

Témy dizertačných prác doktorandského štúdia na akademický rok 2026/2027

Študijný program: elektrotechnológie a materiály

Školiteľ	Forma štúdia a téma dizertačnej práce
Ing. Štefan Hardoň, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Experimentálne štúdium bio-plnív v moderných vysokonapäťových izolačných systémoch Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca sa zameriava na experimentálne skúmanie možností využitia udržateľných bio-pôvodných alebo organických plnív v polyuretánových elektroizolačných hmotách určených pre elektrotechnické aplikácie. Vedecký problém spočíva v identifikácii a kvantifikácii vplyvu týchto environmentálne priaznivých plnív na elektrické a tepelné vlastnosti materiálu, pričom kľúčovou otázkou je, do akej miery je možné zvyšovať mieru udržateľnosti bez zhoršenia funkčných parametrov požadovaných v technickej praxi. Ako polymérna matrica budú použité dvojkomponentné zalievacie systémy aplikované v oblasti elektrických zariadení. Cieľom práce je pripraviť kompozitné vzorky s nízkym obsahom vybraných udržateľných plnív, experimentálne charakterizovať ich základné elektrické a tepelné vlastnosti a porovnať ich s referenčným nemodifikovaným materiálom. Súčasťou výskumu bude aj orientačné hodnotenie správania materiálov pri zvýšenej teplote a prevádzkovej záťaži. Práca reaguje na aktuálne požiadavky smerujúce k udržateľnosti materiálových riešení, podpore princípov cirkulárnej ekonomiky a znižovaniu environmentálnej záťaže technických systémov. Očakávaným prínosom je vytvorenie experimentálne podloženého rámca pre vývoj inovatívnych elektroizolačných kompozitov s vyššou mierou environmentálnej akceptovateľnosti a potenciálom praktickej implementácie v elektrotechnike a energetike.
Ing. Daniel Kajánek, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Optimalizácia systémov kombinovaných povrchových úprav s utesňovacími vrstvami pre zliatiny kovov používaných v biomedicíne Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca je zameraná na štúdium mechanizmov tvorby a elektrochemickej degradácie kombinovaných povrchových vrstiev vytvorených plazmovou elektrolytickou oxidáciou (PEO) s následným polymérnym utesnením na zliatinách kovov používaných v biomedicínskych aplikáciách, najmä horčíka, titánu a ďalších. Výskum sa sústreďí na optimalizáciu primárnych PEO vrstiev modifikovaných zmenou kritickej dôležitých elektrických parametrov procesu, zloženia elektrolytu, modifikáciou aditívami, ako aj na aplikáciu sekundárnych utesňujúcich polymérnych povlakov s cieľom dosiahnutia synergického účinku v podobe zlepšených povrchových charakteristík, t.j. zvýšenej koróznej odolnosti, zníženej pórovitosti a ďalších funkčných vlastností povrchov. Morfológická a fázová charakterizácia bude realizovaná mikroskopickými metódami, Ramanovou spektroskopiou, metódami

