



РФЯЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

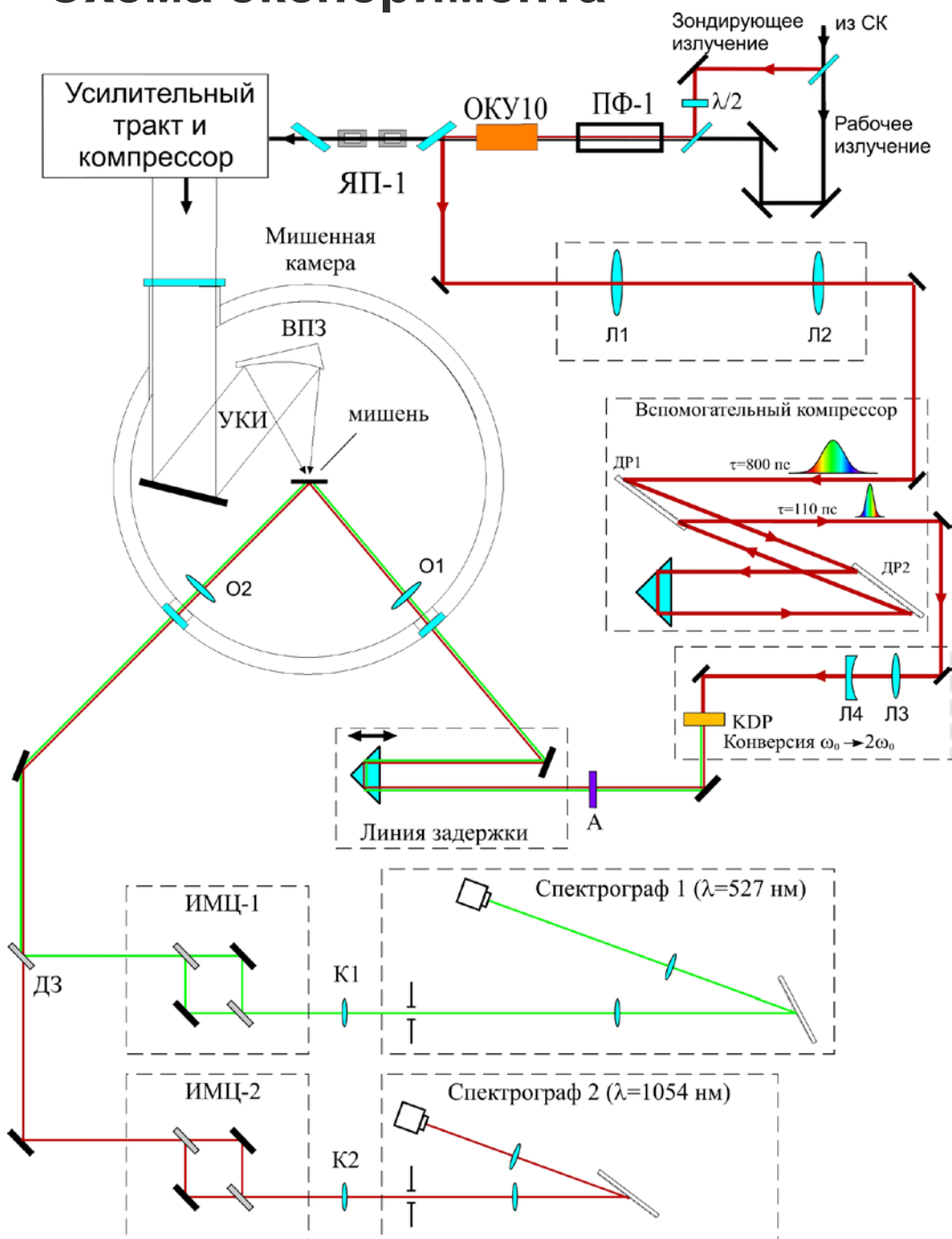
# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ РАЗЛЕТА ВЕЩЕСТВА ПРИ ИЗОХОРИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ ПЛОСКИХ МИШЕНЕЙ УЛЬТРАКОРОТКИМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ

30.05.2023

XVI Забабахинские научные чтения

Борисов Егор Сергеевич, Гаврилов Д.С., Титаренко Н.Ю.

