

A - Základní údaje

Návrh projektu do veřejné soutěže ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích na podporu grantových projektů základního výzkumu pro Standardní projekty na rok 2021 (dále jen projekt)

| | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Registrační číslo | 21-01953S | Doba řešení (v letech) | 3 |
| Datum zahájení | 1.1.2021 | | |
| Název projektu česky | Geometricko-fázové hologramy vytvořené pomocí metapovrchů: kvantifikace optické odezvy a užití pro fázová měření a zobrazení se superrozlišením | | |
| Název projektu anglicky | Geometric phase holograms created by metasurfaces: quantification of optical response and use in phase measurements and super-resolution imaging | | |
| Hlavní panel | P102 - Elektrotechnika a elektronika | | |
| Klíčová slova česky | Prostorově proměnná polarizace; Geometrická fáze; Geometricko-fázové hologramy; Optické víry; Optické metapovrchy; Polymerní kapalné krystaly; Holografická mikroskopie; Kvantitativní fázové zobrazení; Spirální fázová mikroskopie; | | |
| Klíčová slova anglicky | Space-variant polarization; Geometric phase; Geometric phase holograms; Optical vortices; Optical metasurfaces; Polymer liquid crystals; Holographic microscopy; Quantitative phase imaging; Spiral phase microscopy; | | |

Navrhovatel a uchazeč

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|----------|
| Jméno a příjmení | | Rodné číslo | |
| E-mail | | Telefon | |
| ORCID | | Researcher ID | |
| SCOPUS ID | | | |
| Organizace | Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta | | |
| Sídlo | Křížkovského 511/8, Olomouc | IČO | 61989592 |

Spolunavrhovatel a spoluuchazeč - 1

| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|----------|
| Jméno a příjmení | | Rodné číslo | |
| E-mail | | Telefon | |
| ORCID | | Researcher ID | |
| SCOPUS ID | | | |
| Organizace | Vysoké učení technické v Brně, Středoevropský technologický institut | | |
| Sídlo | Antonínská 548/1, Brno | IČO | 00216305 |

Abstrakt česky

Optika čtvrté generace (4G optika) poskytuje inovativní způsob ovládání světla pomocí geometrické (Pancharatnam-Berryho) fáze. Projekt otevírá nové cesty pro optickou diagnostiku geometrickofázových hologramů, které představují nehomogenní anizotropní struktury vytvořené v metapovrchích a kapalných krystalech. Cílem výzkumu je kvantifikace lokální a kolektivní optické odezvy geometrickofázových hologramů, provedená s vysokým rozlišením a citlivostí k jednotlivým stavebním blokům. Nové diagnostické metody umožní připravit geometricko-fázové hologramy s optickou odezvou na míru. Jejich použití povede k experimentům zaměřeným na rekonstrukci prostorově proměnných polarizačních stavů, polarizační zobrazení nebo vírové měření fázové retardace a kruhového dvojlomu anizotropních vzorků. Elektromagnetické simulace geometrickofázových struktur umožní zobrazení se superrozlišením dosažené multifrekvenční modulací světla metapovrchem vytvořeným na krycím skle a ověří možnost originálního provedení mikroskopu tvořeného vrstevnatou strukturou geometrickofázových hologramů.

Cíle projektu česky (vědecký záměr)

Cílem projektu jsou nové metody optické diagnostiky anizotropních geometrickofázových struktur v metapovrchích a kapalných krystalech, příprava geometrickofázových hologramů s optickou odezvou na míru a jejich užití v měřicích a zobrazovacích systémech se zvýšeným výkonem a novými funkcemi.

Abstrakt anglicky

The fourth-generation optics (4G optics) provides an innovative control of light by the geometric (Pancharatnam-Berry) phase. The project opens new avenues for optical diagnostics of geometric-phase holograms formed as inhomogeneous anisotropic structures in metasurfaces and liquid crystals. The aim of the research is to quantify the local and collective optical response of geometric-phase holograms, performed with high resolution and sensitivity to individual building blocks. New diagnostic methods allow preparing geometric-phase holograms with the on-demand optical response. They will be used in experiments on restoration of space-variant polarization, polarization imaging or vortex measurement of phase retardation and circular birefringence of anisotropic samples. Electromagnetic simulations of geometric-phase structures will result in super-resolution imaging achieved through multi-frequency light modulation by the metasurface created on the cover glass and will verify design of an original microscope consisting of a layered structure of geometric-phase holograms.

Cíle projektu anglicky (vědecký záměr)

The project is aimed at novel methods for diagnostics of anisotropic geometric-phase structures in metasurfaces and liquid crystals, preparation of geometric-phase holograms with on-demand optical response and their use in measuring and imaging systems of enhanced performance and new functionality.

Klasifikace CEP

Zařazení do CEP

BH - Optika, masery a lasery

Obory OECD

Optics (including laser optics and quantum optics)

Přihlášení se k prioritám

>

Část B - Finanční prostředky celkem

Částky jsou uváděny v Kč.

Celkové způsobilé náklady na řešení projektu ze všech zdrojů financování

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Celková dotace poskytovatele na projekt | 2 363 tis | 2 363 tis | 2 363 tis | 7 089 tis |
| Podpora z ostatních veřejných zdrojů (tuzemských i zahraničních) | 124 tis | 124 tis | 124 tis | 372 tis |
| Podpora z neveřejných zdrojů (vlastní prostředky, soukromé dotace) | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Způsobilé náklady ze všech zdrojů financování | 2 487 tis | 2 487 tis | 2 487 tis | 7 461 tis |
| Míra podpory u poskytovatele | 95,01 % | | | |

Rozdělení dotace na řešení projektu
Rozdělení ostatních zdrojů na řešení projektu

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem | | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Věcné náklady | 863 tis | 863 tis | 863 tis | 2 589 tis | Věcné náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Osobní náklady | 1 500 tis | 1 500 tis | 1 500 tis | 4 500 tis | Osobní náklady | 124 tis | 124 tis | 124 tis | 372 tis |
| Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis | Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Celkem | 2 363 tis | 2 363 tis | 2 363 tis | 7 089 tis | Celkem | 124 tis | 124 tis | 124 tis | 372 tis |

Uchazeč - Část B - finanční prostředky

Jméno a příjmení

[REDACTED]

Organizace

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta

Částky jsou uváděny v Kč.

Celkové způsobilé náklady na řešení projektu ze všech zdrojů financování

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Celková dotace poskytovatele na projekt | 1 126 tis | 1 126 tis | 1 126 tis | 3 378 tis |
| Podpora z ostatních veřejných zdrojů (tuzemských i zahraničních) | 98 tis | 98 tis | 98 tis | 294 tis |
| Podpora z neveřejných zdrojů (vlastní prostředky, soukromé dotace) | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Způsobilé náklady ze všech zdrojů financování | 1 224 tis | 1 224 tis | 1 224 tis | 3 672 tis |
| Míra podpory u poskytovatele | 91,99 % | | | |

Rozdělení dotace na řešení projektu
Rozdělení ostatních zdrojů na řešení projektu

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem | | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Věcné náklady | 417 tis | 417 tis | 417 tis | 1 251 tis | Věcné náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Osobní náklady | 709 tis | 709 tis | 709 tis | 2 127 tis | Osobní náklady | 98 tis | 98 tis | 98 tis | 294 tis |
| Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis | Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Celkem | 1 126 tis | 1 126 tis | 1 126 tis | 3 378 tis | Celkem | 98 tis | 98 tis | 98 tis | 294 tis |

Uchazeč - Část B - rozpis finančních položek

V této části návrhu se vyplňuje požadovaná dotace od GAČR

Dotace na věcné náklady

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Materiální náklady | 150 tis | 150 tis | 150 tis | 450 tis |
| Cestovní náklady | 40 tis | 40 tis | 40 tis | 120 tis |
| Náklady na ostatní služby a nemateriální náklady | 40 tis | 40 tis | 40 tis | 120 tis |
| Doplňkové (režijní) náklady | 187 tis | 187 tis | 187 tis | 561 tis |
| Celkem | 417 tis | 417 tis | 417 tis | 1 251 tis |

Dotace na osobní náklady (souhrn)

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Mzdy odborných pracovníků | 522 tis | 522 tis | 522 tis | 1 566 tis |
| Mzdy dalších (tech.) pracovníků | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Odměny z DPP/DPČ | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Sociální a zdravotní pojištění a SF (FKSP) | 187 tis | 187 tis | 187 tis | 561 tis |
| Celkem | 709 tis | 709 tis | 709 tis | 2 127 tis |

Dotace na pořízení investic

| | | 1. rok | | 2. rok | | 3. rok | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| Investice | Poř. cena | Způs.nákl./Odp. | Využití | Způs.nákl./Odp. | Využití | Způs.nákl./Odp. | Využití |
| Celkem dotace na investice | | 0 tis | | 0 tis | | 0 tis | |

Rozpis mzdových nákladů a odměn DPP/DPČ hrazených z dotace pro všechny roky řešení

| Kat. | Jméno | Úvazek/1. rok | Úvazek/2. rok | Úvazek/3. rok |
|---------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Náplň práce / popis činnosti | Dotace | Dotace | Dotace |
| - | Řešitel/koordinace projektu | 0,30 216 tis | 0,30 216 tis | 0,30 216 tis |
| - | Junior výzkumný pracovník/teoretická a experimentální činnost | 0,20 96 tis | 0,20 96 tis | 0,20 96 tis |
| - | Senior výzkumný pracovník/teoretická a experimentální činnost | 0,10 66 tis | 0,10 66 tis | 0,10 66 tis |
| student | PhD student/experimentální činnost a zpracování dat | 0,10 36 tis | 0,10 36 tis | 0,10 36 tis |
| student | PhD student/experimentální činnost a zpracování dat | 0,20 72 tis | 0,20 72 tis | 0,20 72 tis |
| student | PhD student/teoretická a experimentální činnost | 0,10 36 tis | 0,10 36 tis | 0,10 36 tis |

Uchazeč - Část B - finanční prostředky
Specifikace a zdůvodnění nákladů za celou dobu řešení

Materiální náklady

Pro provedení plánovaných experimentů budou využity prostory a vybavení Laboratoře digitální optiky a Laboratoře spektroskopie na Katedře optiky PřF UP.

