



Univerzita Palackého
v Olomouci

Genius loci...

B. OBLAST VZDĚLÁVÁNÍ

FYZIKA

I. Rozsah a struktura vzdělávací činnosti v oblasti vzdělávání *Fyzika*

V rámci Univerzity Palackého (UP) je tato oblast vzdělávání realizována prostřednictvím programů, které garantují fyzikální katedry, uvedené v následujícím textu. Všechny katedry, s výjimkou Katedry experimentální fyziky, která nabízí navíc kombinaci oblasti fyziky s jinou v rámci učitelského studia, a to jak na vlastní fakultě, tak i na jiných fakultách (zejména Pedagogickou, zřídka Filozofickou a Fakultou tělesné kultury) a Katedry optiky, která garantuje program *Optometrie*, který spadá do oblasti Zdravotnických oborů, zajišťují studijní oblast vlastními fakultními zdroji (personálními a materiálně technickými). Učitelské navazující programy spadají do kombinované oblasti vzdělávání Fyzika/Učitelství.

Katedra experimentální fyziky zajišťuje výuku oborů z oblasti aplikované fyziky a didaktiky fyziky. Garantuje výuku ve studijních programech *Aplikovaná fyzika*, *Nanotechnologie* a *Učitelství fyziky*, a to v bakalářském i magisterském stupni. Dále garantuje doktorské studijní programy *Aplikovaná fyzika* a *Didaktika fyziky*. Katedra též zajišťuje výuku základních kurzů fyziky včetně laboratorních praktik nejen pro fyzikální obory, ale i chemické a biologické obory. Oddělení didaktiky se také věnuje tvorbě učebnic i metodických materiálů pro základní a střední školy, popularizačním akcím pro žáky i širokou veřejnost. V rámci dvouoborového učitelského studia kombinuje učitelskou fyziku s programem *Matematika pro ZŠ*, garantovanou PdF.

Katedra optiky zajišťuje široké spektrum oborů a zaměření, jež pokrývají řadu oblastí moderní optiky, jako je fyzika laserů, fundamentální kvantové vlastnosti světla, optické kvantové zpracování informace, moderní optoelektronické komunikační systémy, aplikace speciálních optických svazků, digitální holografie, optické tomografické metody, spektroskopie nebo problematika korekce zrakových vad. Katedra optiky garantuje studijní programy *Optika a optoelektronika*, *Obecná fyzika* a *matematická fyzika*, *Digitální a přístrojová optika* a *Optometrie* v bakalářské i magisterské formě. Doktorské studium nabízí katedra v programu *Optika a optoelektronika* a *Obecná fyzika a matematická fyzika*.

Studijní program *Optometrie* spadá do oblasti vzdělávání *Zdravotnické obory*, v jehož rámci garantuje vzdělávání ve spolupráci s Fakultou zdravotnických věd a Lékařskou fakultou UP⁶².

Společná laboratoř optiky (SLO) je společným pracovištěm UP a Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR, které vzniklo v roce 1985. Základem činnosti laboratoře je vědecký výzkum v oblastech aplikované optiky, experimentální částicové fyziky, kvantové a nelineární optiky, vlnové optiky a holografie. Vědci jsou zapojeni do významných mezinárodních kolaborací, mimo jiné působí v mezinárodním středisku jaderného výzkumu CERN a podílejí se na stavbě a provozu největších světových observatoří v oboru astročásticové fyziky. SLO je úzce propojena s Regionálním centrem pokročilých technologií a materiálů (RCPTM). Katedra díky svým experimentálním a dílenským kapacitám spolupracuje na řadě zakázek i s domácími firmami. Vědečtí pracovníci zajišťují část výuky ve studijních programech *Aplikovaná fyzika*, *Nanotechnologie*, *Přístrojová fyzika* a *Počítačová fyzika*. Kromě toho činnost laboratoře zahrnuje také konstrukci a výrobu optických a elektro-optických zařízení, redakci časopisu *Jemná mechanika a optika* a knihovnu české pobočky mezinárodní společnosti SPIE/CS.

Katedra biofyziky garantuje studium biofyziky na všech úrovních vysokoškolského studia (bakalářské, magisterské, doktorské) v rámci dvou studijních programů – *Biofyzika* a *Molekulární biofyzika*. Studenti v programu *Biofyzika* se profilují v biofyzice rostlin nebo lékařské biofyzice. *Biofyzika* je interdisciplinární obor na rozhraní fyziky, chemie a biologie. Studenti se učí porozumět základům moderních fyzikálních technik a aplikovat je ve studiu biologických systémů. Absolventi mají praktické uplatnění v široké škále oborů, například zdravotnictví, kriminalistice, farmacii, ekologii, zemědělství či potravinářství. Zároveň se mohou zapojit do základního i aplikovaného výzkumu fyzikálního, chemického, biologického či medicínského v tuzemsku i zahraničí.

Většina studijních programů má tradici více než desetiletou. Historicky nejstarší byl obor učitelství fyziky a v sedmdesátých letech se začaly profilovat programy *Optika a optoelektronika* na základech optické školy, spojené s Meoptou Přerov a Laboratoří optiky. Následovaly programy *Biofyzika*, *Aplikovaná fyzika*, které reagovaly na

⁶² veškeré informace týkající se oboru *Optometrie* jsou v materiálu uváděny v rámci oblasti vzdělávání *Zdravotnické obory*

potřeby aplikací fyziky v oblasti biotechnologií a aplikací fyziky v technice a průmyslu. *Biofyzika* rozšířila svou nabídku i pro zaměření lékařské biofyziky v oboru *molekulární biofyzika*. Digitální a přístrojová optika navázala na dřívější tradici oboru *Jemná mechanika a optika*, který měl rovněž vazbu na průmyslový podnik Meopta v Přerově, dnes se v něm zaměřuje studium na moderní optiku, založenou na pořizování digitálních dat a zpracování optických obrazů.