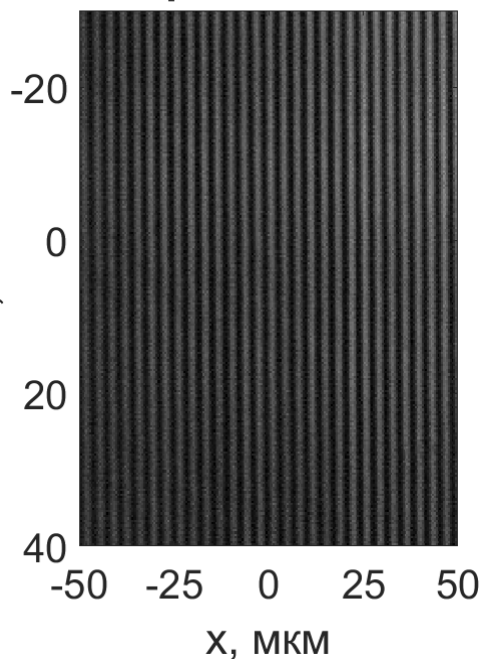
# Схема эксперимента



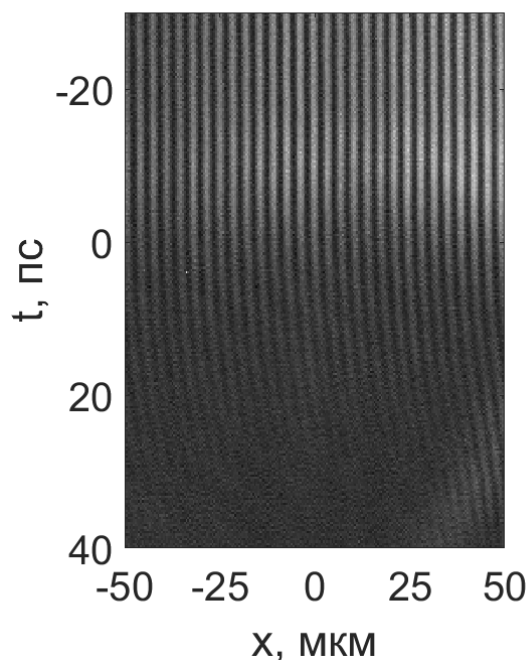
Длительность греющего лазерного импульса, пс	0,9
Энергия греющего лазерного импульса, Дж	10,6 – 12,8
Длительность зондирующего лазерного импульса, пс	110
Временное разрешение метода, пс	10
Пространственное разрешение в канале $\omega_0$ , мкм	10,7
Пространственное разрешение в канале $2\omega_0$ , мкм	6,9