	XRD, FTIR ako aj analýzami povrchových vlastností (drsnosť, zmäčavosť). Mechanizmy degradácie budú študované pomocou elektrochemických techník hodnotenia koróznej odolnosti a dlhodobých expozičných skúšok v korózných prostrediach simulujúcich reálne aplikácie uplatnenia vytvorených systémov. Práca prinesie popis mechanizmov interakcií medzi PEO vrstvou a polymérnym utesnením, synergické efekty viacvrstvových systémov a možnosti modifikácie funkčných vlastností vrstiev s potenciálnym využitím najmä v biomedicíne, ale aj s presahom v leteectve a automobilovom priemysle.
prof. RNDR. Jozef Kúdelčík, PhD.	Forma štúdia: externá Názov dizertačnej práce: Štruktúrne a medzifázové efekty plnív v 2K polyuretánoch a ich vplyv na dielektrické vlastnosti, degradáciu a životnosť Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca sa zameriava na vývoj a výskum pokročilých, aplikačne orientovaných dvojkomponentných (2K) polyuretánových systémov určených pre elektrotechnické aplikácie, v ktorých sú kladené vysoké požiadavky na elektrické a tepelné vlastnosti materiálov, ako aj na ich dlhodobú stabilitu. V rámci štúdia budú riešené možnosti kontrolovanej náhrady aromatických izokyanátov na báze MDI alifatickými izokyanátmi v tvrdidle a modifikácia dvojkomponentných polyuretánových systémov pomocou mikro- a nanočastíc za účelom zvýšenia tepelnej vodivosti. Dôraz bude kladený na fyzikálnu interpretáciu polarizačných procesov a ich vplyv na výsledné dielektrické vlastnosti a ich úlohu v degradačných procesoch. Cieľom je experimentálne a modelovo analyzovať vplyv typu, koncentrácie a morfológie plnív na rôzne procesy polarizácie, elektrickej a tepelnej vodivosti, mechanizmy elektrického prierazu a dlhodobej degradácie. Práca bude využívať dielektrickú spektroskopiu v kombinácii s ďalšími metódami spolu s morfológickými a chemickými metódami charakterizácie na identifikáciu citlivých dielektrických markerov starnutia. Na základe časovej evolúcie získaných parametrov bude vypracovaný prediktívny model životnosti kompozitných polyuretánových izolantov určených pre elektrotechnické aplikácie. Očakávaným prínosom je hlbšie pochopenie úlohy medzifázovej oblasti v elektrickej spoľahlivosti polymérnych kompozitov a vytvorenie metodiky umožňujúcej kvantitatívnu predikciu ich dlhodobej stability.
prof. Ing. Dušan Pudiš, PhD. školiťelka špecialista: Mgr. Ivana Lettrichová, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Návrh a charakterizácia plazmonických metamateriálov s chirálnou odozvou Anotácia dizertačnej práce: Predložená dizertačná téma reaguje na aktuálne výzvy v oblasti ultracitlivej biosenzoriky, kde tradičné metódy narážajú na limity pri detekcii nízkych koncentrácií chirálnych biomolekúl. Výskum sa primárne zameriava na inžinierstvo kovovo-dielektrických rozhraní, ktoré vďaka excitácii povrchových plazmónov umožňujú lokalizovať a zosilniť elektromagnetické pole do subvlnových rozmerov. Základným vedeckým cieľom je príprava nových nanoštruktúr a modifikácia ich geometrických parametrov tak, aby generovali čo najvyššiu optickú chirálnu hustotu, čím sa dosiahne výrazne silnejšia interakcia s chirálnymi analytmi v porovnaní s neštruktúrovanými materiálmi. Navrhnuté štruktúry integrujú súčasne aj mechanizmy povrchovo zosilnenej Ramanovej spektroskopie (SERS), čo

	umožní simultánne získavať informácie o chemickom zložení a priestorovej konfigurácii molekúl (enantioméroch). Numerické modelovanie pomocou metód FDTD a FEM bude mať za úlohu predikciu spektrálnych extrémov. Experimentálna časť zahŕňa pokročilé nanotechnológie na prípravu týchto nanoštruktúr ale aj meranie cirkulárneho dichroizmu, analýzu v blízkom poli ako aj štandardnú morfológickú charakterizáciu atómovým silovým mikroskopom (AFM), elektrónovým mikroskopom (SEM) a konfokálnym mikroskopom (CLSM). Výsledkom je komplexný návrh a príprava inteligentných nanoštrukturovaných substrátov, ktoré posúvajú hranice detekčných limitov v senzorike a biomedicínskej diagnostike.
prof. Ing. Dušan Pudiš, PhD. školiť špecialista: Ing. Patrik Miček, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Plazmónový polaritón v pokročilých metapovrchoch pre extrémnu lokalizáciu a manipuláciu svetla Anotácia dizertačnej práce: Polaritóny ako hybridné kvázi-častice vznikajúce silnou väzbou medzi elektromagnetickým žiarením a elementárnymi excitáciami v materiáli umožňujú koncentrovať svetlo ako elektromagnetickú vlnu do rozmerov neprístupných pre klasičnú optiku a jeho zosilnenie do sub-vlnových rozmerov. Tým sa otvárajú nové možnosti v oblasti manipulácie svetla, senzoriky, nelineárnej optiky a optoelektroniky. Predkladaná dizertačná téma sa zameriava na návrh, teoretickú analýzu a experimentálnu realizáciu nanofotoničných štruktúr umožňujúcich efektívnu excitáciu a riadenie polaritonových módov. Osobitná pozornosť bude venovaná riešeniu problému hybnostného nesúladu medzi voľne sa šíriacimi fotónmi a vysoko lokalizovanými polaritónmi, ktorý znemožňuje ich priamu excitáciu konvenčnými optickými technikami ďalekého poľa. Výskum bude kombinovať numerické simulácie, analytické modelovanie disperzie a väzbových mechanizmov, ako aj experimentálnu charakterizáciu v blízkom ale aj ďalekom optickom poli. Cieľom práce je prispieť k fundamentálnemu pochopeniu interakcie svetla s materiálmi na nanometrovej úrovni a vytvoriť platformu pre vývoj nových optických prvkov schopných riadiť svetlo v extrémne malých priestorových mierkach, čím sa otvoria perspektívy pre aplikácie v oblasti nanofotoniky, metapovrchov a integrovaných fotonických systémov.
doc. Ing. Ľuboš Šušlik, PhD. školiť špecialista: Ing. Matej Goraus, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Adaptívna interferenčná litografia pre fázové mriežky a difrakčné optické prvky Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca sa zameriava na výskum a implementáciu inovatívnej metódy adaptívnej interferenčnej litografie, ktorá kombinuje dynamickú fázovú moduláciu prostredníctvom priestorových modulátorov svetla