Moderní technologie zaváděné do praxe si vyžádaly otevření studijního programu *Nanotechnologie*, který má oporu ve vědeckém zaměření fyzikální kateder, orientovaných na RCPTM (Katedra experimentální fyziky a SLO). Tento obor je uchazeči poměrně žádaný, na rozdíl od bakalářských programů *Přístrojová fyzika* a *Počítačová fyzika*, o který uchazeči nejeví velký zájem a je možné očekávat vytvoření specializace v rámci bakalářského fyzikálního vzdělávání. Fyzikální katedry spolupracují se špičkovými výzkumnými pracovišti na národní i mezinárodní úrovni⁶³.

Navazující magisterské programy umožňují bakalářským studentům přímou přístupnost v rámci daného studijního programu a případně přípravu na doktorské studium. Programy připravují studenty s dostatečnou flexibilitou a teoretickými znalostmi pro práci s nejmodernější technikou a v moderních průmyslových provozech připravených na vysokou individualizaci dle požadavků zákazníka, a také pro další vědeckou průpravu v rámci doktorského studia. Ve výuce studentů se zde uplatňuje v mnohem větší míře spolupráce s výzkumnými centry, špičkovými pracovišti AV ČR, a výzkumnými pracovišti v regionu Haná a dále pak i s národními a mezinárodními institucemi.

Programy *Aplikovaná fyzika*, *Optika a optoelektronika*, *Obecná fyzika a matematická fyzika* a *Biofyzika* jsou společně uskutečňované s Fyzikálním ústavem Akademie věd ČR, v.v.i., s Biofyzikálním ústavem Akademie věd ČR, v.v.i., Ústavem přístrojové techniky Akademie věd ČR, v.v.i.⁶⁴ Na fakultě jsou rovněž realizovány tzv. dobíhající akreditované studijní programy, na které již nejsou přijímáni studenti, tyto programy jsou v následujícím výčtu označeny hvězdičkou.

⁶³ jejich výčet je uveden na webových stránkách fyzikálních kateder

⁶⁴ výčet spolupracujících vědeckých institucí je uveden na webových stránkách pracovišť, která garantují příslušné doktorské studium

Bakalářské studijní programy

B1701	Fyzika	
	1701R029	Optika a optoelektronika
	1702R001	Aplikovaná fyzika
	1702R005	Biofyzika
	1701R052	Molekulární biofyzika
	1701R027	Obecná fyzika a matematická fyzika
	1701R003	Fyzika*
	3942R001	Nanotechnologie
	1701R054	Digitální a přístrojová optika
	1701R055	Počítačová fyzika
	1701R030	Přístrojová fyzika

Navazující magisterské studijní programy

N1701	Fyzika	
	1701T029	Optika a optoelektronika
	1702T001	Aplikovaná fyzika
	3942T001	Nanotechnologie
	1702T005	Biofyzika
	1701T052	Molekulární biofyzika
	1701T027	Obecná fyzika a matematická fyzika
	1701T054	Digitální a přístrojová optika
	7504T055	Učitelství fyziky pro střední školy
N1701	Physics	
	3942T001	Nanotechnology

Doktorské studijní programy

P1703	Fyzika	
	1701V029	Optika a optoelektronika
	1702V001	Aplikovaná fyzika
	1701V047	Didaktika fyziky
	1702V005	Biofyzika
	1701V027	Obecná fyzika a matematická fyzika
P1703	Physics	
	1702V005	Biophysics
	1701V029	Optics and Optoelectronics
	1701V027	General Physics and Mathematical Physics

	1702V001	Applied Physics
	1702V047	Didaktika fyziky

Profil absolventa

Profily absolventů zcela odpovídají nařízení vlády č. 275/2016 Sb., až na studijní program *Biofyzika* a *Nanotechnologie*. Program *Biofyzika* je programem, který je realizován na PŘF UP od roku 1978. Delší tradici má studium biofyziky na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze. V zahraničí ji lze najít jako součást programu *Aplikovaná fyzika*. Podle nařízení vlády však i biofyzika profiluje absolventy, viz citace (*znalosti konkrétní specifické oblasti oboru, zejména astrofyziky a astronomie, teorie gravitace, fyziky vysokých energií, atomové, částicové a jaderné fyziky, teorie pole, fyziky povrchů, fyziky plazmatu, fyziky kondenzovaných látek a materiálů, nanotechnologie a fyziky nanostruktur, optiky a optoelektroniky, biofyziky, geofyziky, meteorologie a fyziky atmosféry, chemické fyziky, matematické fyziky a modelování, počítačové fyziky*). Podobně program *Nanotechnologie* má svou oblast vzdělávání *Strojírenství, technologie a materiály*. Na PŘF UP je tento program realizován v bakalářské i magisterské formě a očekává se podání akreditačního spisu pro doktorské studium. S odvoláním na profil absolventa v oblasti vzdělávání Fyzika, má tento program na fakultě své místo.

Pokrytí základních tematických okruhů příslušejících k oblasti vzdělávání Fyzika

Z definovaných 18 tematických okruhů, náležících do této oblasti vzdělávání dle nařízení vlády č. 275/2016 Sb., je pokryto celkem 15, tj. 83 %. Následujícím výčtem tematických okruhů jsou pokryty všechny typy studijních programů (tj. bakalářských, navazujících magisterských i doktorských) s výjimkou Akustiky, kterou je pokryto pouze bakalářské studium:

- Mechanika;
- Termodynamika a kinetická teorie;
- Elektřina a magnetismus;
- Optika;
- Akustika;
- Základní struktura látek;
- Základy kvantové teorie;
- Principy fyzikálního měření;

- Experimentální metody;
- Zpracování dat;
- Teoretická mechanika;
- Teorie kontinua;
- Elektrodynamika;
- Teorie relativity, kvantová mechanika;
- Statistická fyzika.