# Эксперименты с мишенями 10 мкм

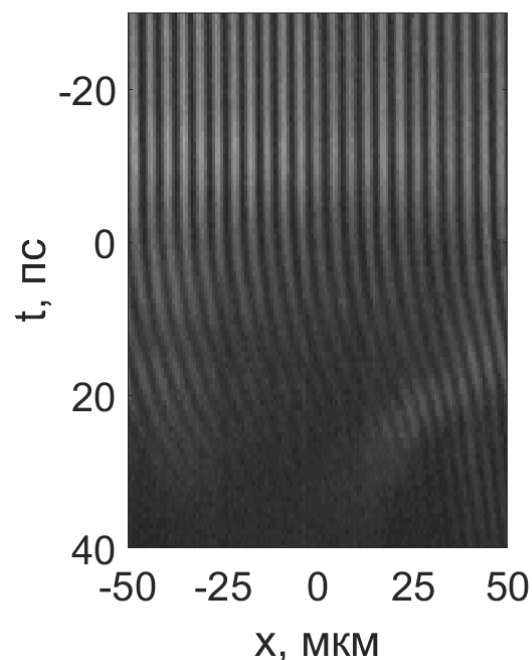
**опорная 1054 нм**



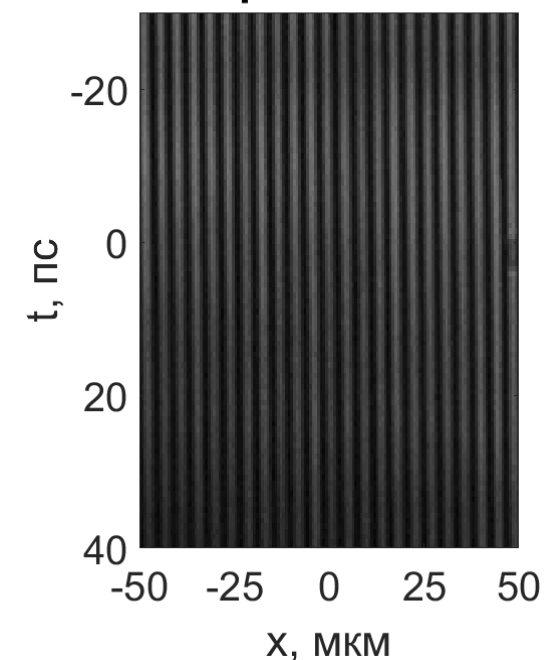
**сигнальная 1054 нм**



**сигнальная 