V roce 2021 budou finanční prostředky projektu použity na nákup optických a mechanických komponent potřebných pro realizaci mikroskopu pracujícího s prostorově proměnným polarizačním stavem a na zajištění vzorků pro měření geometrické fáze (celkem 150 tis. Kč):

- polarizační optika (vírové půlvlnné retardéry, polarizátory, fázové destičky, polarizační čočky, polarizační mřížky, 90 tis. Kč),
- zobrazovací optika (dublety, optika pro sestavení 4f systému a osvětlovače, 40 tis. Kč),
- mechanické komponenty (držáky, objímky, stojánky, posuvy, rotace, 20 tis. Kč)

V roce 2022 budou materiální náklady využity pro realizaci experimentů a provádění měření fázové retardace ve viditelné (VIS) a střední infračervené (SMIR) oblasti spektra (celkem 150 tis. Kč). V experimentech budou využívány modulační a detekční SMIR systémy dostupné v laboratořích PřF UP, materiální náklady budou použity na doplnění optických zobrazovacích a spektrálních komponent pro VIS a SMIR oblasti (100 tis. Kč) a mechanických komponent (50 tis. Kč).

V roce 2023 budou materiální náklady využity pro zajištění experimentů zaměřených na studium kruhového dvojlomu, fázové odezvy dielektrických metapovrchů a polarizační zobrazení se zvýrazněným kontrastem (celkem 150 tis. Kč). Poskytnuté prostředky budou využity na pořízení optických komponent a testovacích vzorků (100 tis. Kč) a mechanických komponent (50 tis. Kč).

Cestovní náklady

V roce 2021 je cestovné ve výši 40 tis. Kč plánováno k uhrazení aktivní účasti 2 členů řešitelského týmu na konferenci, které se pravidelně zúčastňujeme. Jde o konferenci International Conference on Correlation Optics, Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, která je nejvýznamnější konferencí zaměřenou na singulární optiku, důležitou pro řešení projektu.

V letech 2022 a 2023 budou cestovní náklady (v každém roce 40 tis. Kč) použity pro uhrazení aktivní účasti 1 nebo 2 členů řešitelského týmu na mezinárodní konferenci zaměřené na tematiku projektu (kvantitativní fázová mikroskopie, 3D zobrazování a holografie, nanotechnologie)

Účastníci konferencí budou prezentovat výsledky projektu formou přednášek nebo posterů.

Náklady na ostatní služby a nemateriální náklady

Náklady na služby budou ve všech třech letech řešení projektu použity na úhradu poplatků za publikaci výsledků v odborných časopisech (např. Optics Letters, Optics Express, APL Photonics, Optica). Dále budou hrazeny reprografické služby a drobné zakázkové práce pro laboratoř (v každém roce celkem 40 tis. Kč).

Osobní náklady

Složení řešitelského týmu UP a příslušné osobní náklady zůstanou podle předpokladu nezměněny po celou dobu řešení projektu. Níže uvádíme rozpis osobních nákladů pro jeden rok řešení projektu.

Na řešení projektu se na UP budou podílet [REDAKCE] (koordinace spolupráce týmů řešitele a spoluřešitele, optické výpočty a charakterizace struktur geometricko-fázových hologramů, koncepční návrhy experimentů), úvazek 30%, osobní náklady z dotace 216 tis. Kč/rok, dofinancování osobních nákladů 72 tis. Kč/rok (dofinancování včetně odvodů 98 tis. Kč/rok), [REDAKCE] (návrh a realizace experimentů pro měření kruhového dvojlomu, sběr a zpracování experimentálních dat), úvazek 10%, osobní náklady 66 tis. Kč/rok [REDAKCE] (teoretická a experimentální činnost v oblasti polarizačního zobrazení, zpracování experimentálních dat), úvazek 20%, osobní náklady 96 tis. Kč/rok, [REDAKCE] (Ph.D. student, příprava software, realizace experimentů pro kvantitativní fázové zobrazení, zpracování experimentálních dat), úvazek 20%, osobní náklady 72 tis. Kč/rok, [REDAKCE] (Ph.D. studentka, příprava a realizace experimentů pro měření fázové retardace, zpracování experimentálních dat), úvazek 10%, osobní náklady 36 tis. Kč/rok, [REDAKCE] (Ph.D. student, optické simulace a příprava software pro vírové zobrazení), úvazek 10%, osobní náklady 36 tis. Kč/rok. Úvazky byly stanoveny podle podílu činností jednotlivých členů týmu na plnění cílů projektu. Požadované mzdové náklady představují poměrnou část mezd odpovídající pracovním úvazkům na projektu a vycházejí z platného mzdového předpisu pracoviště a podmínek zadávací dokumentace. Výše mzdy je tvořena poměrnou částí tarifní mzdy a osobního ohodnocení. V rámci osobních nákladů jsou uplatňovány náklady na odvody na zdravotní a sociální pojištění, zákonné pojištění odpovědnosti zaměstnavatele za škodu a sociální fond v celkové výši 35,8% odpovídajících mzdových nákladů.

Investiční náklady

Investiční náklady nejsou plánované.

Uchazeč - Část D2 - bibliografie

Úplné bibliografické údaje o nejvýznamnějších výsledcích vědecké a výzkumné činnosti definovaných v Metodice hodnocení výsledků výzkumu a vývoje

| Výsledek | Kód výsledku | Databaze | Citací | Impaktní faktor | |
|------------|--------------------|----------|--------|-----------------|--------|
| [Redacted] | Podíl na publikaci | | | | |
| | 1 | Jimp | WOS | 200 | 1,657 |
| | 2 | Jimp | WOS | 93 | 2,088 |
| | 3 | Jimp | WOS | 35 | 3,385 |
| | 4 | Jimp | WOS | 4 | 12,279 |
| 5 | Jimp | WOS | 3 | 4,122 | |

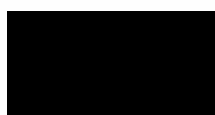
Celkové počty výsledků definovaných Metodice hodnocení výsledků výzkumu a vývoje za posledních 5 let (podle RIV)

- J_{imp} - článek v odborném periodiku impaktovaném
- J_{sc} - článek v odborném periodiku obsaženém v databázi Scopus
- J_{ost} - článek ostatní
- B - odborná kniha
- C - kapitola v odborné knize
- D - článek ve sborníku
- P - patent
- F - užitný nebo průmyslový vzor
- Z - poloprovoz, ověřená technologie, odrůda, plemeno
- G - prototyp, funkční vzorek
- H - poskytovatelem realizovaný výsledek
- L - specializovaná mapa
- N - certifikovaná metodika a postup
- R - software
- V - výzkumná zpráva obsahující utajované informace podle zvláštního právního předpisu



Celkový počet citací včetně autocitací a H-index WOS

Počet citací včetně autocitací na všechny práce podle Metodika použitá pro počet citací dle "jiné metodiky"



H-index podle Web of Science

Uchazeč - Část D2 – další dosažené výsledky

Výchovná a vzdělávací činnost

Zvané přednášky

Významná ocenění

Významné projekty

Členství v hodnoticích panelech

Uchazeč - Část E - související projekty

Běžící projekty (uvádějí se i zahraniční projekty)

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Grantová agentura České republiky | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Standardní projekt základního výzkumu | Registrační číslo | 18-01396S |
| Role v projektu | Řešitel | Panel (pouze GAČR) | P102 |
| Celý název projektu | Nové možnosti kvantitativního fázového zobrazení dosažené průkopnickými technologiemi pro transformaci geometrické fáze světla | | |
| Dotace pro příjemce | 5 577 tis | Pracovní úvazek | 0,30 |
| Počátek řešení | 1.1.2018 | Ukončení řešení | 31.12.2020 |
| Příjemce - název instituce | Univerzita Palackého v Olomouci | | |
| Vztah k podávanému návrhu | <p>Běžící projekt řeší zvýšení optického výkonu metod kvantitativního fázového zobrazení a lokalizačního zobrazení a hledá nové možnosti jejich uplatnění v biomedicínském výzkumu. Výsledkem projektu jsou experimentální techniky, které se nad rámec očekávání prosadily také v materiálových vědách. V průběhu řešení projektu byly navázány kontakty s vědeckými skupinami zaměřenými na výzkum plasmonických a dielektrických metapovrchů, pro které jsou vyvinuté experimentální techniky přínosné (dokumentováno společnými publikacemi). Podávaný návrh vychází ze zázemí vytvořeného v běžícím projektu a využívá potenciál vyvinutých metod pro rozvoj nových výzkumných oblastí. V podávaném projektu jsou zastoupeny výzkumné skupiny, se kterými byla navázána spolupráce v rámci běžícího projektu.</p> | | |

Navrhované projekty (uvádějí se i zahraniční projekty)

V současné době nejsou žádné projekty navrhované.