Záměry do budoucna

Záměrem je pokračovat v uskutečňování stávajících studijních programů v bakalářské, navazující magisterské a doktorské etapě, a to na úrovni odpovídající úrovni přední české vysoké školy. V bakalářské etapě bude kriticky posuzována možnost vytvoření bakalářského programu se specializací u programů, kde je malý zájem ze strany uchazečů o studium (*Počítačová fyzika, Přístrojová fyzika*). Naopak větší pozornost bude věnována tradičním programům (*Aplikovaná fyzika, Optika a optoelektronika, Biofyzika*), které mají akreditovány všechny formy studia. Zejména v magisterské a doktorské etapě budou studijní programy aktualizovány přiměřenou úpravou obsahu studijních předmětů tak, aby předměty reflektovaly stav poznání v dané oblasti. Ve vzdělávání se bude nadále posilovat úloha výzkumného Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů. Nadále bude věnována pozornost kvalitnímu personálnímu zabezpečení programů.

Bude usilováno o větší propojení s praxí i s výzkumnými subjekty. Pilířem budou i nadále výzkumná centra RCPTM a CRH, ve větší míře se bude uplatňovat Centrum popularizace – Pevnost poznání, které nabízí možnost uplatnit učitelské vzdělávání přírodovědných oblastí v praktickém kontaktu s návštěvníky centra a v přípravě vzdělávacích pořadů. Současná spolupráce při realizaci vzdělávání v doktorských programech s institucemi uvedenými v předchozím textu, bude využívána i v magisterských, případně bakalářských programech, jako součást spolupráce studentů ve studentských týmech, sdružujících studenty všech stupňů vzdělávání podle řešených témat, například v projektové výuce.

To, že rozvoj vzdělávací činnosti na PŘF UP směřuje k dalšímu propojení některých studijních programů s praxí a k přípravě absolventů pro potřeby trhu práce. To se nyní odráží v řešení projektu ESF *Univerzita Palackého, jako komplexní vzdělávací*

institute, kde fakulta zařadila následující studijní programy k akreditaci, které se odrážejí v profilech absolventů v posílení právě návaznosti na praxi a potřeb trhu práce

- *Nanotechnologie* (bakalářské studium) – základní tematické okruhy Mechanika, Termodynamika a kinetická teorie, Elektřina a magnetismus, Optika, Akustika, Základní struktura látek, Základy kvantové teorie, Principy fyzikálního měření, Experimentální metody, Zpracování dat, Teoretická mechanika, Teorie kontinua, Teorie relativity, kvantová mechanika, Statistická fyzika, Matematická analýza, Lineární algebra a geometrie, Statistika a pravděpodobnost;
- *Biofyzika* (bakalářské studium) – základní tematické okruhy Experimentální metody a Teorie relativity, kvantová mechanika.

V dalším období bude také posilována internacionalizace studia v oblastech, které jsou zpracovány v rámci podkapitoly Mezinárodní působení. Jedná se především o:

- systematickou internacionalizaci výuky prostřednictvím zapojení zahraničních post-dok pracovníků do výuky;
- zavedení Fischerova stipendia udělovaného každoročně až pro 10 zahraničních studentů v programech doktorského studia;
- posílení nabídky předmětů vyučovaných v angličtině pro studenty přijíždějící v rámci programu Erasmus;
- akreditaci navazujícího studia v angličtině ve studijních programech *Nanotechnology*;
- zapojení v mezinárodních programech Erasmus+, Erasmus Mundus, CEEPUS a vytvoření ucelené nabídky anglicky vyučovaných předmětů.

II. Zajištění podmínek pro uskutečňování vzdělávací činnosti v oblasti vzdělávání Fyzika

Tvůrčí činnost

Na katedře optiky probíhá dlouhodobě výzkum v následujících oblastech: kvantová optika, kvantové zpracování informace, kvantová interakce záření s látkou, kvantové měření a tomografie, metody prostorové modulace světla a aplikace speciálních optických svazků, digitální holografie a pokročilé mikroskopické metody a optické spektroskopické metody a jejich aplikace.

V oblasti kvantové optiky a optického kvantového zpracování informace je výzkum zaměřený na generaci neklasických stavů světla, jejich charakterizaci a využití pro měření, přenos a zpracování informace. Mimo jiné jsou teoreticky i experimentálně zkoumané techniky implementace optických kvantových logických hradel, kvantových detektorů a nelineárních kvantových operací, metody charakterizace silně neklasických a kvantově provázaných stavů světla a kvantově kryptografické protokoly se spjitými i diskrétními kvantovými proměnnými. V oblasti kvantové interakce záření s látkou je zejména studovaná interakce světla s ionty zachycenými v Paulově pasti (společný experiment s ÚPT AV ČR Brno) a dále jsou rovněž zkoumané nelineární a kvantové optomechanické systémy a kolektivní systémy mnoha atomů. V oblasti kvantového měření a tomografie se výzkum zaměřuje na studium aplikace pokročilých statistických metod na analýzu dat a rekonstrukci a charakterizaci kvantových stavů, operací a měření. Současně jsou tyto metody využívány i pro charakterizaci klasických částečně koherentních optických svazků, např. při měření pomocí Shack-Hartmannova senzoru.

