

Program PGDS: **Kvantové technologie**

Téma česky: Bezznačková superrozlišovací mikroskopie fluktuací s rozlišením jednotlivých molekul

Téma anglicky: Label-free fluctuation-based superresolution microscopy with single-molecule sensitivity

Klíčová slova česky: superrozlišovací mikroskopie, interferometrická mikroskopie rozptýleného světla, iSCAT, single molekuly, proteiny asociované s mikrotubuly.

Klíčová slova anglicky: super-resolution microscopy, interferometric scattering microscopy, iSCAT, single-molecules, microtubule-associated proteins.

Jazyk práce: Angličtina

Typ práce: **disertační**

Ústav:

Ústav fotoniky a elektroniky, AV ČR, v.v.i.

Školitel:

Marek Piliarik, Ph. D., piliarik@ufe.cz

Konzultant / školitel-specialista:

prof. Ing. Ivan Richter, Dr.

Upoutávka v češtině:

Mikroskopie se superrozlišením se stala základním nástrojem pro pochopení struktury a funkce živých systémů, ale její fluorescenční princip znesnadňuje zobrazování vysoce dynamických nebo komplexních systémů. Dostupná míra detailů při pozorování sestavování proteinových struktur nám tak brání v pochopení některých klíčových procesů, které řídí mechanismy v biologických systémech. Doktorand(ka) vyvíjet novou bezznačkovou metodu založenou na přímé detekci fluktuací jednotlivých proteinů pomocí interferometrické rozptylové mikroskopie (iSCAT). Vývoj metody iSCAT se zaměří na rozlišení mikrosekundových fluktuací jednotlivých proteinů a bude se zabývat novými metodickými postupy optického zobrazování s citlivostí jednotlivých molekul a interakce světla s hmotou na úrovni jednotlivých molekul. Cílem výzkumu je položit základy nové éry vysokorychlostní mikroskopie se superrozlišením bez použití značek.

Upoutávka v anglickém jazyce:

Super-resolution microscopy has become an essential tool for understanding the structure and function of living systems, but its fluorescence principle makes it difficult to image highly dynamic or complex systems. Thus, the level of detail available when observing the assembly of protein structures prevents us from understanding some of the key processes that govern mechanisms in biological systems. The PhD student will develop a new label-free method based on the direct detection of single protein fluctuations using interferometric scattering microscopy (iSCAT). The development of the iSCAT method will focus on the resolution of microsecond fluctuations of individual proteins and will address novel optical imaging methodologies with single molecule

sensitivity and light-matter interaction at the single molecule level. The research aims to lay the foundations for a new era of high-speed, super-resolution, label-free microscopy

Zásady pro vypracování:

A detailed statement of work is to be determined. Briefly:

1. Literature survey,
2. Experimental development – optical setup for high-speed interferometric microscopy with single-molecule sensitivity emerging from the established know-how of the research group.
3. Data processing and interpretation – based on previous experience we often introduce novel approaches to data processing, visualization and understanding.
4. Applications – detection and tracking of microtubule-associated machinery in vitro and potentially in vivo.

Seznam odborné literatury:

1. M. Vala, L. Bujak, A.G. Marin, K. Holanova, V. Henrichs, M. Braun, Z. Lansky, M. Pilarik, Nanoscopic Structural Fluctuations of Disassembling Microtubules Revealed by Label-Free Super-Resolution Microscopy, Small Methods (2021) 2000985.
2. H. Robert, K. Holanová, Ľ. Bujak, M. Vala, V. Henrichs, Z. Lánský, M. Pilarik, Fast photothermal spatial light modulation for quantitative phase imaging at the nanoscale, Nature Communications 12 (2021) 2921.
3. M. Pilarik, V. Sandoghdar, Direct optical sensing of single unlabelled proteins and super-resolution imaging of their binding sites, Nature Communications 5 (2014) 4495. 1.
4. C. F. Bohren, D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. 2004.
5. D. Palouněk, M. Vala, Ľ. Bujak, I. Kopal, K. Jiříková, Y. Shaidiuk, M. Pilarik, Surpassing the Diffraction Limit in Label-Free Optical Microscopy ACS Photonics 11 (2024) 3907-3921.