Ukončené projekty

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Grantová agentura ČR | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Standardní projekt | Registrační číslo | 15-14612S |
| Role v projektu | Spoluřešitel | Panel (pouze GAČR) | P102 |
| Celý název projektu | Pokroky nekoherentní holografické mikroskopie při použití fotonických simulací a principů singulární optiky | | |
| Dotace pro příjemce | 2 475 tis | Pracovní úvazek | 0,10 |
| Počátek řešení | 1.1.2015 | Ukončení řešení | 31.12.2017 |
| Příjemce - název instituce | Vysoké učení technické v Brně | | |
| Vztah k podávanému návrhu | <p>Projekt základního výzkumu zaměřený na simulaci zobrazení biologických objektů, holografickou mikroskopii a rozvoj metod fázového zobrazení v kalných prostředích. Podávaný návrh projektu navazuje na tematiku kvantifikace fáze, přináší nové koncepce experimentů pro charakterizaci geometrickofázových struktur metapovrchů a kapalných krystalů, využívá pokročilé technologie pro rozvoj experimentů a systémů se zvýšeným optickým výkonem a dříve nedostupnou funkčností a zkoumá fundamentální limity experimentů určené teorií informace. Oba projekty jsou řešeny společným týmem UP v Olomouci a VUT v Brně, základ řešitelského kolektivu je zachován a je rozšířen o nové PhD studenty.</p> | | |
| Hodnocení | vynikající (V/E/A) | | |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Technologická agentura ČR | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Centra kompetence | Registrační číslo | TE01020229 |
| Role v projektu | Člen týmu | Panel (pouze GAČR) | |
| Celý název projektu | Centrum digitální optiky | | |
| Dotace pro příjemce | 20 000 tis | Pracovní úvazek | 0,30 |
| Počátek řešení | 1.1.2016 | Ukončení řešení | 31.12.2019 |
| Příjemce - název instituce | Univerzita Palackého v Olomouci | | |
| Vztah k podávanému návrhu | Aplikačně orientovaný projekt, ve kterém společný tým VUT v Brně a UP v Olomouci realizoval nekoherentní korelační holografický mikroskop využívající prostorový modulátor světla. Podávaný projekt má jen částečnou tématickou návaznost na holografickou mikroskopii, liší se teoretickým výzkumem, hlavní tématickou oblastí, koncepcí experimentů i stanovenými cíli. | | |
| Hodnocení | dosud nehodnoceno | | |

Spoluuchazeč - Část B - finanční prostředky

Jméno a příjmení [redacted]
Organizace Vysoké učení technické v Brně, Středoevropský technologický institut
 Částky jsou uváděny v Kč.

Celkové způsobilé náklady na řešení projektu ze všech zdrojů financování

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Celková dotace poskytovatele na projekt | 1 237 tis | 1 237 tis | 1 237 tis | 3 711 tis |
| Podpora z ostatních veřejných zdrojů (tuzemských i zahraničních) | 26 tis | 26 tis | 26 tis | 78 tis |
| Podpora z neveřejných zdrojů (vlastní prostředky, soukromé dotace) | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Způsobilé náklady ze všech zdrojů financování | 1 263 tis | 1 263 tis | 1 263 tis | 3 789 tis |
| Míra podpory u poskytovatele | 97,94 % | | | |

Rozdělení dotace na řešení projektu

Rozdělení ostatních zdrojů na řešení projektu

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem | | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Věcné náklady | 446 tis | 446 tis | 446 tis | 1 338 tis | Věcné náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Osobní náklady | 791 tis | 791 tis | 791 tis | 2 373 tis | Osobní náklady | 26 tis | 26 tis | 26 tis | 78 tis |
| Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis | Investiční náklady | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Celkem | 1 237 tis | 1 237 tis | 1 237 tis | 3 711 tis | Celkem | 26 tis | 26 tis | 26 tis | 78 tis |

Spoluuchazeč - Část B - rozpis finančních položek

V této části návrhu se vyplňuje požadovaná dotace od GAČR

Dotace na věcné náklady

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Materiální náklady | 150 tis | 150 tis | 150 tis | 450 tis |
| Cestovní náklady | 40 tis | 40 tis | 40 tis | 120 tis |
| Náklady na ostatní služby a nemateriální náklady | 50 tis | 50 tis | 50 tis | 150 tis |
| Doplňkové (režijní) náklady | 206 tis | 206 tis | 206 tis | 618 tis |
| Celkem | 446 tis | 446 tis | 446 tis | 1 338 tis |

Dotace na osobní náklady (souhrn)

| | 1. rok | 2. rok | 3. rok | Celkem |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Mzdy odborných pracovníků | 543 tis | 543 tis | 543 tis | 1 629 tis |
| Mzdy dalších (tech.) pracovníků | 40 tis | 40 tis | 40 tis | 120 tis |
| Odměny z DPP/DPČ | 0 tis | 0 tis | 0 tis | 0 tis |
| Sociální a zdravotní pojištění a SF (FKSP) | 208 tis | 208 tis | 208 tis | 624 tis |
| Celkem | 791 tis | 791 tis | 791 tis | 2 373 tis |

Dotace na pořízení investic

| | | 1. rok | | 2. rok | | 3. rok | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| Investice | Poř. cena | Způs.nákl./Odp. | Využití | Způs.nákl./Odp. | Využití | Způs.nákl./Odp. | Využití |
| Celkem dotace na investice | | 0 tis | | 0 tis | | 0 tis | |

Rozpis mzdových nákladů a odměn DPP/DPČ hrazených z dotace pro všechny roky řešení

| Kat. | Jméno | Úvazek/1.rok | Úvazek/2.rok | Úvazek/3.rok |
|----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Náplň práce / popis činnosti | Dotace | Dotace | Dotace |
| - | [redacted] Spoluřešitel/koordinace týmu VUT, teoretická činnost | 0,20 144 tis | 0,20 144 tis | 0,20 144 tis |
| - | [redacted] Senior výzkumný pracovník/numerické modelování | 0,10 68 tis | 0,10 68 tis | 0,10 68 tis |
| postdok | [redacted] Junior výzkumný pracovník/teoretická činnost, návrh a realizace experimentů | 0,30 158 tis | 0,30 158 tis | 0,30 158 tis |
| student | [redacted] PhD student/měření, zpracování a vyhodnocení dat, vývoj aplikací | 0,20 60 tis | 0,20 60 tis | 0,20 60 tis |
| postdok | [redacted] Junior výzkumný pracovník/automatizace experimentů, sběr dat | 0,10 53 tis | 0,10 53 tis | 0,10 53 tis |
| st.anon. | S 2 PhD student/ výroba plazmonických a dielektrických metapovrchů | 0,10 30 tis | 0,10 30 tis | 0,10 30 tis |
| st.anon. | S 3 student Mgr. studia/ výroba plazmonických a dielektrických metapovrchů | 0,10 30 tis | 0,10 30 tis | 0,10 30 tis |
| - | Další spolupracovníci (technici) administrativní činnost na projektu | | 0,10 40 tis | 0,10 40 tis |

Spoluuchazeč - Část B - finanční prostředky

Specifikace a zdůvodnění nákladů za celou dobu řešení

Materiální náklady

Na materiální náklady je plánováno celkem 450 tis. Kč po celou dobu řešení projektu. Experimenty budou prováděny v optických laboratořích Vysokého učení technického v Brně a Středoevropského technologického institutu. Každý rok řešení projektu budou čerpány materiální náklady ve výši 150 tis. Kč a použity na dovybavení laboratoří optickými a mechanickými komponentami a testovacími vzorky potřebnými pro realizaci plánovaných experimentů.

V roce 2021 budou finanční prostředky využity k pořízení optických a mechanických komponent nezbytných pro testování podsestav a sestav optických systémů, které budou vyvíjeny pro měření vzorků s prostorově proměnnou polarizací a vzorků vytvářejících fázovou retardaci (čočky, achromatické čočky, objektivy, polarizační filtry, kruhové polarizátory, fázové destičky a vírové půlvlnné retardéry - 70 tis. Kč, mechanické polohovací systémy a držáky - 30 tis. Kč) a geometricko-fázových hologramů, nebo polarizačních vzorků ve střední infračervené (SWIR) spektrální oblasti (optické a polarizační komponenty vrstvené pro infračervenou oblast, holografická difrakční mřížka pro infračervenou oblast - 50 tis. Kč).

V roce 2022 budou finanční prostředky využity ke kompletaci podsestav a sestav, realizovaných v roce 2021, do výsledných systémů vhodných pro měření ve viditelné (VIS) a (SWIR) spektrální oblasti (50 tis. Kč). Budou pořízeny optické komponenty umožňující modifikaci a použití koherencí řízeného holografického mikroskopu (CCHM) pro měření dielektrických metapovrchů (40 tis. Kč). Prostředky budou dále využity k nákupu optických komponent a realizaci průtokové komůrky nebo krycího skla s vrstvou provádějící multifrekvenční modulaci procházejícího světla, která umožní dosáhnout superrozlišeného zobrazení v CCHM (60 tis. Kč).

V roce 2023 budou finanční prostředky využity pro optickou a mechanickou optimalizaci sestav vyvíjených v průběhu projektu a zajištění vzorků pro jejich kalibraci a praktické testování (80 tis. Kč). Prostředky budou dále využity k realizaci miniaturizovaných optických systémů a testování možnosti rozšíření superrozlišovacího zobrazení mimo oblast koherencí řízené holografické mikroskopie (optické a mechanické komponenty, realizace mikroskopových skel s geometricko-fázovými hologramy) (70 tis. Kč).

Cestovní náklady

V roce 2021 je cestovné plánováno ve výši 40 tis. Kč. Finanční prostředky budou využity k uhrazení aktivní účasti jednoho člena řešitelského týmu na zahraniční konferenci. Cílem bude orální, nebo posterová prezentace výzkumných výsledků projektu. Plánovaná je účast na jedné z pravidelných konferencí souvisejících s tematikou projektu [Focus On Microscopy (organizátor AMC Congress Organisation), nebo Digital Holography & 3D Imaging (organizátor OSA The Optical Society)]. V letech 2022 a 2023 bude cestovné čerpáno ve stejné výši (v každém roce 40 tis. Kč). Prostředky budou využity k uhrazení aktivní účasti jednoho člena řešitelského týmu na zahraniční konferenci se zaměřením na optickou a digitální mikroskopii.

Náklady na ostatní služby a nemateriální náklady

Náklady na ostatní služby a nemateriální náklady budou v každém roce řešení projektu čerpány ve výši 50 tis. Kč. Prostředky budou v jednotlivých letech využity k uhrazení publikačních poplatků (plánovány jsou publikace v optických časopisech spadajících do kategorie Q1), reprografických služeb a drobných zakázkových prací (případné úpravy optických, nebo mechanických komponent, povrchová úprava originálně vyrobených mechanických komponent).

