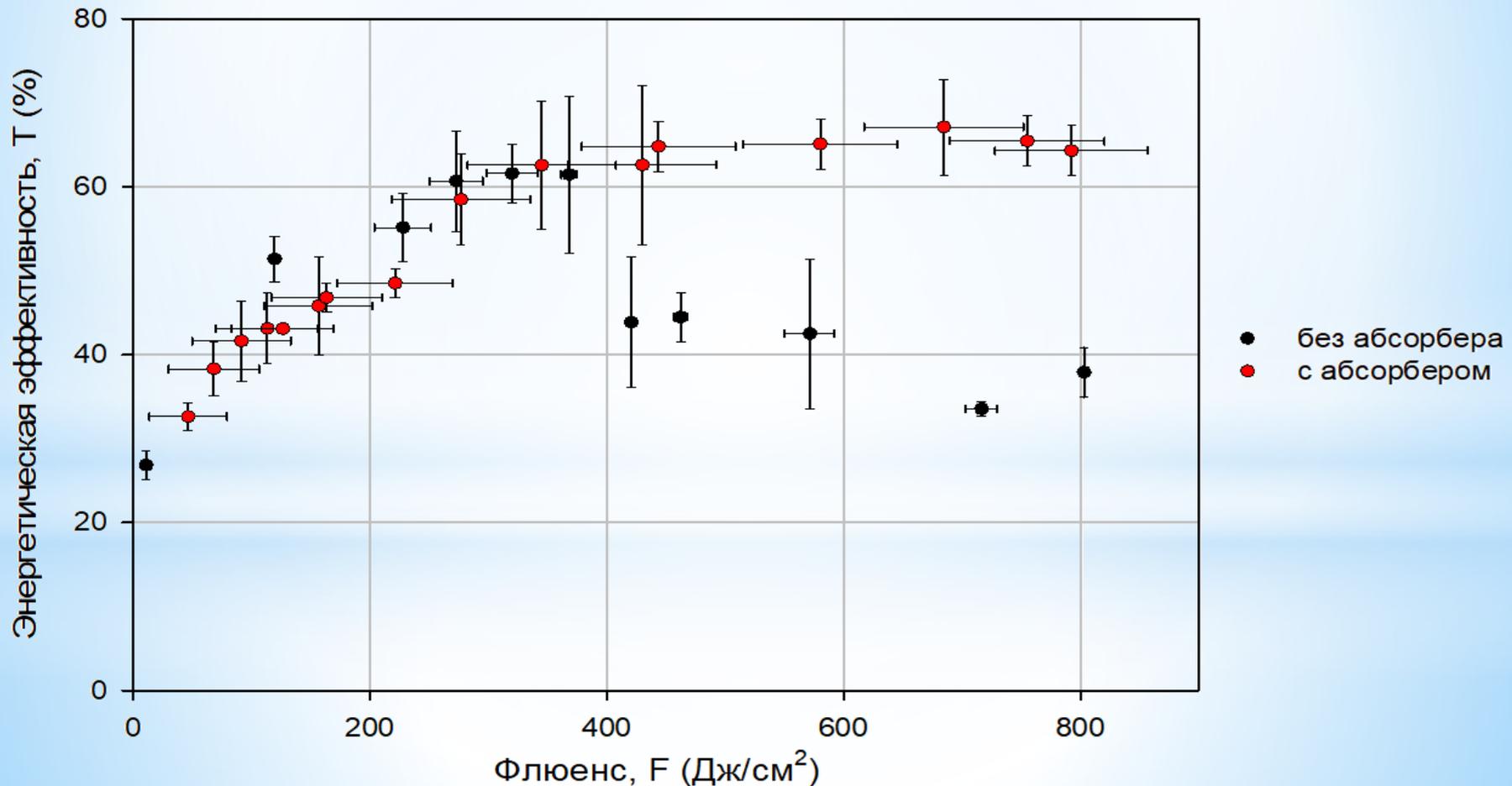
$$T = \frac{E_1}{E_0 P_T}$$

Относительная погрешность

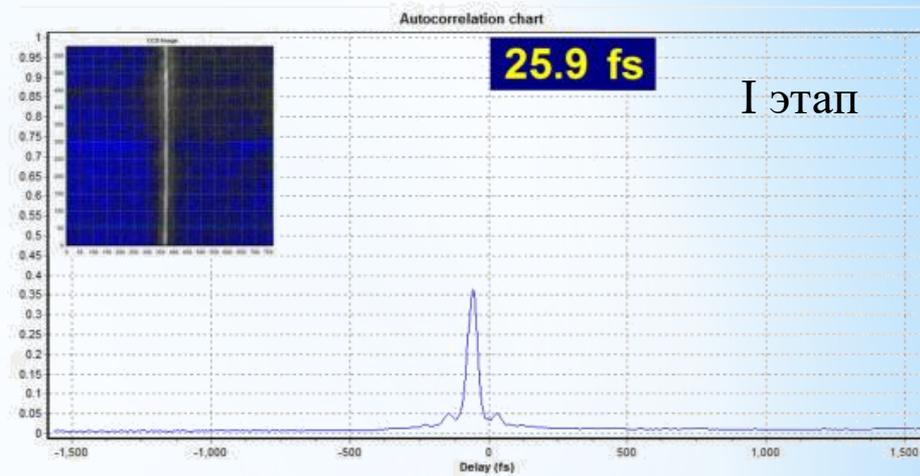