Výzkumná činnost v oblasti klasické optiky je dlouhodobě zaměřena na vírové a nedifrakční stavy světla, metody prostorové modulace světla, kvantitativní rekonstrukci fáze v metrologii a mikroskopii, digitální korelační holografii, fotoaktivační lokalizační zobrazení nebo vírovou topografickou mikroskopii. Na katedře optiky rovněž probíhá vývoj spektrometrů pro měření Ramanovy optické aktivity (ROA) pro záznam resonančních Ramanových spekter, jsou zkoumané simulace vibračních spekter biomolekul ve vodném prostředí a probíhá studium molekulárních konformací a dynamického chování molekul pomocí vibrační spektroskopie a optické aktivity. Další oblastí zájmu je konstrukce elipsometrů a jejich využití k charakterizaci vlastností polarizačních komponent a zrcadel.

Na katedře experimentální fyziky probíhá výzkum v oblastech: metodologie a aplikace Mössbauerovy spektroskopie v různých oblastech materiálového a nanomateriálového výzkumu; fyzikální metody přípravy nanostruktur, studium jejich magnetických, optických a elektrických vlastností; aplikace nanomateriálů v biomedicíně, environmentálních technologiích; detekce záření v jaderných analytických metodách a registrace signálů v částicových a spektrometrických experimentech; studium transformací materiálů užitím Mössbauerovy spektroskopie a dopředného jaderného rozptylu synchrotronového záření.

V oblasti metodologie Mössbauerovy spektroskopie a jejich aplikací je výzkum orientován na rozvoj metod akumulace spekter s využitím metod virtuální instrumentace, realizaci digitální záporné zpětné vazby pro stabilizaci Dopplerovských modulátorů energie, na rozvoj metod využívajících registraci sekundárního rentgenového záření a konverzních elektronů, vývoj a využití rezonančních detektorů. Mössbauerova spektroskopie je aplikována ke studiu nanočásticových struktur na bázi železa a oxidů železa, vysokoteplotních supravodičů na bázi železa, teplotních transformací a jejich kinetiky sloučenin a minerálů obsahujících železo.

Fyzikální metody přípravy nanostruktur a studia jejich vlastností je uskutečňován výzkum v oblasti modifikace vlastností kovových skel difuzí a depozicí jiných prvků, syntetizovány jsou superparamagnetické nanočástice pro MRI, syntetizovány a modifikovány nanočástice železa pro environmentální aplikace.

V oblasti detekce různých typů ionizujícího záření jsou výzkumné aktivity orientovány na vývoj 2π detektoru rentgenového záření k detekci sekundárního rentgenového záření v Mössbauerově spektroskopii, jsou zkoumány potenciální možnosti využití nových scintilačních materiálů perovskitové a granátové struktury k detekci rentgenového a nízkoenergetického záření gama a nízkoenergetických elektronů, zkoumány jsou možnosti aplikace polovodičových lavinových diod ve scintilačních sondách, je uskutečňován výzkum v oblasti využití „digital signal processing“ v jaderných spektrálních metodách.

Studium transformací materiálů s využitím Mössbauerovy spektroskopie a dopředného rozptylu synchrotronového záření je orientováno na realizaci in-situ měření, na vyhodnocení experimentální informace, především na analýzu dat dopředného rozptylu synchrotronového záření.

V oblasti didaktiky fyziky se tvůrčí činnost zaměřuje zejména na mezipřemětové vztahy, začlenění partií moderní fyziky (např. nanotechnologií, astrofyziky) do výuky na středních školách, modelování a simulacím s využitím výpočetní techniky. Dále je věnována pozornost modelům a koncepcím fyzikálního vzdělávání.

Výzkum v oblasti biofyziky se zaměřuje na biofyzikální aspekty mechanismu působení protinádorových léčiv, především na bázi kovů, a studium jejich interakce s DNA; strukturně-funkční charakteristiky proteinových komplexů pomocí biofyzikálních metod (EPR, TEM, dohasínání fluorescence, fluorescenční značení atd.); tvorbu reaktivních forem kyslíku v biologických systémech (membrány, orgány, pletiva,

tkáně, celé organismy); signální dráhy ve fyziologii rostlin a živočichů (elektrické a chemické signály) aktivované různými faktory prostředí (světlo, teplo, mechanické podněty atd.); detekci stresů biologických systémů pomocí luminiscenčních a absorpčních metod; matematické modelování membránových procesů a optických vlastností biologických objektů; biomechaniku a fyziologickou akustiku lidského hlasu. Větší část výzkumu se uskutečňuje v rámci oddělení biofyziky Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum na PřF UP (CRH). Výsledky výzkumu jsou uplatněny mimo jiné v rámci kontraktů s komerčními subjekty (KLOX Technologies, Photon Systems Instruments (PSI), Green Ways).

Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR (SLO) je společným pracovištěm UP a Fyzikální ústavu České akademie věd a dlouhodobě se zaměřuje na experimentální i teoretický výzkum v oblastech kvantové a nelineární optiky, klasické optiky, optických, laserových a materiálových technologií, nanotechnologií a částicové a astročásticové fyziky. Pracoviště je rovněž úzce provázáno s RCPTM.

V oblasti kvantové a nelineární optiky se výzkumné skupiny SLO zaměřují zejména na kvantové korelace a kvantovou provázanost v polích sestupné frekvenční konverze. Tyto korelace jsou využívány pro aplikace v metrologii, generaci neklasických stavů světla, vývoj prvků pro kvantové počítání, kvantové komunikace a kvantové zpracování informace. Značná pozornost je věnována popisu zdrojů fotonových párů pomocí nelineárních krystalů a fotonických nanostruktur. Jsou vyvíjeny nové metody detekce a charakterizace kvantových polí na úrovni jednotlivých fotonů včetně detekce s rozlišením v počtu fotonů.