Osobní náklady

Složení řešitelského týmu VUT a příslušné osobní náklady zůstanou podle předpokladu nezměněny po celou dobu řešení projektu. Níže uvádíme rozpis osobních nákladů pro jeden rok řešení projektu.

Na řešení projektu se za VUT budou podílet [redacted] (koordinace týmu spoluřešitele, práce v oblasti teorie zobrazení, koncepční návrhy experimentů a metodiky pozorování, úvazek 20%, osobní náklady 144 tis. Kč/rok z dotace, dofinancování 19 tis. Kč/rok (26 tis. Kč/rok včetně odvodů)); [redacted] (práce v oblasti elektromagnetických simulací, návrhy a realizace výpočetních modelů a procedur, úvazek 10%, osobní náklady 68 tis. Kč/rok); [redacted] (teoretická činnost, koncepční návrhy experimentů a jejich realizace, sběr a zpracování experimentálních dat, úvazek 30%, osobní náklady 158 tis. Kč/rok); [redacted] (automatizace měření a řízení experimentů počítačem, experimentální činnost, sběr a zpracování experimentálních dat, úvazek 10%, osobní náklady 53 tis. Kč/rok); [redacted] (PhD. student, návrhy experimentů, sběr, numerické zpracování a vyhodnocení experimentálních dat, vývoj nových aplikací, úvazek 20%, osobní náklady 60 tis. Kč/rok); studenti S2 a S3 (úvazky 10%, osobní náklady 30 tis. Kč/rok, výroba testovacích vzorků, plazmonických a dielektrických metapovrchů pomocí metod optické a elektronové litografie) a administrativní pracovník (úvazek 10%, osobní náklady 40 tis. Kč/rok). Hodnota úvazků byla stanovena podle podílu činností jednotlivých osob na cílech projektu a jejich náročnosti. Požadované mzdové náklady představují poměrnou část mezd odpovídající pracovním úvazkům na projektu a vycházejí z platného mzdového předpisu pracoviště a podmínek zadávací dokumentace. Výše mzdy je tvořena poměrnou částí tarifní mzdy a osobního ohodnocení. V rámci osobních nákladů jsou uplatňovány náklady na odvody na zdravotní a sociální pojištění, zákonné pojištění odpovědnosti zaměstnavatele za škodu a sociální fond v celkové výši 35,72 % odpovídajících mzdových nákladů.

Investiční náklady

nerelevantní - žádné investiční náklady

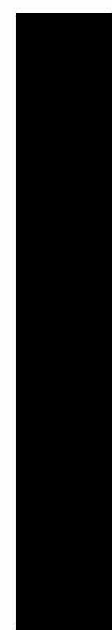
Spoluuchazeč - Část D2 - bibliografie

Úplné bibliografické údaje o nejvýznamnějších výsledcích vědecké a výzkumné činnosti definovaných v Metodice hodnocení výsledků výzkumu a vývoje

| Výsledek | Kód výsledku | Databaze | Citací | Impaktní faktor |
|----------|--------------|----------|--------|-----------------|
| 1 | Jimp | WOS | 53 | 3,753 |
| 2 | Jimp | WOS | 47 | 3,525 |
| 3 | Jimp | WOS | 43 | 3,399 |
| 4 | Jimp | WOS | 4 | 12,279 |
| 5 | Jimp | WOS | 3 | 4,122 |

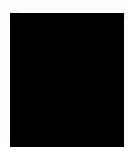
Celkové počty výsledků definovaných Metodice hodnocení výsledků výzkumu a vývoje za posledních 5 let (podle RIV)

- J_{imp}** - článek v odborném periodiku impaktovaném
- J_{sc}** - článek v odborném periodiku obsaženém v databázi Scopus
- J_{ost}** - článek ostatní
- B** - odborná kniha
- C** - kapitola v odborné knize
- D** - článek ve sborníku
- P** - patent
- F** - užitný nebo průmyslový vzor
- Z** - poloprovoz, ověřená technologie, odrůda, plemeno
- G** - prototyp, funkční vzorek
- H** - poskytovatelem realizovaný výsledek
- L** - specializovaná mapa
- N** - certifikovaná metodika a postup
- R** - software
- V** - výzkumná zpráva obsahující utajované informace podle zvláštního právního předpisu



Celkový počet citací včetně autocitací a H-index WOS

Počet citací včetně autocitací na všechny práce podle Metodika použitá pro počet citací dle "jiné metodiky"
 H-index podle Web of Science



Spoluuchazeč - Část D2 – další dosažené výsledky

Výchovná a vzdělávací činnost

[Redacted content]

Zvané přednášky

[Redacted content]

Významná ocenění

[Redacted content]

Významné projekty

[Redacted content]

Členství v hodnoticích panelech

n/a

Spoluuchazeč - Část E - související projekty

Běžící projekty (uvádějí se i zahraniční projekty)

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Grantová agentura ČR | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Standardní projekt | Registrační číslo | 18-01396S |
| Role v projektu | Spoluřešitel | Panel (pouze GAČR) | P102 |
| Celý název projektu | Nové možnosti kvantitativního fázového zobrazení dosažené průkopnickými technologiemi pro transformaci geometrické fáze světla | | |
| Dotace pro příjemce | 2 643 tis | Pracovní úvazek | 0,20 |
| Počátek řešení | 1.1.2018 | Ukončení řešení | 31.12.2020 |
| Příjemce - název instituce | Univerzita Palackého v Olomouci | | |
| Vztah k podávanému návrhu | <p>Běžící projekt řeší zvýšení optického výkonu metod kvantitativního fázového zobrazení a lokalizačního zobrazení a hledá nové možnosti jejich uplatnění v biomedicínském výzkumu. Výsledkem projektu jsou experimentální techniky, které se nad rámec očekávání prosadily také v materiálových vědách. V průběhu řešení projektu byly navázány kontakty s vědeckými skupinami zaměřenými na výzkum plasmonických a dielektrických metapovrchů, pro které jsou vyvinuté experimentální techniky přínosné (dokumentováno společnými publikacemi). Podávaný návrh vychází ze zázemí vytvořeného v běžícím projektu a využívá potenciál vyvinutých metod pro rozvoj nových výzkumných oblastí. V podávaném projektu jsou zastoupeny výzkumné skupiny, se kterými byla navázána spolupráce v rámci běžícího projektu.</p> | | |

Navrhované projekty (uvádějí se i zahraniční projekty)

V současné době nejsou žádné projekty navrhované.

Ukončené projekty

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Grantová agentura ČR | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Standardní projekt | Registrační číslo | 15-14612S |
| Role v projektu | Řešitel | Panel (pouze GAČR) | P102 |
| Celý název projektu | Pokroky nekoherentní holografické mikroskopie při použití fotonických simulací a principů singulární optiky | | |
| Dotace pro příjemce | 2 463 tis | Pracovní úvazek | 0,10 |
| Počátek řešení | 1.1.2015 | Ukončení řešení | 31.12.2017 |
| Příjemce - název instituce | Vysoké učení technické v Brně | | |
| Vztah k podávanému návrhu | <p>Projekt základního výzkumu zaměřený na simulaci zobrazení biologických objektů, holografickou mikroskopii a rozvoj metod fázového zobrazení v kalných prostředích. Podávaný návrh projektu navazuje na tematiku kvantifikace fáze, přináší nové koncepce experimentů pro charakterizaci geometricko-fázových struktur metapovrchů a kapalných krystalů, využívá pokročilé technologie pro rozvoj experimentů a systémů se zvýšeným optickým výkonem a dříve nedostupnou funkčností a zkoumá fundamentální limity experimentů určené teorií informace. Oba projekty jsou řešeny společným týmem UP v Olomouci a VUT v Brně, základ řešitelského kolektivu je zachován a je rozšířen o nové PhD studenty.</p> | | |
| Hodnocení | vynikající (V/E/A) | | |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|
| Poskytovatel | Technologická agentura ČR | Kategorie CEP | BH - Optika, masery a lasery |
| Název programu | Centra kompetence | Registrační číslo | TE01020229 |
| Role v projektu | Spoluřešitel | Panel (pouze GAČR) | |
| Celý název projektu | Centrum digitální optiky | | |
| Dotace pro příjemce | 6 000 tis | Pracovní úvazek | 0,25 |
| Počátek řešení | 1.1.2016 | Ukončení řešení | 31.12.2019 |
| Příjemce - název instituce | Univerzita Palackého v Olomouci | | |
| Vztah k podávanému návrhu | Aplikačně orientovaný projekt, ve kterém společný tým VUT v Brně a UP v Olomouci realizoval nekoherentní korelační holografický mikroskop využívající prostorový modulátor světla. Podávaný projekt může využít experimentálního zázemí vytvořeného v oblasti holografické mikroskopie, liší se ale charakterem výzkumu, cíli i zaměřením experimentální činnosti. | | |
| Hodnocení | dosud nehodnoceno | | |

Část C2 - odhad předpokládaných výsledků

Odhad předpokládaných výsledků projektu

Slovní popis typů výsledků, jejichž publikování se očekává v rámci řešení projektu (články v mezinárodních vědeckých časopisech, monografie, mezinárodní sborníky apod.).

Očekávané výsledky projektu

Projekt je orientován na základní výzkum a jeho výsledky budou předloženy jako články v mezinárodních vědeckých časopisech, prezentace na mezinárodních konferencích, funkční experimenty určené pro mezioborovou spolupráci a veřejně dostupné procedury pro optickou diagnostiku geometrickofázových struktur. Do řešení dílčích úkolů projektu bude zapojeno 6 studentů doktorského studia. Při odhadu předpokládaných publikačních výstupů vycházíme ze skutečnosti, že všechny výzkumné aktivity plánované v projektu jsou provázány s časově náročnou experimentální činností. S ohledem na zkušenosti z předchozích projektů podobného charakteru předpokládáme, že podle členění Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje dosáhneme v jednotlivých kategoriích následujícího počtu výsledků: článek v odborném periodiku impaktovaném Jimp: 8, článek v českém odborném recenzovaném časopise Jrec: 3, článek ve sborníku D: 3.