	(SLM) a spolu s laserovou interferenčnou litografiou (LIL). Hlavným cieľom je prekonanie technológičkých obmedzení štandardnej laserovej interferenčnej litografie a dosiahnutie flexibility pri zápise fázových profilov na veľkých plochách. Práca sa zameriava na medzeru v efektívnej príprave difrakčných optických prvkov (DOE), ako sú mikrošoškovkové polia, fázové mriežky s premenlivou periódou a prvky pre tvarovanie laserových zväzkov. Vývoj zahŕňa návrh algoritmov pre generovanie digitálnych fázových masiek, štúdium interferencie modulovaných vlnoplôch a optimalizáciu procesu prenosu nanovzorov do dielektrických, polovodičových a kovových substrátov. Navrhovaná metodika kombinuje výhody interferenčných metód ako sú veľplošné mriežky, vysoká rýchlosť s presnosťou adaptívnej optiky. Toto otvára nové možnosti v oblasti integrovanej fotoniky a senzorických systémov pracujúcich v širokom spektrálnom rozsahu od UV až po NIR oblasť. Technický prínos práce bude v implementovaní SLM do automatizovanej LIL, ktorá už existuje na Katedre fyziky. Vedecký prínos bude smerovaný na vytváranie veľkých polí pre plazmonické snímacie prvky, pre metapovrchy a pre generovanie vortexového lúča pre biomedicínske aplikácie.
doc. Ing. Ľuboš Šušlik, PhD. školiť špecialista: prof. Ing. Dušan Pudiš, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Dielektrické mikrozrkadlá na čipe pre aplikácie vo fotonických a optoelektronických prvkoch Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca je zameraná na vývoj dielektrických mikrozrkadiel integrovaných priamo na fotonických čipoch a optoelektronických prvkoch, ktoré využívajú pokročilé princípy nanofotoniky. Hlavným cieľom výskumu je návrh a príprava multivrstiev usporiadaných v 3D geometrii inšpirovaných nanoštruktúrou krídel motýľov rodu <i>Morpho</i>, ktoré vykazujú unikátne selektívne spektrálne vlastnosti vysokej reflektivity. Jadro práce spočíva vo využití týchto prírodných štruktúr v technickej praxi pomocou technológie 3D laserovej litografie (dvojfotónová polymerizácia), ktorá umožňuje prípravu komplexných nanoštruktúr s rozlíšením menej ako vlnová dĺžka svetla. Tieto mikrozrkadlá na čipe sú kľúčovým elementom pasívnych ale aj aktívnych fotonických prvkov. Ich uplatnenie je v miniatúrnych optických rezonátoroch, integrovaných laseroch alebo vysoko selektívnych spektrálnych filtroch na čipe. Zvlášť sa ukazuje nová cesta ich využitia vo vysoko citlivých senzorech založených na detekcii indexu lomu pri usporiadaní takýchto zrkadiel v pároch. Súčasťou práce bude okrem numerického modelovania a samotnej prípravy aj komplexná optická charakterizácia a morfológická analýza pripravených vzoriek. Výstupom dizertačnej práce bude metodika návrhu fotonických prvkov využívajúcich takéto zrkadlá pre aplikácie v modernej fotonike na čipe, optoelektronike a optických senzorech.
doc. Ing. Norbert Tarjányi, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Magnetické mikromateriály v optických a fotonických aplikáciách Anotácia dizertačnej práce: Témou dizertačnej práce je štúdium optických vlastností magnetických mikromateriálov, ktoré sa v súčasnosti vyskytujú napríklad v podobe mikrodrotov a mikropások, a hľadanie možných aplikácií v optike a fotonike využívajúcich ich fyzikálne vlastnosti. Základnou oblasťou výskumu je fyzika materiálov s aplikačným presahom do oblastí integrovanej a aplikovanej optiky. Ťažisko práce spočíva