V oblasti klasické optiky je hlavní pozornost zaměřena na interferometrii v polích koherenční zrnitosti, interferometrii v bílém světle a klasické zobrazovací i osvětlovací optické soustavy a optiku tenkých vrstev. S tím je úzce spojen i vývoj moderních optických technologií opracování optických povrchů až do příčného rozměru 1 m s kontrolou nanodrsnosti. Jsou rovněž vyvíjeny metody depozice tenkých vrstev technikami vakuového naprašování a depozice z nízkoteplotního plazmatu pro optické i neoptické aplikace (např. v oblasti fotoelektrochemického štěpení vody). Jsou rovněž vyvíjeny pokročilé metody kontaktní i bezkontaktní topografie povrchů a charakterizace jejich optických (např. rozptylometrie) a mechanických (např. nanoindentace) vlastností. V oblasti laserových technologií jsou experimentálně i teoreticky zkoumány vybrané problémy z oblasti laserového svařování, řezání, ablace a ovlivňování povrchu.

V oblasti částicové a astročásticové fyziky jsou pracovní skupiny SLO zapojeny do několika velkých mezinárodních kolaborací. V rámci kolaborace CERN-ATLAS se podílejí na modelování optických detekčních procesů detektoru ATLAS na LHC, vývoji detektoru s vysokým časovým rozlišením (ToF) pro plánovaný upgrade detektoru ATLASa fyzikou top kvarku. V rámci kolaborace Pierre Auger Observatory se SLO podílí na stavbě, provozování a upgrade hybridní observatoře pro pozorování částic kosmického záření s ultravysokými energiemi. V rámci nové kolaborace Cherenkov Telescope Array se SLO podílí na přípravě výstavby observatoře pro pozorování vysokoenergetického kosmického gama-záření.

Pracoviště SLO rovněž řeší řadu zakázek smluvního výzkumu jak pro partnery z akademické sféry tak zejména pro partnery z oblasti strojírenství a automobilového průmyslu.

Výsledky výzkumné a tvůrčí činnosti byly odborné veřejnosti prezentovány především formou publikací, dominantně v mezinárodních vědeckých periodikách.

Členové katedry optiky v realizovaných směrech výzkumu dosahují dlouhodobě špičkových výsledků na mezinárodní úrovni, což je dokumentováno řadou publikací v prestižních mezinárodních odborných časopisech. Jen za období posledních 5 let (2012-2016) se jedná o 3 publikace v Nature Communications, 1 publikace v Nature Physics, 20 publikací v časopise Physical Review Letters, 9 publikací v časopise Scientific Reports, 11 publikací v časopise Optics Express a 97 publikací v časopise Physical Review A. Výzkum probíhá v úzké a dlouhodobé spolupráci s předními zahraničními univerzitami a vědeckými pracovišti (např. Albert Einstein Institute Hannover, Max Planck Institute for the Science of Light Erlangen, Danish Technical University, Université Libre de Bruxelles, University of Tokyo, Universidad Complutense Madrid, National University of Singapore, University of Innsbruck, UPMC Paris, atd.), což lze doložit řadou společných publikací i vědeckých projektů. Do výzkumných projektů a mezinárodní spolupráce jsou systematicky zapojováni studenti na všech úrovních studia. Tento přetrvávající trend bude posílen i v budoucnosti zejména díky zapojení v připravovaných programech výzev H2020, INTER-COST, QuantERA a Quantum Flagship.

Pracovníci katedry experimentální fyziky se v oblasti fyzikálního, materiálového a chemického výzkumu podíleli během let 2012-2017 na 116 publikacích v mezinárodních odborných časopisech, např. v 5 publikacích Physical Review D, 5

publikací v *Astrophysical Journal*, 5 publikací v *Journal of Instrumentation*, 5 publikací ve *Nuclear Instruments and Methods*, 4 publikace v *Astroparticle Physics*. V celé řadě výzkumných oblastí pracovníci katedry spolupracují s mezinárodními a zahraničními vědeckými institucemi (Pierre Auger Collaboration, Joint Institute for Nuclear Research, Slovenská technická univerzita, Běloruská státní univerzita, Texas A&M University, Eotvos Lorand University, Celal Bayar University).

Řada výsledků z oblasti aplikovaného výzkumu se stala předmětem patentů, na jejichž realizaci se pracovníci katedry podíleli. V letech 2012-2017 byly uděleny 2 evropské patenty, 3 užité vzory. Pracovníci katedry se od roku 1994 podílejí na organizaci mezinárodní konference „Mössbauer Spectroscopy in Materials Science“, která probíhá každé dva roky a sborníky, které jsou vydávány institucí American Institute of Physics.

Členové katedry biofyziky publikovali v posledních 5 letech řadu publikací v uznávaných vědeckých časopisech (*Nature Plants*, *Nature Communications*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *Plant Journal*, *New Phytologist*, *Coordination Chemistry Reviews*, *Biochimica et Biophysica Acta – Bioenergetics*, *Scientific Reports*, *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, *Remote Sensing of Environment*, *Chemical Communications*, *Plant and Cell Physiology*, *Plant, Cell & Environment*, *Journal of the Royal Society Interface*, *Free Radical Biology and Medicine*).