527 нм**

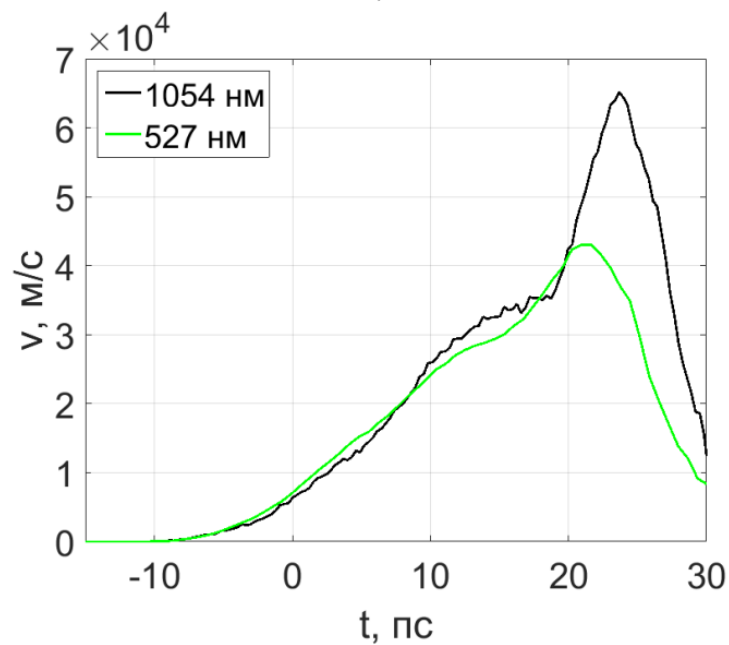
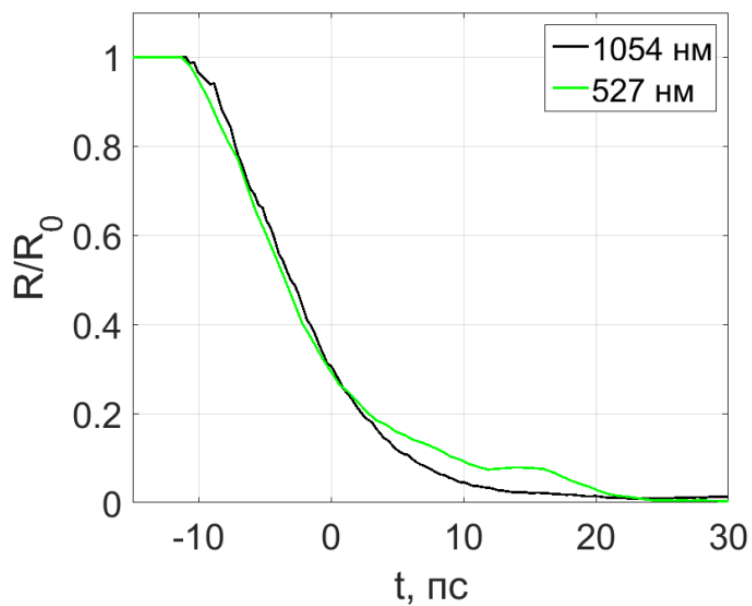
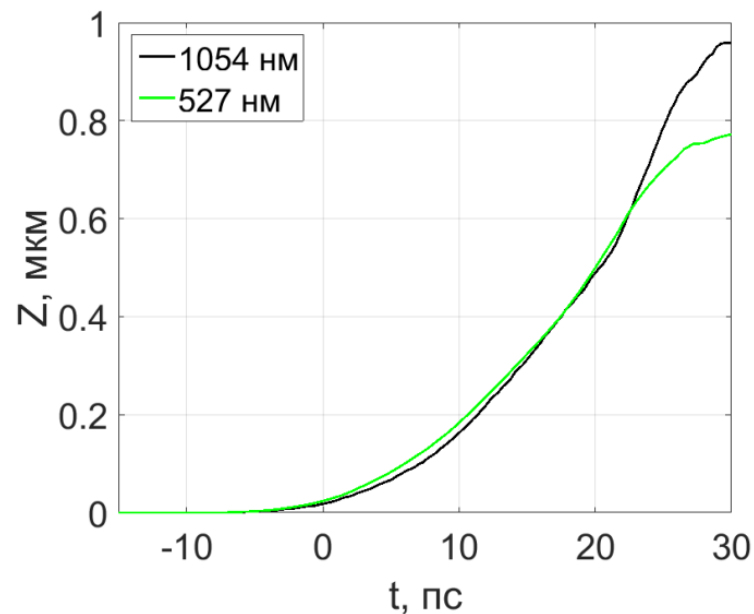
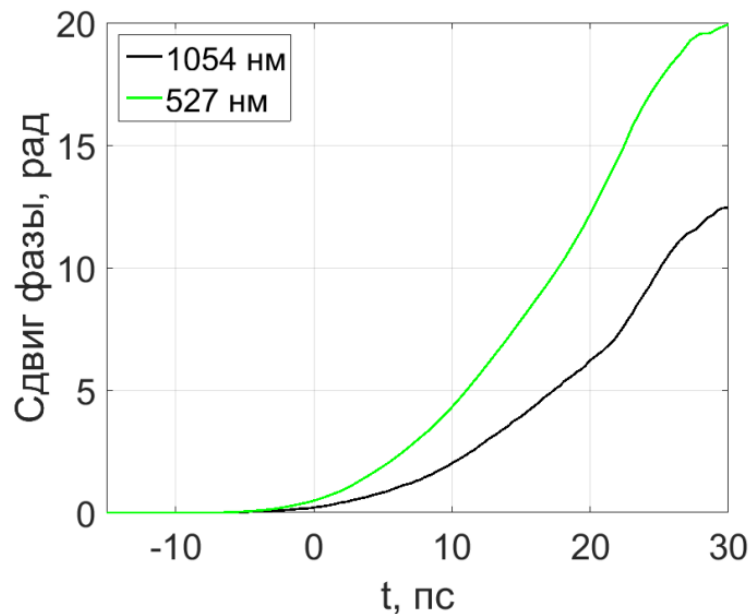