Přílohy

Návrh projektu má připojeny všechny povinné přílohy.

Životopisy (část D1)

| Uchazeč | Jméno souboru | Velikost |
|------------------|---------------|----------|
| Uchazeč | | 82kB |
| Spoluuchazeč - 1 | | 81kB |

Ostatní přiložené přílohy

| Typ přílohy | Jméno souboru | Velikost |
|-------------|---------------|----------|
| část C | | 341kB |

Prohlášení

Podáním návrhu projektu uchazeč stvrzuje, že se seznámil se zadávací dokumentací/pravidly a zavazuje se dodržovat její ustanovení, zejména že:

- navrhovatel je v pracovněprávním poměru k uchazeči nebo tento vztah vznikne nejpozději ke dni zahájení řešení projektu;
- zavazuje se, že po uzavření smlouvy o podpoře projektu bude plnit všechny povinnosti příjemce vyplývající ze zákona č. 130/2002 Sb., zadávací dokumentace/pravidel a uzavřené smlouvy nebo vydaného rozhodnutí o poskytnutí podpory;
- zajistí, aby řešitel po uzavření smlouvy o podpoře projektu plnil všechny své povinnosti, zejména odpovídal za odbornou úroveň řešení projektu; nastane-li situace, že podmínky na straně řešitele či příjemce znemožní řešiteli pokračovat v řešení projektu v navrhovaném termínu a nedojde-li k ukončení projektu, příjemce zajistí se souhlasem poskytovatele jiného řešitele, pokračování řešení projektu a jeho dokončení v souladu s uzavřenou smlouvou;
- všechny údaje uvedené v návrhu projektu jsou pravdivé, úplné a nezkrácené a jsou totožné s údaji vloženými do návrhu projektu pomocí aplikace, a že návrh projektu byl vypracován v souladu se zadávací dokumentací/pravidly, že osoby uvedené v návrhu projektu splňují a po celou dobu, po kterou se budou podílet na řešení projektu, budou splňovat podmínky uvedené v zadávací dokumentaci/pravidlech;
- všichni spoluuchazeči, navrhovatel, spolunavrhovatelé a odborní i další spolupracovníci uvedení v návrhu projektu byli seznámeni s věcným obsahem návrhu projektu i s finančními požadavky v něm uvedenými a se zadávací dokumentací /pravidly;
- před podáním návrhu projektu zajistil souhlas výše uvedených osob s účastí na řešení projektu uvedeného v návrhu projektu;
- na jiný projekt s totožnou nebo obdobnou problematikou nepřijal, nepřijímá a nepřijme podporu z jiného zdroje;
- obsah návrhu projektu, jehož se v jiných grantových nebo programových projektech účastní stejný navrhovatel nebo spolunavrhovatel, je rozdílný od tohoto návrhu projektu a navržené rozsahy prací umožní navrhovateli nebo spolunavrhovateli řešit všechny jejich projekty;
- souhlasí, aby údaje uvedené v návrhu projektu byly použity pro vnitřní potřebu poskytovatele a uveřejněny v rozsahu stanoveném zákonem č. 130/2002 Sb. a zadávací dokumentací/pravidly;
- v případě uzavření smlouvy nebo vydání rozhodnutí o poskytnutí podpory na řešení projektu se bude při jeho řešení řídit podmínkami pro řešení projektů uvedenými v zadávací dokumentaci/pravidlech;
- po uzavření smlouvy o podpoře projektu zajistí spolufinancování daného projektu v souladu s podaným návrhem projektu.

Uchazeč zároveň potvrzuje, že byly dodrženy podmínky uvedené výše a že byla zkontrolována úplnost a správnost údajů v návrhu projektu.

Pro vyhodnocení návrhu bude do soutěže přijata pouze poslední verze návrhu projektu, která bude doručena do datové schránky GA ČR vyhrazené pro systém GRIS (ID datové schránky:ntq92qs) v řádném termínu soutěže/výzvy.

Czech Science Foundation – Part D1

[REDACTED]

Education

[REDACTED]

Employment history

[REDACTED]

Teaching

- [REDACTED]
- [REDACTED]

Research skills

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Research interests

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

The main results in the last 5 years

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Memberships

- [REDACTED]
- [REDACTED]

Citation index: [REDACTED] H-index: [REDACTED]

Czech Science Foundation – Part D1

Co-Applicant: [REDACTED]

Education

[REDACTED]

Employment history

[REDACTED]

Teaching

- [REDACTED]
- [REDACTED]

Research skills

[REDACTED]

Research interests

[REDACTED]

The main results in the last 5 years

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Awards

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Memberships

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Citation index (WoS) [REDACTED]

H-index: [REDACTED]

Project Description

Applicant: XXXXXXXXXX

Project title: Geometric-phase holograms created by metasurfaces: quantification of optical response and use in phase measurements and super-resolution imaging

Abbreviations: PU *Palacký University*, BUT *Brno University of Technology*, GP *geometric phase*, GPHs *geometric-phase holograms*, QPI *quantitative phase imaging*, CCHM *coherence-controlled holographic microscopy*, SLM *spatial light modulation*, 4G optics *fourth generation optics*

1. Current state of knowledge and contribution of the project team

1.1 Pathway from space-variant polarization to geometric-phase holograms (GPHs)

The propagation behavior of coherent light is determined by amplitude, phase and polarization state. In previous optics, light shaping was performed with spatial variations in amplitude and phase without involving polarization. With emerging technologies, polarization transformation has gained a significant role in controllable spatial light modulation. This strategy builds on the research of the space-variant polarization conducted over last two decades. In the initial stage, the cylindrical vector beams were introduced [1]. The polarization of these beams is locally linear, but the oscillation of the electric field directs radially or azimuthally at each point of the wavefront (polarization referred to as radial or azimuthal) [2],[3]. The cylindrical beams succeeded in so diverse areas of optics as high-resolution imaging, surface plasmon excitation, optical trapping, material processing and high-density data storage [4–8]. Progress in the variability of space-variant polarization states occurred thanks to polarization elements with nonuniform anisotropy. These polarization elements were implemented as space-variant sub-wavelength dielectric or metal gratings, liquid-crystal devices or holographic structures recorded in polarization-sensitive materials [9],[10]. Research in this area resulted in a groundbreaking platform of optics known as *the fourth generation (4G) optics* [11]. The 4G optics includes a variety of structures in which the manipulation of the polarization state is accompanied by spatial variations in *geometric (Pancharatnam-Berry) phase* of light [12],[13].

The change in the geometric phase (GP) occurs during the polarization transformation determined by a closed trajectory on the Poincare sphere. The polarization transformation arises thanks to the space-variant anisotropy; hence the GP shaping of light is feasible with elements that are physically thin but optically thick. The flat anisotropic structures provided by 4G optics are collectively referred to as *GP holograms* (GPHs) [14]. With this technology, the polarization sensitive GP light shaping has become a unique technique destined to succeed in diverse areas of optics. *Our project aims to contribute to this research by developing novel methods for optical diagnostics of GPHs and by deploying 4G optics in systems/devices with enhanced performance and functionality.*

1.2 Optical performance and implementation of GPHs

The GPHs are defined as inhomogeneous anisotropic structures that impose purely GP variations on the incident light [14]. Molecular anisotropy or nanostructures causing anisotropic scattering are most often used means to control spatial variations in GP. The GP shaping of light has specific capabilities distinguishing it from conventional transformations of the dynamic phase associated with the optical path: (i) *GP shift depends on the geometric parameters of the medium* (local orientation of anisotropy axis, shape and orientation of anisotropic scattering particles); hence, GP modulation may be implemented by extremely thin structure and is wavelength independent, (ii) *GP shift is continuously smooth and unbounded*, (iii) *GP shift has the opposite sign for orthogonally polarized waves*. In dependence on the polarization of the incident light, the output field of a GPH consists of *a leakage wave, a primary wave and a phase conjugate wave*. The leakage wave retains the wavefront shape of the incident light. The primary and conjugate waves are modulated through GP and have complex conjugate wavefronts and orthogonal polarizations. The conversion efficiencies determining the energy transfer from an input wave into leakage, primary and conjugate waves depend on the physical properties of the GPH and the input polarization. Thanks to the technological progress made in recent years, *plasmonic and dielectric metasurfaces* [15] and *polymer liquid crystals* [16] have been established as preferably used substrates for generating GPHs (Fig. 1). In metasurface technology,

precisely shaped and angularly oriented nanoobjects (typically nanorods) are used to create arrays of anisotropic scatterers. The plasmonic scatterers act as resonant optical oscillators that absorb incident light and re-emit phase shifted light. The plasmonic metasurfaces using only resonance scattering are not suitable for full wavefront control. With a resonance tuning, achieving a full phase stroke 2π is impossible and the optical losses are high at visible and near-infrared wavelengths [15]. The plasmonic resonators are used as hybrid structures modulating light through the GP. The change in the GP accompanies the reversion of the handedness of circularly polarized light, the magnitude of the phase shift being controlled by the spatially varying orientation of the individual nanorods. Over the past five years, the preparation of dielectric metasurfaces by atomic layer deposition has been developed. Basic building blocks of dielectric metasurfaces (so-called nanofins) are required to operate as half wave plates reversing the handedness of the circular polarization and changing the GP of light. This is achieved thanks to birefringence arising from a high aspect ratio cross-section of the nanofins [17]. The dielectric metasurfaces are highly efficient. Titanium dioxide (TiO_2) based structures with efficiencies as high as 95% were demonstrated [18].