Kvalitní publikační výstupy jsou založeny zejména na dlouhodobé spolupráci se zahraničními pracovišti (Faculty of Biochemistry, Biophysics and Biotechnology, Jagiellonian University, Kraków, Poland, Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, Okayama, Japan, Institute of Biology/Plant Physiology, Humboldt-University, Berlin, Germany, Department of Biochemistry and Food Chemistry, University of Turku, Finland, Department of Botany, Graduate School of Science, Kyoto University, Japan, Department of Biology, University of Padova, Italy, Biomedical Engineering Research Center, Tohoku Institute of Technology, Sendai, Japan, Department of Biotechnology, Chemistry and Pharmacy, University of Siena, Italy, Department of Chemistry, University of Warwick, Coventry, GB, Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Bari, Bari, Italy, Department of Chemistry, Virginia Commonwealth University, Richmond, VA, USA, Department of Medicinal Chemistry and Natural Products, School of Pharmacy, The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel, Institut für Pharmazie der Ernst-

Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Greifswald, Germany, School of Pharmacy, University de Limoges, France, Department of Cognitive Biology, University of Vienna, Vienna, Austria, Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, Department of Biophysical Chemistry, University of Groningen, The Netherlands). Pracoviště SLO publikuje své výstupy v mezinárodních časopisech. V letech 2012-16 např. ve Physical Review Letters (3), Scientific Reports (7), Optics Express (8), Optics Letters (2), Physical Review A (47). Značný počet prací je publikován v rámci mezinárodních kolaborací (833 v letech 2012-16), z toho mj. Science (1), Physical Review Letters (51). Vedle velkých mezinárodních kolaborací probíhá dlouhodobá mezinárodní spolupráce např. s pracovišti na University of Insubria (Como, Itálie), Adam Mickiewicz University (Poznań, Polsko), University of Zielona Góra (Polsko), ICFO (Barcelona, Španělsko), University of Chicago (USA), Embry-Riddle Aeronautical University (Daytona Beach, USA). Do výzkumných projektů a mezinárodní spolupráce jsou systematicky zapojováni studenti na všech úrovních studia.

Záměry do budoucna

Rozvoj výzkumných aktivit katedry optiky do budoucna je zaměřený zejména na vysoce perspektivní směry hybridních kvantových systémů, oblast supravodivých kvantových elektrických odvodů, oblast kvantové optomechaniky, kvantové interakce světla s chladnými atomy a ionty, kvantovou termodynamiku, experimenty využívající transformace geometrické fáze světla, pokročilé detekční metody spojené s detekcí vlnoploch, optické super-rozlišení a pokročilé techniky Ramanovy spektroskopie. Díky podpoře z OP VVV budou na katedře optiky v následujících letech modernizované 3 optické laboratoře a pořízeno špičkové přístrojové vybavení jako jsou supravodivé jednofotonové detektory, titan-safírové lasery nebo vakuová aparatura. Toto vybavení určené primárně pro potřeby výzkumu a studia studentů doktorského studia umožní rozvoj nových vysoce perspektivních experimentálních výzkumných směrů jako je kvantová interakce světla s atomovými obláčky, generace jednotlivých fotonů rezonantních s atomovými přechody hybridní kvantově inforatická schémata, pokročilá optoelektronická měření s ultrakrátkými optickými pulzy, nové typy experimentů kombinující principy digitální holografie a optické tomografie a umožňující 3D biomedicínská pozorování metodou optických řezů, studium rezonančních Ramanových spekter peptidů, proteinů a nukleových kyselin v UV oblasti spektra a rovněž měření Ramanovy optické aktivity v UV oblasti spektra.

Budoucí výzkumné aktivity katedry experimentální fyziky budou i nadále orientovány na rozvoj metodologie a aplikací Mössbauerovy spektroskopie, především jde o rozvoj transmisní a emisní Mössbauerovy spektroskopie s rezonanční detekcí záření gama, o rozvoj nízkoteplotní Mössbauerovy spektroskopie s detekcí konverzních elektronů pro studium povrchových vrstev, o konstrukci transmisního mössbauerovského mikroskopu. V oblasti detekce záření a částic a zpracování signálů budou rozvíjeny aktivity orientované na spolupráci se Společným ústavem jaderných výzkumů (Dubna) v oblasti syntézy exotických a supertěžkých jader a v oblasti experimentů orientovaných na studium baryonové hmoty v extrémních podmínkách. V oblasti materiálového výzkumu bude syntéza nanostruktur orientována na modifikaci jejich vlastností a potenciální aplikace těchto materiálů v senzorice, katalýze, filtraci a environmentálních technologiích.

Budoucí vědecké aktivity katedry biofyziky budou spojeny zejména s činností CRH, kde členové katedry garantují zaměření Bioenergetika rostlin. Budou rozvíjeny zejména témata využívající moderních metod elektronové mikroskopie, separace nativních membránových proteinových komplexů, detekce reaktivních forem kyslíku a produktů oxidativního poškození biologických struktur a neinvazivní detekce stresů rostlin. Bude kladen důraz na intenzivnější spolupráci s ostatními odděleními v rámci CRH. Dále bude rozvíjena mezinárodní spolupráce v rámci stávajících a budoucích evropských vědeckých projektů a smluvního výzkumu. Plánován je i rozvoj vědecké aktivity v ostatních stávajících výzkumných směrech.

V blízké budoucnosti SLO počítá s rozvojem výzkumu v oblastech multifotonových kvantových korelací a vícedimenzionální kvantové provázanosti, v oblasti vývoje optických technologií metodami subaperturního obrábění, rozvoje depozičních technik metodami magnetronového naprašování vč. vývoje hybridních nanovrstev s vysokou mechanickou odolností, dále s vývojem nanoindentačních metod s detekcí akustické emise. V oblasti astročásticové fyziky bude výzkum zaměřen na nové typy detekčních zařízení.