**опорная 527 нм**



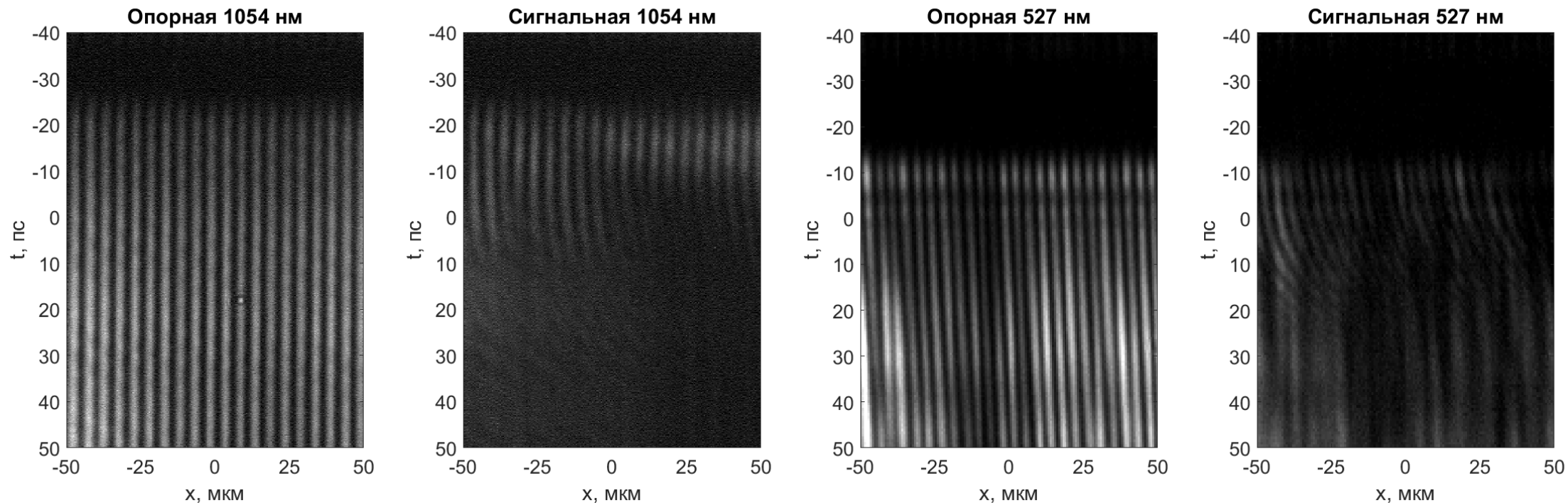
Параметры эксперимента	Значение
Энергия лазерного импульса на мишени, Дж	12,4
Интенсивность лазерного импульса на мишени, Вт/см <sup>2</sup>	$2 \cdot 10^{18}$