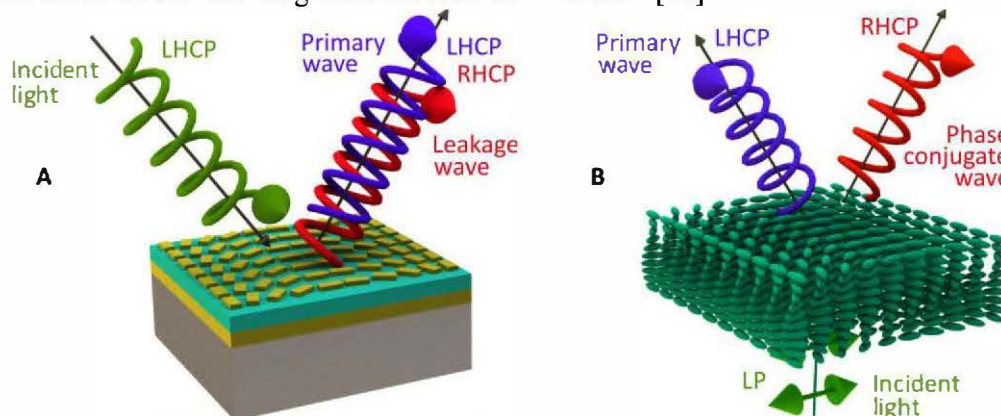


Fig. 1 Polarization sensitive shaping of light by geometric-phase holograms (GPHs). (A) Output field of a plasmonic metasurface driven by light with left-hand circular polarization (LHCP) is composed of a leakage wave with right-hand circular polarization (RHCP) (low intensity, conventional reflection) and a phase modulated primary wave retaining LHCP (anomalous reflection). (B) Polymer liquid crystal structure illuminated by linearly polarized light (LP) has efficiency approaching 100% and output field consists of primary and phase conjugate waves with orthogonal circular polarizations.

Liquid crystals are well suited for the implementation of GPHs because they provide large anisotropy and have a slight absorption in spectra ranging from visible to far infrared regions. The phase retardation π used to flip the circular polarization is achieved in a layer with a thickness of several micrometers. The anisotropic molecules of the liquid crystal layer are photo-aligned in directions whose orientation is precisely set at each point of the layer to control spatial variations in GP of light. Thanks to negligible absorption and weak leakage wave allowed by a continuous phase change, the energy conversion from the incident wave to the primary and conjugate waves can approach 100%.

1.3 Results of the project team related to 4G optics

The research of the joint team of the Palacký University (PU) and Brno University of Technology (BUT) is connected to the project foundations, which is well documented by the contribution to the concept of the space-variant polarization [2] (over 200 citations on WOS). Our current research is also very well linked to the project because 4G optics has successfully intervened just in the areas in which the project team has been active for a long time. An example is a super-resolution 3D imaging referred to as Fresnel incoherent correlation holography [19], [20], which was developed with significant contributions from the UP and BUT team [21–24], and has recently been improved using a highly efficient polarization GP lens [25]. Our research activities focused on 3D localization imaging, which succeeded in photo-activated fluorescence microscopy [26], also gained a direct contact with 4G optics. Using a double-helix point spread function (PSF), widely elaborated in UP and BUT studies [27–29], 3D imaging by a metalens has recently been demonstrated [30]. Elements of 4G optics were implemented in our own experiments even before they became commercially available. The polarization directed GP transformation of light gave rise to a new quantitative phase imaging (QPI) technique, here referred to as *geometrical-phase* (GP) *microscopy* [31]. The optical diagnostics of

GPHs, which is at the forefront of the project, builds on recent measurements of plasmonic metasurfaces. They were performed in collaboration with nanostructure research teams by *coherence-controlled holographic microscopy* (CCHM) [32], [33] and GP microscopy [31], [34].

2. Significance and topicality of the project

The project contributes to a new strategy of controlling light benefiting from interplay of the space-variant polarization and the GP of light. The significance and topicality of this research are further enhanced by a support from state-of-the-art metasurface and liquid crystal technologies that enriched optics with GPHs. The GPHs provide previously unavailable functionalities and are often implemented as quasi-periodic structures with a spatial period close to or smaller than the wavelength of incident light. To examine such structures theoretically, Maxwell equations are solved using proven approaches such as rigorous coupled wave analysis (RCWA) [35] or finite-difference time-domain method (FDTD) [36]. The widefield quantitative imaging of GPHs, which is a part of the project, is highly desirable for the design of complex GPHs and their effective use in experiments. This challenging problem is waiting for versatile and easy to apply solutions. The project activity, which aims to deploy GPHs in the systems of biomedical and material research, has a high scientific appeal and is a part of extensive worldwide research. This effort is documented by experiments carried out with multi-functional liquid crystal GP elements that have succeeded in high-efficiency polarimetry [37], augmented near-eye displays [38] or common-path shearing interferometry [39]. Groundbreaking experiments were prepared using layered structures forming high-aperture meta-axicons for the generation of Bessel beams [40] or metalenses providing diffraction-limited imaging [18]. Plasmonic metasurfaces were used to implement an ultrabroadband superoscillatory lens demonstrating access to subdiffraction optical imaging beyond the near-field constraints [41]. Off-axis metalenses that simultaneously focus and disperse light of different wavelengths with unprecedented spectral resolution were demonstrated as flat elements providing exceptional potential for compact high-resolution spectroscopy devices [42]. The importance of GPHs for emerging portable/wearable optics has been demonstrated by multifunctional metasurfaces, which gave rise to a miniaturized two-layer microscope allowing single-shot quantitative phase gradient imaging [43]. Unprecedented progress in optical design was achieved with a metacorrector, which increased the bandwidth of a state-of-the-art immersion objective from violet to near-infrared wavelengths [44].

3. Milestones/deliverables and methodology of the project

The research methodology comes from theoretical and experimental background created by the UP and BUT team in the areas of QPI [31], [45] and polarization coding of light [46], [47]. The patented GP microscopy [48], which resulted from the UP and BUT collaboration, and CCHM [32] previously developed by the BUT team, form a springboard for project experiments. The primary purpose of both methods was the QPI of weakly scattering samples, such as living cells [31]. Recently, the potential of GP microscopy turned out to be wider. GP microscopy succeeded in measuring phase variations induced by liquid crystals [31] and even allowed to reveal the shaping of non-diffracting light beams in the cuticle of jewel scarabs [49] (Fig. 2A). The project motivation arises from experiments transferring the principles of CCHM and GP microscopy to optical diagnostics of plasmonic metasurfaces (Fig. 2B). The results excited interest and started collaboration with nanostructure teams led by [redacted] [Fabrication and Characterization of Nanostructures (FACHON), BUT] and [redacted] (Universität Bonn). The effective collaboration resulted in joint publications [33], [34], [50] and opened a wide range of research initiatives included in three project milestones:

- *Building theoretical background for the measurement of GP structures,*
- *Developing experiments for the optical diagnostics of GPHs,*
- *Implementing systems/devices with enhanced performance and functionality.*

Before the completion of the project, deliverables D I-D III will be provided within related milestones: *Models and procedures for quantifying local and collective response of GPHs (D I), Experimental setup for the widefield high-resolution QPI of GPHs (D II), Optical microscope with the operation improved by polarization sensitive GPHs (D III).*

The GPHs created by metasurfaces will be prepared by FACHON group (2 members joined the project). Liquid crystal GPHs used in planned experiments are already commercially available to a limited extent. If necessary, custom manufacturing at Boulder Nonlinear Systems will be negotiated (polarization GP grating was previously made there to implement GP microscopy).

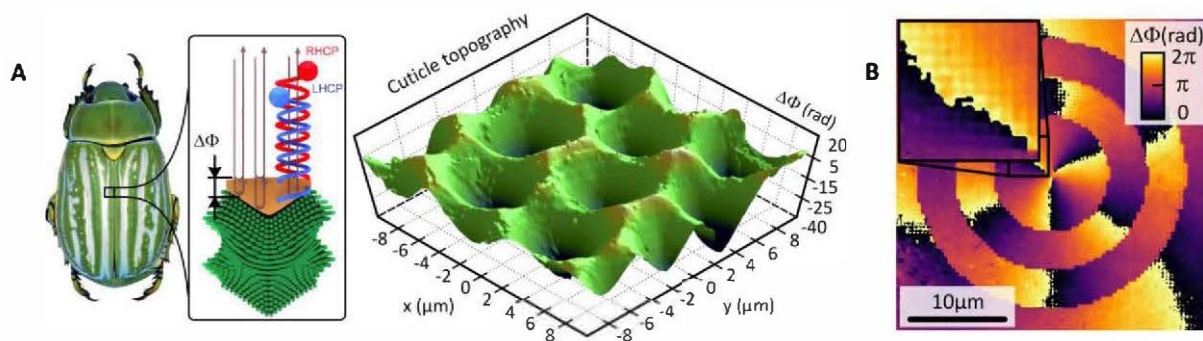


Fig. 2 Results of quantitative phase imaging carried out by geometric-phase (GP) microscopy. (A) A single reflective cuticle cell of jewel beetle *Chrysina gloriosa* and 3D cuticle topography restored from measured data [49]. (B) Measured phase of a vortex mask prepared for generation of Laguerre-Gauss beams by plasmonic metasurfaces [34].

4. Objectives and time schedule

The deliverables D I-D III will be obtained by meeting well-considered objectives. Each objective comprises several tasks arranged in the time schedule to allow checking of the project progress.

Models and procedures for quantifying local and collective response of GPHs (D I)

CCHM and GP microscopy, which form an initial experimental background available for studying the structure and the optical response of GPHs, are advanced QPI methods using the principles of incoherent holography. The methods differ in the configuration and the acquisition of experimental data and are complementary in use (CCHM and GP microscopy are suitable for measuring dynamic and geometric phase of light, respectively). A common feature of both methods is their capability to restore light variations caused by the GPH structure from the temporal correlation function available in experimental records. This process involves phenomena that need to be investigated to optimally configure experiments and achieve high optical performance in the structural mapping of GPHs.