Uskutečňovanou tvůrčí činností jsou dle Frascati manuálu plně pokryty následující vědní disciplíny související s oblastí vzdělávání *Fyzika*:

Pokryté vědní disciplíny			
Č.	DETAILED FORD	WOS Category	RIV (dominující vazba)
1.3 Physical sciences			
1301	Atomic, molecular and chemical physics (physics of atoms and molecules including collision, interaction with radiation, magnetic resonances, Mössbauer effect)	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	BE - Teoretická fyzika
1302	Condensed matter physics (including formerly solid state physics, supercond.)	PHYSICS, CONDENSED MATTER	BM - Fyzika pevných látek a magnetismus
1303	Particles and field physics	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	BF - Elementární částice a fyzika vysokých energií
1304	Nuclear physics	PHYSICS, NUCLEAR	BG - Jaderná, atomová a molekulová fyzika, urychlovače
1306	Optics (including laser optics and quantum optics)	OPTICS	BH - Optika, masery a lasery
1308	Astronomy (including astrophysics, space science)	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	BN - Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika
1.6 Biological sciences			
1610	Biophysics	BIOPHYSICS	BO - Biofyzika
2.10 Nano-technology			
21001	Nano-materials (production and properties)	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	JJ - Ostatní materiály
21002	Nano-processes (applications on nano-scale)		
5.3 Education			
5301	Education, general; including training, pedagogy, didactics [and education systems]	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	AM - Pedagogika a školství

Nejvýznamnější aktivity v tvůrčí činnosti

Přehled řešených grantů a projektů			
Řešitel / Spoluřešitel	Názvy grantů a projektů získaných pro vědeckou, výzkumnou, uměleckou a další tvůrčí činnost v příslušné oblasti vzdělávání	Zdroj	Období
Prof. Mgr. Radim Filip, Ph.D.	Centrum excelence pro klasické a kvantové interakce v nanosvětě (GB14-36681G)	GAČR	2014-2018
Prof. Mgr. Jaroslav Řeháček, Ph.D.	Centrum digitální optiky (TE01020229)	TAČR	2012-2019
RNDr. Miroslav Ježek, Ph.D.	Pokročilé detektory statistiky a polarizace ultra slabých optických signálů (17-26143S)	GAČR	2017-2019
Prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.	Manipulace s atomárními systémy pro kvantovou metrologii a zpracování kvantové informace (17-20479S)	GAČR	2017-2019
Vladyslav Usenko, Ph.D.	Kvantová komunikace a kvantová optomechanika pro aplikace ve vesmíru (LTC17086)	MŠMT	2017-2020
Doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.	Komplexní multiqubitová optická kvantová logická hradla (GA16-17314S)	GAČR	2016-2018
Prof. RNDr. Zdeněk Bouchal, Dr.	Pokroky nekoherentní holografické mikroskopie při použití fotonických simulací a principů singulární optiky (GA15-14612S)	GAČR	2015-2017
Prof. RNDr. Zdeněk Hradil, CSc.	Informačně úplná měření pro zpracování informace prostřednictvím náhodného světla (GA15-03194S)	GAČR	2015-2017
Prof. Mgr. Radim Filip, Ph.D.	Bright Squeezed Vacuum and its Applications (BRISQ2)	FP7 EU	2013-2015
Doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.	Optické kvantové zpracování informace pomocí slabých kvantových měření (GA13-20319S)	GAČR	2013-2015
Prof. Mgr. Radim Filip, Ph.D.	Spolehlivé vysoce nelineární optické kvantové zpracování informace (P205/12/0577)	GAČR	2012-2014
Doc. Mgr. Ladislav Mišta, Ph.D.	Komplexní kvantové korelace a jejich aplikace (P205/12/0694)	GAČR	2012-2014
Vladyslav Usenko, Ph.D.	Optická kvantová komunikace se spojitými proměnnými ve volném prostoru (GC13-27533J)	GAČR	2013-2015
Mgr. Petr Marek, Ph.D.	Detekce kvantově negaussovských vlastností světla (LH13248)	MŠMT	2013-2014
RNDr. Josef Kapitán, Ph.D.	Vývoj spektroskopických metod pro zkoumání struktury biomolekul (LH11033)	MŠMT	2011-2014
RNDr. Jan Švec, Ph.D.	Počítačové a experimentální modelování samobuzených kmitů hlasivek a vliv jejich poškození na lidský hlas	GAČR	2016-2018
Prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.	Vývoj metody a konstrukce přístroje pro rychlé monitorování vysokoteplotní stability rostlin	TAČR	2011-2013
RNDr. Jan Švec, Ph.D.	Automatické hodnocení videokymografických záznamů pro časnou diagnostiku a prevenci nádorových onemocnění hlasivek	TAČR	2014-2017
dr. M. Janovská	Interakce fluoresceinu a jeho analogů se sodno-draselnou pumpou	GAČR	2011-2013
dr. A. Pavlovič	Regulace enzymatických aktivit v masožravých rostlinách	GAČR	2016-2018