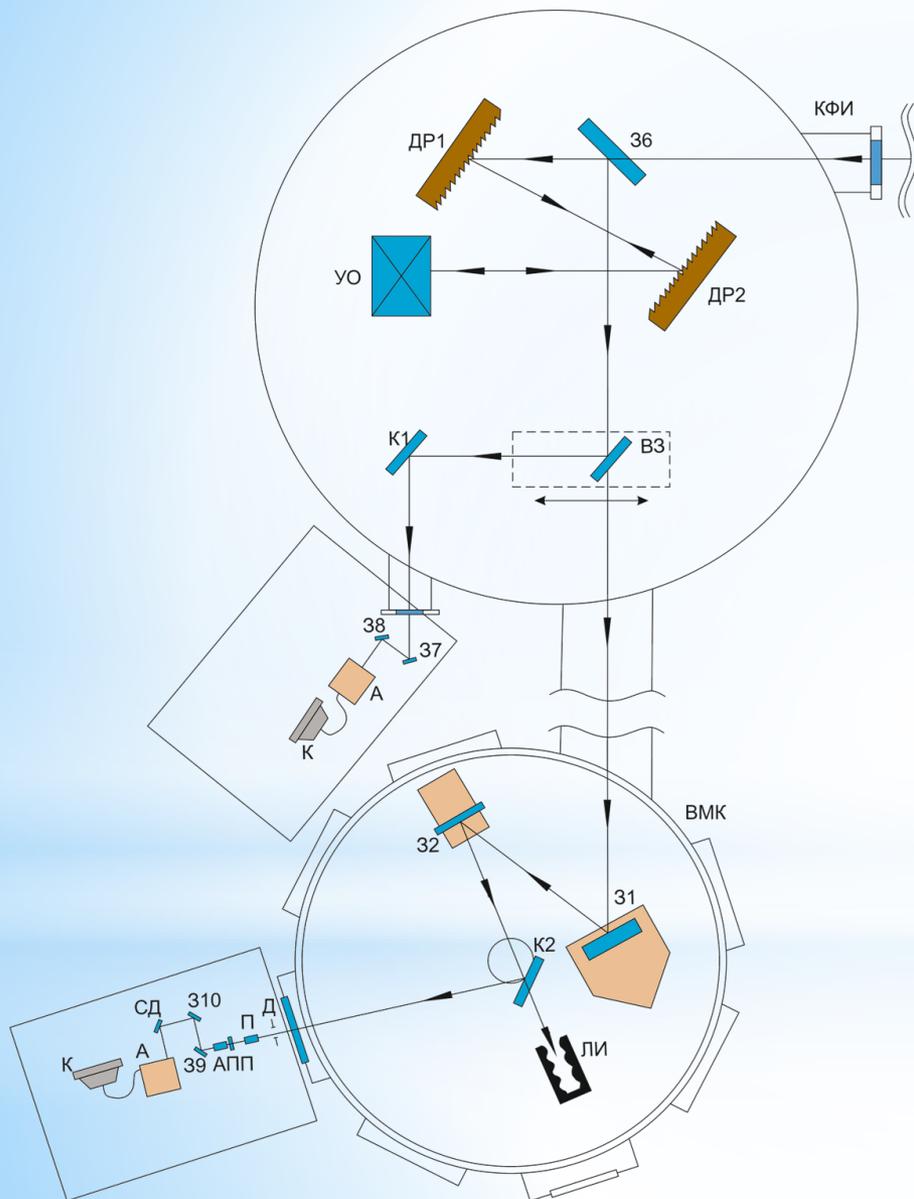
$\delta P_T < 1\%$  - погрешность результата калибровки