# Эксперименты с мишенями 10 мкм



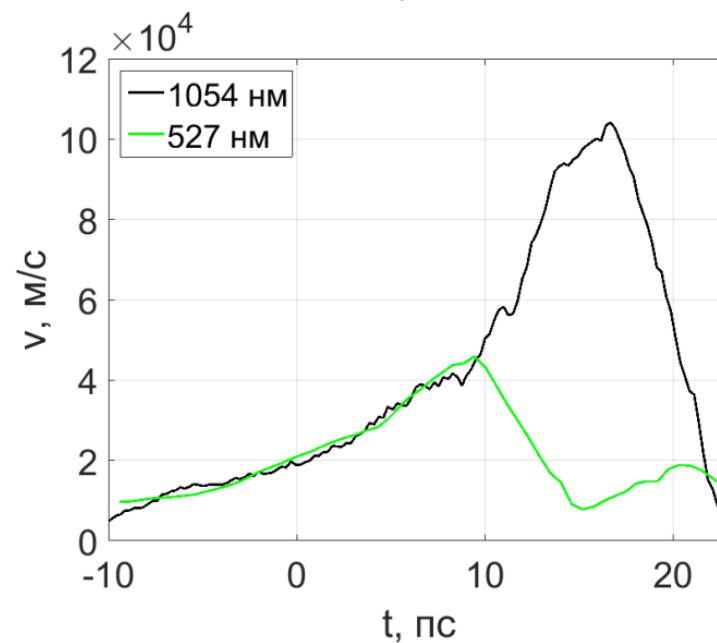
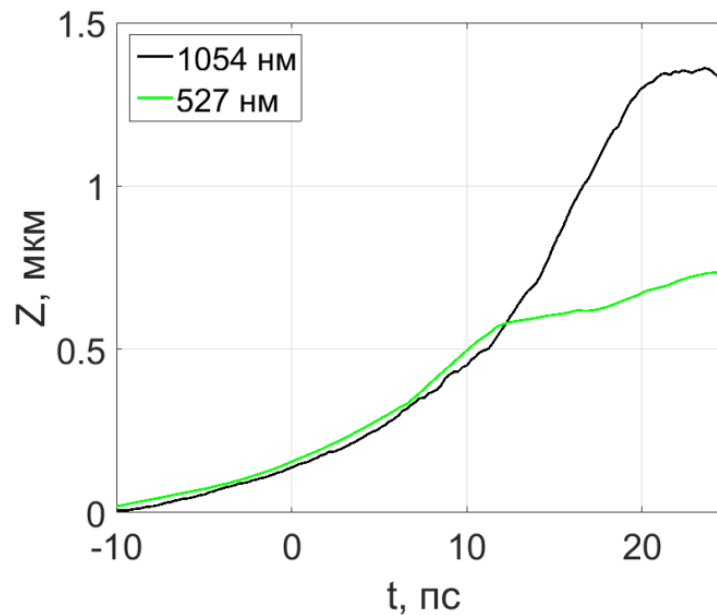
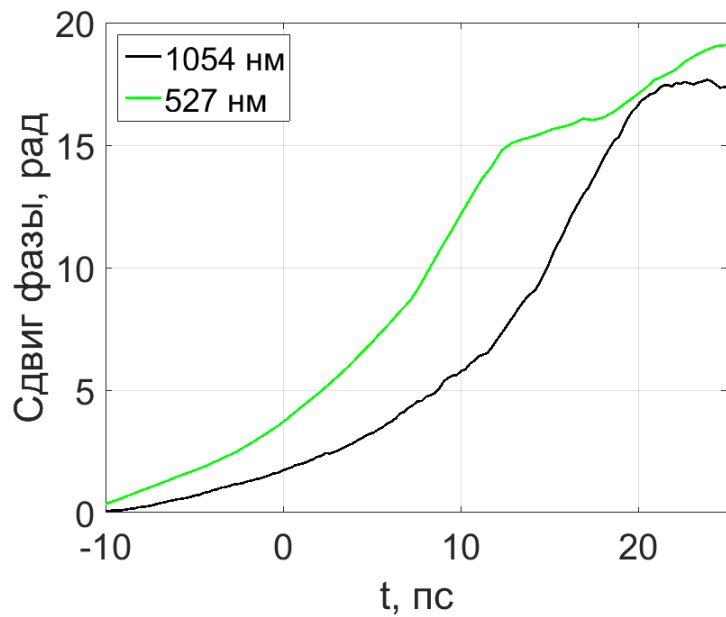
Максимальная скорость  
65 км/с для 1054 нм и  
43 км/с для 527 нм