Objective D I.1: Analysis of spatial and phase resolution in quantitative imaging of basic building blocks of GPHs

GPHs are complex sub-wavelength structures whose basic building blocks affect the amplitude and phase of an incident (driving) light. To provide an accurate all optical characterization of complex fields generated by GPHs, theoretical models of image formation and amplitude/phase reconstruction in CCHM and GP microscopy will be developed. With these models, the accuracy of phase restoration and dependence of the spatial and phase resolution on the spatial and temporal coherence of the driving light will be examined.

2021 Developing theoretical model of broadband QPI and finding interconnections between spatial and phase resolution and coherence state of light. Realization of Pancharatnam-Berry metasurfaces composed of nanoantenna pairs acting as point-like sources with different spatial separation and mutual phase difference; design of experiments for the resolution study of nanoantenna pairs.

2022 Quantitative imaging of prepared Pancharatnam-Berry metasurfaces with amplitude and phase sensitivity down to a single nanoantenna; experimental study of spatial and phase resolution; comparison of experimental results with theoretical predictions.

2023 Preparation of complex metasurfaces with phase coupling of neighboring nanoantennas providing the on-demand optical response; design, implementation and testing of metasurfaces invoking a superoscillation effect in generated light [51].

Objective D I.2: Quantitative restoration of the collective optical response of GPHs in a far zone

The measured data providing information on local variations of amplitude and phase in the GPH structure are sufficient to determine the collective optical field in the far zone. Computational procedures solving this task will be developed and used to configure complex GPHs with the desired collective optical response.

2021 Measurement of GPHs created in metasurfaces and polymer liquid crystals as flat optical components (lenses, gratings, vortex plates); restoration of the local optical response from measured data (amplitude and phase distribution of light in the GPH plane).

2022 Development of numerical models for the calculation of light distribution in the far zone; evaluation of the optical performance of studied GPHs.

2023 Study of the collective optical response of GPHs in dependence on polarization state, coherence properties and spatial structure of the driving light.

Experimental setup for the widefield high-resolution QPI of GPHs (D II)

GPHs are versatile optical components shaping light through such diverse phenomena as resonance scattering, change in effective refractive index of short (sub-micrometer sized) waveguides or spatial variation of anisotropy axis. Although a complete experimental characterization of GPHs is highly desirable, it has not yet been satisfactorily met. The amplitude and phase variations induced by individual structural elements of GPHs are available through time-consuming and technically demanding scanning electron microscopy (SEM) or scanning near-field optical microscopy (SNOM) [52]. Attention was also focused on interference techniques using tunable lasers [53] or ultrashort laser pulses [54] that require dispersion compensation and sample scanning. This project builds on CCHM and GP microscopy previously used in experiments with plasmonic metasurfaces and aims to develop new techniques applicable to different types of GPHs (polarization dependent GP structures and tunable dielectric metasurfaces modulating dynamic phase) operating in different spectral regions [visible (VIS) and short-wavelength infrared (SWIR)].

Objective D II.1: Measuring tunable GPHs in SWIR spectral region

Experimental methods providing the high-resolution QPI in SWIR region will be examined. This research is motivated by the availability of materials suitable for the preparation of tunable metasurfaces at wavelengths close to 1.5 μm . Tunable metasurfaces are attractive by a possibility to control the optical response via thermal or electrical stimuli [55]. To monitor the amplitude and phase response under the influence of tuning parameters, a single-shot real-time measurement will be developed, providing a feedback for metasurface controlling. Experiments will be based on GP microscopy, and alternatively, experimental setup using spatial light modulator (SLM) operating in SWIR region will be tested (SWIR SLM and InGaAs camera, both available at PU, will be shared by cooperating PU and BUT teams during the project).

2021 Design and analysis of experimental configurations for the measurement of GPHs operating in SWIR spectral region (modified GP microscopy or SLM aided setup will be considered).

2022 Implementation of preferred experimental setup and measurement of SWIR testing samples. Evaluation of the optical performance of the developed QPI system (light efficiency, precision and accuracy, spatial and phase resolution, amplitude and phase sensitivity).

2023 Measurement of active metasurfaces with post-fabrication tunable optical response; application of the method to the phase calibration of active metasurfaces.

Objective D II.2: Measuring dielectric metasurfaces for modulation of dynamic phase

Dielectric metasurfaces are high-contrast transmit arrays created by high-refractive-index dielectric nanostructures. In Pancharatnam-Berry metasurfaces, individual nanofins have half-wave birefringence that originates from the shape asymmetry and allows controlling the GP of circularly polarized light. In polarization independent dielectric metasurfaces, the phase is controlled through a change in the effective refractive index of individual nanopillars achieved by varying their diameter [18]. While the measurement of polarization sensitive dielectric metasurfaces will be mastered with GP microscopy using experience from measurement of plasmonic metasurfaces, CCHM will be deployed to monitor polarization independent dielectric metasurfaces.

2022 Modification of CCHM for the measurement of dielectric metasurfaces; test measurements performed with high-refractive-index nanostructures modulating dynamic phase of light (phase related to differences in the optical path); evaluation of the optical performance (accuracy and precision of the measurement).

2023 Calibration measurements performed with dielectric metasurfaces providing feedback for the fabrication process; measurement of light field transmitted through dielectric metasurfaces and reconstruction of their collective optical response.

Optical microscope with the operation improved by polarization sensitive GPHs (D III)

The flat elements of 4G optics have proven to be efficient and structurally more advantageous substitutes for their traditional volume optics counterparts. Despite this success, the true benefits of 4G optics technology have not yet been fully exploited and further experimental strategies are expected.

The project aims to develop advanced imaging and measuring techniques taking advantage of the unique capabilities of GPHs (polarization selectivity, lightweight design, high efficiency, anomalous reflection, light modulation in plane of interest, stacking of phase modulating layers). The research is focused on the implementation of systems/devices incorporating GPHs. According to our preliminary considerations, systems configured in this way are predestined for deploying in as diverse areas as quantitative characterization of anisotropic samples, including chiral structures with circular birefringence and dichroism, restoration of space-variant polarization states, or super-resolution imaging using phase modulation near the sample plane.

Objective D III.1: Utilization of vortex localization in phase measurement and polarization imaging

Vortex interference can be used to create an image spot (double-helix PSF) that rotates under defocusing and allows accurate axial localization of point scatterers [26--28], [56]. In this project, vortex effects will be excited in orthogonally polarized light waves using commercially available polarization GPHs [Zero-Order Vortex Half-Wave Retarder (Thorlabs), Radial Polarization Converter (S-Wave Plate) (Altechna)]. With polarization control of light, the PSF rotation will be made sensitive to the phase retardation, providing information on the angular setting of metasurface nanorods (local probe measurement) or the anisotropy axis of liquid crystal molecules (widefield imaging). Optical vortices will also be used in interferometric polarimetry developed to study optically active biological molecules collectively referred to as enantiomers. In the measurement, the quantification of the circular birefringence is performed by sensing the phase edge appearing in the digital Fourier hologram as a result of the vortex phase singularity. This strategy is inspired by the measurement with electromagnetic ruler capable of detecting nanometric displacements [57]. Imaging of anisotropic samples with enhanced contrast will be carried out using filtering by a vortex mask with space-variant polarization, mimicking principles of spiral phase contrast microscopy [58], [59], [23].

2021 Theoretical modeling and design of experiments utilizing vortex localization for measurement of phase retardance and circular birefringence; implementation of experiments for generation of vortex interference patterns sensitive to GP retardance and circular birefringence.

2022 Experiments generating a double-helix PSF by the use of a polarization GPH (Zero-Order Vortex Half-Wave Retarder); test and calibration measurements using specially prepared samples with GP retardance; testing of the setup in both scanning and widefield imaging regimes. Design and experimental testing of spiral microscopy with space-variant polarization structure (S-Wave Plate).

2023 Quantitative measurement of circular birefringence using a pair of nondiffracting optical vortices (circular polarization, opposite sign of topological charge) interfering in the Fourier space. Improving measurement accuracy by advanced data processing based on the localization of phase edges in the vortex interference pattern (procedure inspired by recent experiment on electromagnetic ruler [57]). Spiral imaging of anisotropic samples utilizing the polarization vortex filtering for achieving the edge-contrast enhancement.

Objective D III.2: Super-resolution imaging with GPH structured waves

GPHs and dielectric metasurfaces provide abrupt phase changes on physically thin substrates and allow to integrate complex light shaping into physically small volumes. This property will be utilized to introduce spatial light modulation directly in the object space of imaging systems. The application of GPHs is expected to enable advanced imaging methods so far provided by structured illumination. The research focus will be given to the development of methods beyond standard structured illumination, which is not suitable for coherent imaging modes such as QPI. For example, super-resolved QPI will be allowed by specially designed GP gratings which provide simultaneous multi-frequency spatial modulation of the observed specimen. The complete measurement of a mutual coherence function rather than intensity allows enlargement of the microscope objective collection cone similarly to synthetic aperture methods. Furthermore, 3D imaging approaches utilizing structured modulation by GPHs will be investigated. Theoretical analysis and rigorous electromagnetic modeling will support the development of "smart microscope slide" supplemented by GPHs providing novel QPI modes such as superresolved and 3D imaging. The concepts will be tested both with GP and CCHM microscopy taking advantage of incoherent holography in off-axis configuration. In advanced experiments, dielectric metasurfaces and random scattering layers will be investigated for light modulation purposes. Possibilities of miniaturized holographic and correlation imaging systems based on a stack of phase modulating layers will be investigated following a recent microscope design [43].

2021 Theoretical analysis and design of GPHs providing multi-frequency modulation of specimen and extending the collection cone of CCHM using measurement of the mutual coherence function.

2022 Preparation of microscope slide or flow chamber with multi-frequency modulating layer; use of the developed super-resolution QPI methods in selected applications (biological specimens, technical structures). Conceptual proposal of single or multilayer GPH acting as "smart microscope slide" making super-resolution imaging readily accessible in GP microscopy or conventional bright-field microscopy.