$\delta E_1 = \delta E_0 < 2,5\%$  - случайная погрешность колориметров

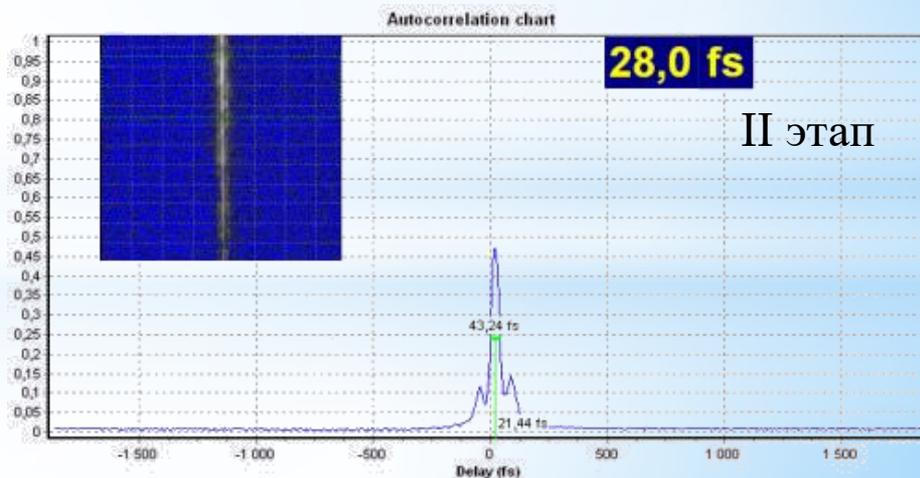
$$\delta T = \sqrt{(\delta P_T)^2 + (\delta E_1)^2 + (\delta E_0)^2} \leq 3,7\%$$



