

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ GFP В МИКРОРЕЗОНАТОРЕ ФАБРИ-ПЕРО ПРИ НАКАЧКЕ СВЕРХКОРОТКИМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
Вьюнышева С.А.¹, Мысливец С.А.^{1,2}, Давлетшин Н.Н.^{1,2}, Еремеева Е.В.³,
Высоцкий Е.С.³, Павлов И.Н.⁴, Вьюнышев А.М.^{1,2}

¹Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

²Институт инженерной физики и радиоэлектроники, СФУ, г. Красноярск, Россия

³Институт биофизики СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

⁴Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

Исследована возможность усиления флуоресценции *sgreGFP* в микрорезонаторе под действием фемтосекундных лазерных импульсов. Показано, что сигнал флуоресценции увеличивается на спектральных частотах, соответствующих модам микрорезонатора. Полученные результаты представляют интерес для приложений биофотоники.

Ключевые слова: флуоресценция, микрорезонатор, фемтосекундные лазерные импульсы.

Флуоресценция нашла широкое применение в различных биофотонных приложениях. Лабораторные методы анализа, базирующиеся на явлении флуоресценции, отличаются высокой чувствительностью, совместимостью с живыми объектами и быстротой отклика [1]. Благодаря передовым методам флуоресцентной микроскопии получены контрастные изображения с высоким пространственным разрешением, а разработка флуоресцентных меток на основе зеленого флуоресцентного белка (GFP) привела к возможности детального изучения структуры и функции белков и нуклеиновых кислот [2]. Особый интерес представляет метод лазерно-индуцированной флуоресценции для изучения биологических объектов со слабовыраженными люминесцентными свойствами или образцов с маленькой концентрацией флуорофора.

sgreGFP, используемый в нашей работе, характеризуется максимумом поглощения на 488 нм и полосой флуоресценции в диапазоне 510-525 нм. Раствор белка помещался в микрорезонатор типа Фабри-Перо, состоящий из двух плоскопараллельных многослойных диэлектрических зеркал с фотоннозапрещенной зоной на 450-620 нм. Система микрорезонатор-белок накачивалась второй гармоникой титан-сапфирового лазера на длине волны 400 нм (80 МГц, 100 фс) в схеме, представленной на рисунке. Средняя мощность лазерного излучения изменялась в пределах 1-30 мВт.

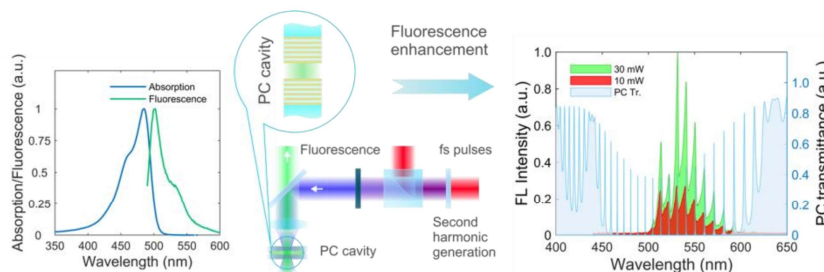


Рисунок. Блок-схема эксперимента по усилению лазерно-индуцированной флуоресценции *sgreGFP*

Спектр флуоресценции *sgreGFP*, представленный на рисунке выше, свидетельствует об усилении сигнала флуоресценции в микрорезонаторе на спектральных частотах, соответствующих микрорезонаторным модам. Величина усиления флуоресцентного сигнала может быть оценена по характеристикам добротности микрорезонатора [3], которая определяется формулой

$$Q = \lambda / \Delta\lambda, \quad (1)$$

где Q – добротность микрорезонатора; λ – длина волны; $\Delta\lambda$ – полуширина пика на полувысоте.

На длине волны 530 нм полуширина пика составляет 3 нм, соответственно, добротность микрорезонатора может быть оценена ≈ 177 . Таким образом, величина усиления флуоресцентного сигнала на длине волны 530 нм может достигать двух порядков.

В результате работы продемонстрировано усиление флуоресценции *sgreGFP* под действием фемтосекундных лазерных импульсов и приведена оценка величины усиления. Данные результаты представляют интерес для развития потенциальных биофотонных приложений.

[1] Pokhriyal A., Lu M., Ge C., Cunningham B.T., *Journal of Biophotonics*, **7**, 332–340, (2014).

[2] Shimomura O., Johnson F.H., Saiga Y., *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, **59**, 223–239, (1962).

[3] Maitland A., Dunn M.H., *Laser Physics*, North-Holland Pub.Co, Amsterdam, (1969).