2023 Experiments with "smart microscope slide"; testing of super-resolution imaging in GP microscopy and bright-field microscopy; experiments with holographic super-resolution QPI realized by CCHM using multi-frequency modulating layer.

5. Dissemination of the project results and publication strategy

Project activities include theoretical and experimental research and the results will be disseminated by the usual means of publications in highly impacted peer-reviewed journals (Optics Express, Optics Letters, APL Photonics, etc.) and contributions presented at international conferences. We will also strive to publish outstanding results in top scientific journals such as ACS Photonics, Nano Letters, Laser & Photonics Reviews and Optica. Based on the previous publication activity of the PU and BUT team, we expect at least 8 papers in peer-reviewed journals and 6 presentations at international conferences. The developed experimental setups will be shared in interdisciplinary research and diagnostic procedures for GPHs will be made available to the scientific community.

6. Competence of the research team and available laboratory equipment

The joint PU and BUT research team assembled for this project is based on five-year collaboration conducted in 2 scientific projects that resulted in 18 impacted publications and 2 granted patents. The implementation of the scientific program will be carried out in synergy based on the recently established cooperation with FACHON group (CEITEC, <https://www.ceitec.eu/fabrication-and-characterisation-of-nanostructures> [img4], 2 members joined the project).

6.1 Justification of the research team members

Palacký University



6.2 Laboratory equipment

Palacký University

The research of the UP team is supported by software for simulations in optics and electronics, optical design and image processing (Mathematica, Matlab, VirtualLab, Zemax, TracePro, Oslo Premium, Multisim, Tina). Laboratories are equipped with lasers (He-Ne 10-20 mW, 632 nm, Verdi V2 2W, 532 nm), incoherent light sources (LEDs, discharge lamps, cold light sources for microscopy), CCD cameras (F-View II, Retiga 4000R) and commercial and custom-made GPHs based on polymer liquid crystals. SLMs (Hamamatsu X10468-01, 800x600, CRL Opto 1024x768, Holoeye 800x600), piezoelectric adaptive mirror, electrooptical polarization converter and Shack-Hartmann sensors (K32x32, Imaging Optics 128x128) are available for the light shaping and the phase sensing. For experiments in SWIR spectral region, SLM Hamamatsu X10468-08 (800x600, 1-1.5 μm) and InGaAs Xenics camera (Bobcat-640, 640x512, 0.9-1.7 μm) are available which will be shared by the PU and BUT teams during the project. Laboratory is also equipped with two home-made spectrometers with 532 nm excitation wavelength suitable for measurement of Raman optical activity and readily modifiable for experiments with structured excitation beam.

Brno University of Technology

The BUT team has available both software and experimental facilities required for successful completion of project activities. Software includes in-house developed codes for eigenmode analysis, MIT Meep, Comsol, Lumerical FDTD Solutions, Matlab, Mathematica, Python and C++, Zemax. Laboratories are equipped with coherent and incoherent light sources (3xHe-Ne, Nd:Yg laser, femtosecond laser Chameleon ultra, discharge lamps, LEDs), high NA objective lenses (dry, WI, water dipping), SLM (Hamamatsu 800x600), liquid crystal retarder, deformable mirror (Thorlabs DMP40), DMD chips (3x DLPLCR9000EVM), piezoelectric positioners (Physik Instrumente), BW CCD (Ximea MR4021MCBH, 2x Ximea MR285MC-BH), color CCD (DFK 51AU02CCD), kits for construction of setups on optical tables and breadboards, commercial microscopes (Q-Phase multimodal holographic microscope, Nikon AIR MP-LSCM, Femto2D-Galvo Two-Photon-Femtonics, Nikon Eclipse L150, Nikon Eclipse TS 100), custom developed systems (CCHM prototype, GP holographic microscope, SLM based microscope, vortex localization microscope) and cell-culture unit for preparation of biologic samples.

7. International cooperation

Palacký University

The UP team is involved in the long-term international collaboration that can be documented by joint publications on the topics related to the project: [REDACTED] University of Glasgow (shaping of light crystals by self-imaging effects), [REDACTED] University St. Andrews (optical

manipulation with Bessel beams), [REDACTED] Complutense University of Madrid (vortex tomography), [REDACTED] Universität Stuttgart (SLM aided microscopy). Project research will be supported by recently established cooperation with [REDACTED] Universität Bonn (measurement of plasmonic metasurfaces), [REDACTED] RMIT University in Melbourne (phase imaging of biological samples) and [REDACTED] University in Sydney (circular dichroism of anisotropic samples).

Brno University of Technology

The activity of the BUT research group is in the long-term stimulated by a collaboration with [REDACTED] Friedrich Schiller University and Leibniz IPHT, Jena (innovative advanced light microscopy, biology applications, 3D quantitative phase imaging), [REDACTED] University of California, San Diego (neurovascular multiphoton imaging), [REDACTED] University of Kent (advanced optical coherence tomography). The preparation of GPHs will benefit from the well-established cooperation with [REDACTED] Universität Bonn (nanophotonics). Considering rigorous photonic modeling, BUT group keeps long term scientific contacts with [REDACTED] (Università degli studi di Parma, Italy), [REDACTED] (University of Mons, Belgium), [REDACTED] (Zuse Institute Berlin, Germany), and others.

8. Justification of costs

Detailed justification of the project costs is attached to the Czech version of the application. The majority of our expenditures are planned for salaries, purchases of small equipment of consumables, travel to conferences, publication charges, and institutional overheads. Level of all these expenditures comes from the long-time experiences of the partners.

References

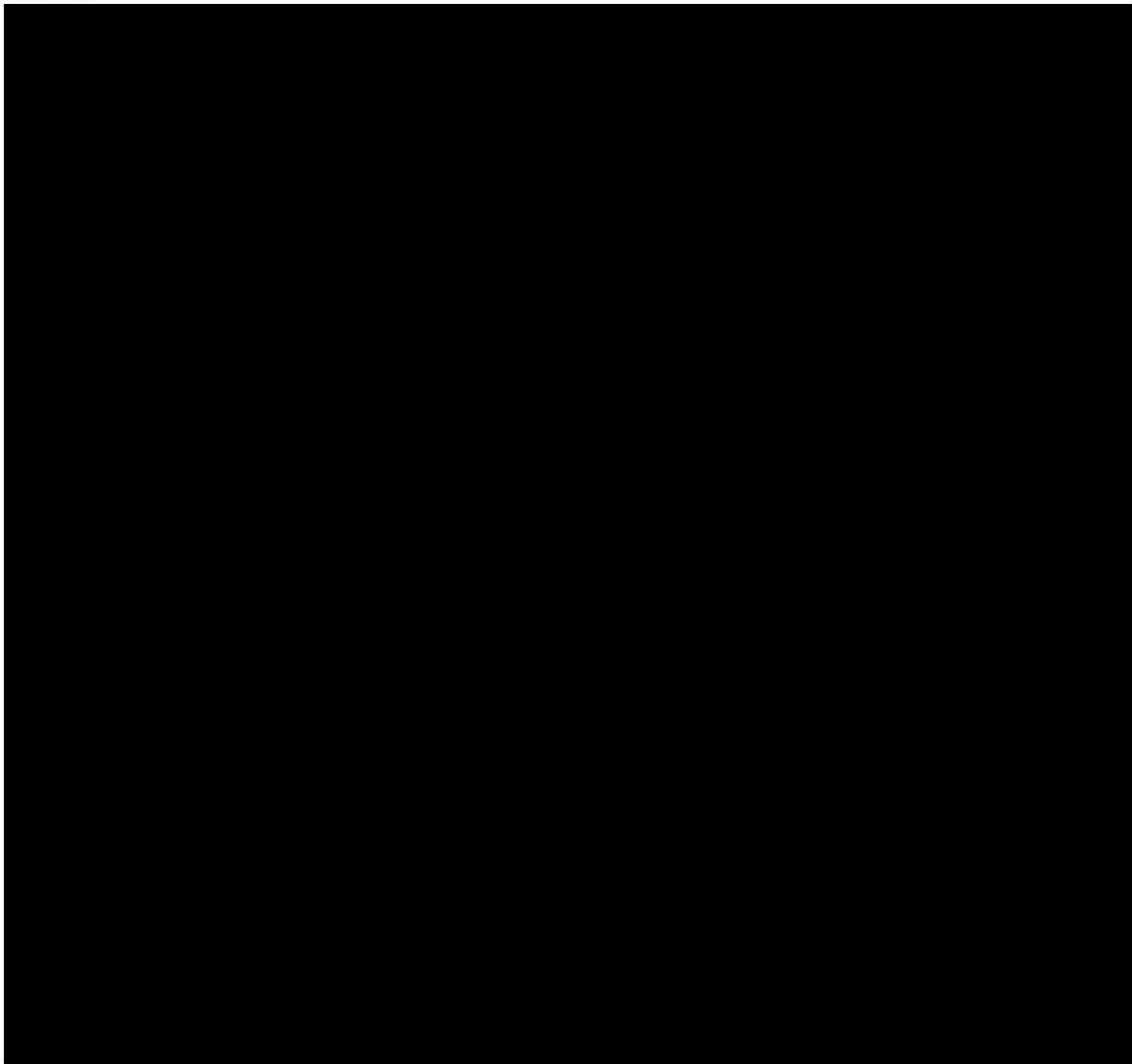
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.

- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.

- 17.

- 18.

- 19.
- 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.
- 26.



- 27.
- 28.
- 29.
- 30.
- 31.
- 32.
- 33.

- 34.

- 35.
- 36.

- 37.

- 38.

- 39.

- 40.

- 41.

- 42.
- 43.

- 44.

- 45.

- 46.
- 47.
- 48.

- 49.

- 50.

- 51.
- 52.

- 53.

- 54.

- 55.
- 56.
- 57.
- 58.
- 59.