# Измерение длительности импульса



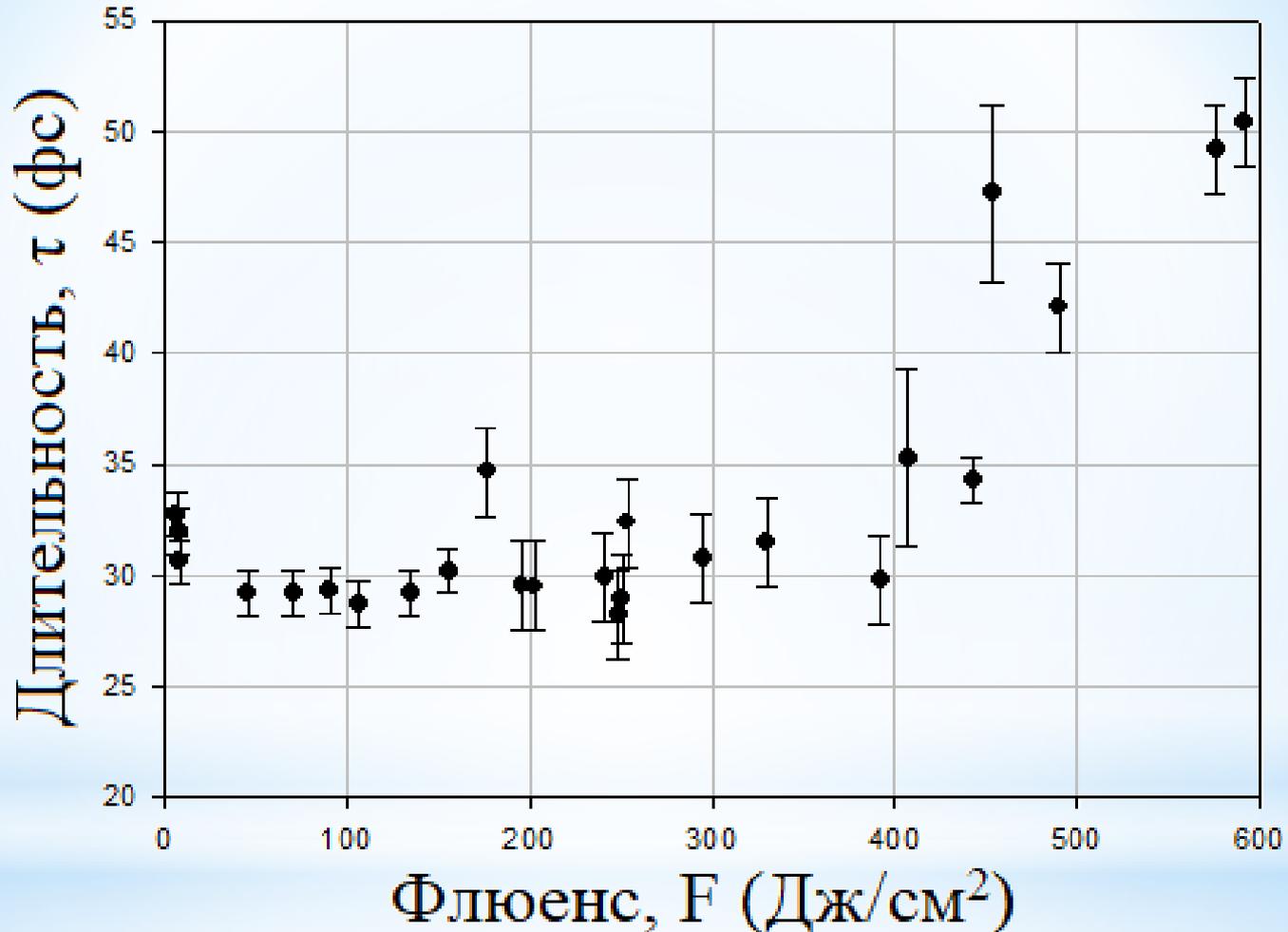
Длительность лазерного импульса на выходе компрессора



Длительность лазерного импульса на выходе мишенной камеры

# Измерение длительности импульса

III этап



Зависимость длительности ЛИ от плотности энергии на плазменных зеркалах (усреднения от 3-х до 5-ти измерений при близких значениях флюенса)

# Заключение

1. Создана и съюстирована система контрастирования лазерного излучения;
2. Измерена энергетическая эффективность лазерного излучения после прохождения СКЛИ;
3. Исследовано влияние СКЛИ на длительность импульса;
4. Определены оптимальные параметры СКЛИ для проведения лазер-плазменных экспериментов.

**Спасибо за внимание!**