	v experimentálnom vyšetovaní, výsledky ktorého sú vhodne doplnené teoretickým popisom a podporené numerickou analýzou. Za prínos práce bude možné považovať charakterizáciu optických vlastností zvolených typov materiálov a návrh konkrétnych funkčných optických aplikácií využívajúcich študované formy materiálov.
doc. Ing. Daniel Káčik, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Návrh, príprava a charakterizácia vláknových fotonických snímačov s využitím mikronanášania optických polymérov Anotácia dizertačnej práce: Dizertačná práca je zameraná na získanie nových teoretických poznatkov v oblasti vláknovej fotoniky a ich následnú implementáciu pri vývoji inovatívnych snímačov. Hlavným cieľom výskumu je návrh, realizácia a komplexná charakterizácia fotonických štruktúr integrovaných priamo na optických vláknach so špeciálnou geometriou. Jadro práce spočíva vo využití optických vlákien typu D (D-fibers), ktorých vlastnosti sú modifikované procesom mikronanášania vybraných optických polymérov. Takto vytvorené hybridné štruktúry umožňujú efektívnu interakciu svetla s okolím, čo je kľúčové pre vysoko citlivé snímanie fyzikálnych veličín. Vyvíjané snímače sú primárne určené na precízne meranie indexu lomu, analýzu súvisiacich parametrov okolitého prostredia a detekciu mechanickej deformácie pomocou moderných optických metód. Experimentálna časť práce sa sústreďuje na štúdium optických vlastností pripravených štruktúr v spektrálnej oblasti viditeľného svetla (VIS) a blízkeho infračerveného žiarenia (NIR). Výstupom dizertačnej práce bude metodika návrhu a prototypy miniatúrnych vláknových snímačov, ktoré vďaka svojim rozmerom a vysokej citlivosti nájdu uplatnenie v náročných podmienkach technickej praxe.
doc. Ing. Daniel Káčik, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Design, fabrication, and characterization of fiber-optic sensors based on micro-deposition of optical polymers. Anotácia dizertačnej práce: This dissertation focuses on acquiring new theoretical knowledge in the field of fiber photonics and its subsequent implementation in the development of innovative sensors. The main objective of the research is the design, fabrication, and comprehensive characterization of photonic structures integrated directly onto optical fibers with special geometries. The core of the work lies in the utilization of D-type optical fibers (D-fibers), whose properties are modified through the micro-deposition of selected optical polymers. These hybrid structures enable efficient light-matter interaction with the surrounding environment, which is crucial for high-sensitivity sensing of physical quantities. The developed sensors are primarily designed for the precise measurement of the refractive index, analysis of related environmental parameters, and detection of mechanical strain using modern optical methods. The experimental part of the thesis focuses on studying the optical properties of the prepared structures in the visible (VIS) and near-infrared (NIR) spectral regions. The output of the dissertation will be a design methodology and prototypes of miniature fiber sensors which, due to their dimensions and high sensitivity, will find applications in demanding industrial and technical practice.

doc. Ing. Norbert Tarjányi, PhD.	Forma štúdia: denná Názov dizertačnej práce: Magnetic micromaterials in optical and photonic applications Anotácia dizertačnej práce: The topic of the dissertation is the study of the optical properties of magnetic micromaterials, which currently occur, for example, in the form of microwires and microtapes, and the search for possible applications in optics and photonics using their physical properties. The basic area of research is the physics of materials, with application overlap in the areas of integrated and applied optics. The focus of the work lies in experimental investigation, the results of which are suitably supplemented by theoretical description and supported by numerical analysis. The contribution of the work will be the characterization of the optical properties of selected types of materials and the design of specific functional optical applications using the studied forms of materials.
---	---