# Эксперименты с мишенями 5 мкм



Параметры эксперимента	Значение
Энергия лазерного импульса на мишени, Дж	10,85
Интенсивность лазерного импульса на мишени, Вт/см <sup>2</sup>	$1,75 \cdot 10^{18}$

# Эксперименты с мишенями 5 мкм



Максимальная скорость  
104 км/с для 1054 нм и  
46 км/с для 527 нм



# Корректировка временных зависимостей



$$N_e(z) = N_{e(2\omega_0)} e^{-\beta(z-z_{2\omega_0})}$$

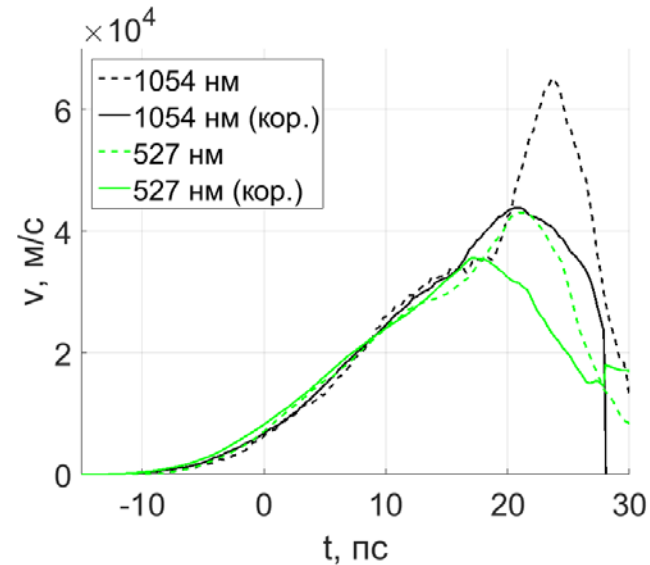
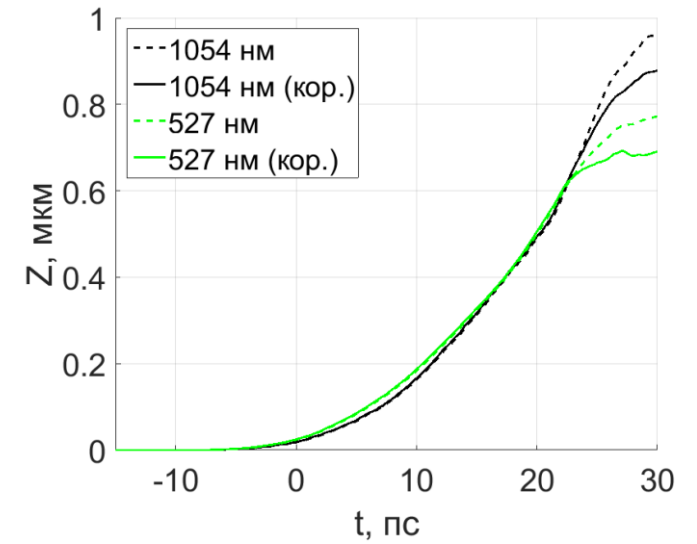
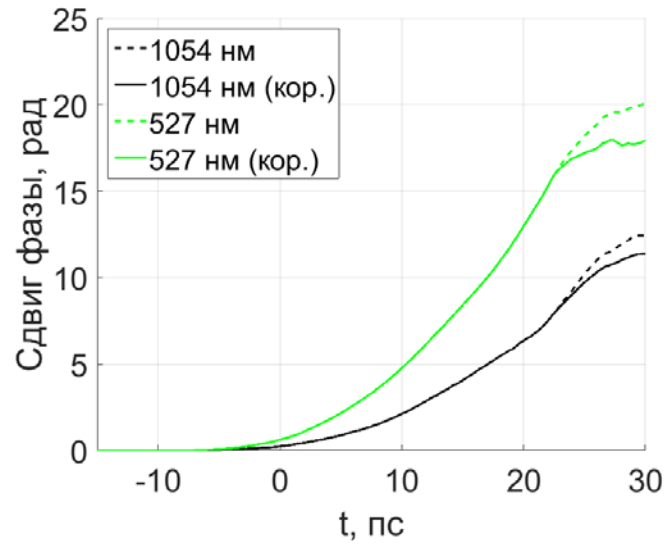
$$\beta = \ln 4 \cdot (z_{\omega_0} - z_{2\omega_0})^{-1}$$

$$\omega_p(z) = \sqrt{\frac{4\pi e^2}{m} N_e(z)}$$

$$n(z) = \sqrt{1 - \frac{\omega_p(z)^2}{\omega_i^2}}$$

$$\Delta L_{\text{опт}}(z) = \frac{2}{\cos \alpha} \int_{z_{\text{кр}}}^{\infty} [1 - n(z)] dz$$

$$\Delta \varphi(z) = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L_{\text{опт}}(z)$$



Максимальная скорость снизилась на 30% (1054 нм) и 17% (527 нм)

# Заключение



- На пикосекундной лазерной установке при интенсивности нагружающего импульса до  $2 \cdot 10^{18}$  Вт/см<sup>2</sup> проведена серия экспериментов по изохорическому разогреву медных мишеней толщинами 5 и 10 мкм с использованием диагностики параметров свободной поверхности мишени методом спектральной интерферометрии чирпированным импульсом длительностью 110 пс на двух длинах волн.
- Максимальная скорость поверхности критической плотности для  $\lambda = 1054$  нм составила 65 км/с, для  $\lambda = 527$  нм – 43 км/с при толщине мишени 10 мкм
- Максимальная скорость поверхности критической плотности для  $\lambda = 1054$  нм составила 104 км/с, для  $\lambda = 527$  нм – 46 км/с при толщине мишени 5 мкм
- Выполнена оценка влияния эффекта прохождения зондирующих пучков в слое докритической плазмы на результаты полученных динамических характеристик. Для мишени толщиной 10 мкм в предположении экспоненциального профиля плотности плазмы произведен расчёт дополнительного набегу фазы излучения и получено снижение максимальной скорости поверхностей критической плотности на 30% и 17% для зондирующих пучков с длинами волн 1054 нм и 527 нм соответственно.



**Спасибо за  
внимание**

**Борисов Егор Сергеевич**

**30.05.2023**