RNDr. Roman Kouřil, Ph.D.	Vliv teploty a fotosynteticky aktivní radiace na dynamiku regulace funkce fotosystému II vyšších rostlin	GAČR	2013-2016
doc. RNDr. Pavel Pospíšil, Ph.D.	Fotonické biosignály: měření a charakterizace	GAČR	2013-2015
prof. J. Kašpárková	Molekulární a strukturní biologie vybraných cytostatik. Od mechanistických studií k chemoterapii rakoviny	GAČR	2009-2012
Prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.	Inovace a zvýšení atraktivity studia biofyziky	MŠMT	2011-2014
Prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.	Udržitelný rozvoj výzkumu v Centru regionu Haná	MŠMT	2014-2018
doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.	Interakce cisplatinu s Na ⁺ /K ⁺ -ATPázou	MZ	2010-2013
RNDr. Roman Kouřil, Ph.D.	Structural response of photosynthetic apparatus to stress	FP7 EU	2013-2016
Prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.	Rozvoj a internacionalizace biofyzikálního výzkumu na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci	MŠMT	2012-2014
Mgr. Petr Novák, Ph.D.	Rezonanční Mössbauerovův spektrometr	TAČR	2016-2018
Mgr. Petr Novák, Ph.D.	Systém detekce nízkých amplitud detekovaných signálů	TAČR	2016-2017
Doc. RNDr. Jiří Pechoušek, Ph.D.	M ₂ π Austinometr	TAČR	2015-2017
Doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc.	Magnetické nanočástice pro včasnou diagnostiku a terapii plicní arteriální hypertenze (PAH)	AMVIS	2012-2014
Prof. RNDr. Miroslav Mašláň, CSc.	NICA MULTI PURPOSE DETECTOR	JINR Dubna	2017-2019
Doc. RNDr. Jiří Pechoušek, Ph.D.	Mass spectrometer MASHA in-line with gas catcher technique for cyclotron DC280	JINR Dubna	2016-2018
Doc. RNDr. Jiří Pechoušek, Ph.D.	The Cryogenic Gas Stopping Cell	JINR Dubna	2017-2019
Prof. RNDr. Miroslav Mašláň, CSc.	Upgrade of the detection and registering systems of the Dubna Gas-Filled Recoil Separator	JINR Dubna	2017-2019
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Moderní multivrstvé optické systémy	TAČR	2011-2014
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Flame observer	TAČR	2011-2014
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Účast na mezinárodním projektu The Pierre Auger Observatory INGO II	MŠMT	2011-2012
Ing. Štěpán Kment, Ph.D.	Plazmatické depoziční systémy pro přípravu fotoaktivních tenkých vrstev	GAČR	2013-2015
Mgr. Karel Lemr, Ph.D.	Linéárně-optické kvantové hradlo pro podmíněnou změnu fáze a jeho využití	GAČR	2013-2015
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Experimentální výzkum a matematické modelování nestacionálních jevů při hydrodynamické kavitaci	GAČR	2013-2015

Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Česká účast na projektu Observatoře Pierra Augera	MŠMT	2013-2015
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Mezinárodní experiment ATLAS-CERN	MŠMT	2013-2015
Ing. Štěpán Kment, Ph.D.	Pokročilé uspořádané nanostruktury, připravené z magnetrony deponovaných kovových slitin, pro fotonické aplikace	GAČR	2015-2017
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Funkční tenkovrstvé optické struktury	TAČR	2015-2017
doc. RNDr. Jan Peřina, Ph.D.	Nové nelineární a magneto-optické jevy v periodických strukturách	GAČR	2015-2017
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Vědecké aktivity České republiky na observatoři Pierra Augera	MŠMT	2016-2017
Karol Bartkiewicz, Ph.D.	Experimentální charakterizace a využití kvantově korelovaných fotonů	GAČR	2016-2018
Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.	Zkoumání mikrosvětla s využitím infrastruktury CERN	MŠMT	2016-2017
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Observatoř Pierra Augera – účast České republiky (Auger-CZ)	MŠMT	2016-2019
Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.	Výzkumná infrastruktura pro experimenty v CERN (CERN-CZ)	MŠMT	2016-2019
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Systémy akustické emise pro charakterizace mechanických vlastností a stability tenkovrstvých struktur a funkčních povrchů	TAČR	2013-2016
doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.	Potlačení kvantového šumu využitím kvantové provázanosti fotonových párů	GAČR	2012-2016
RNDr. Pavel Pavlíček, Ph.D.	Optické 3D senzory s vysokou informační účinností	GAČR	2013-2015
Prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.	Zajištění české účasti v projektu CTA	MŠMT	2013-2015
Přehled řešených projektů a dalších aktivit v rámci spolupráce s praxí			
Pracoviště praxe	Název či popis projektu uskutečňovaného ve spolupráci s praxí	Období	
Meopta, Zebr a.s., Pramacom HT	Centrum digitální optiky (TEO1020229)	2012-2019	
Pramacom HT	Multispektrální systémy pro syntézu obrazu viditelné a termovizní části spektra (MPO FR-TI1/364)	2009-2012	
Photon Systems Instruments (PSI), s.r.o.	Vývoj metody a konstrukce přístroje pro rychlé monitorování vysokoteplotní stability rostlin	2011-2013	
Hlasové centrum Praha, s.r.o.	Automatické hodnocení videokymografických záznamů pro časnou diagnostiku a prevenci nádorových onemocnění hlasivek	2014-2017	
KLOX Technologies, Ltd. (Kanada)	Měření oxidativních procesů v kůži po aplikaci světlem aktivovaných gelů	2016-2017	

Green Ways, s.r.o.	Stanovení obsahu pigmentů a jejich degradačních produktů v rostlinách a řasách	2016-2017
Fakultní nemocnice Olomouc	Snímkování preparátů pomocí transmisní elektronové mikroskopie	2016-2017
SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o.	Projekt TRIO: Progresivní řešení hydraulického designu čerpadel extrémních výkonů pro "Voda-Sucho"	2016-2019
GALVA s.r.o.	Inovační řešení kontroly slitinových povlaků a tloušťky Zn vrstvy	2015
Centrum hydraulického výzkumu s r.o.	Výroba komponent pro modelová čerpadla technologií kovového 3D tisku	2014-2015
SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o.	Aplikace nanotechnologií na úpravu ložiskových a hydraulických povrchů čerpadel	2014-2015
SAJM COMP s.r.o.	Analýza parametrů ovlivňujících výslednou kvalitu obrazu projekční techniky	2015-2016
SIGMA GROUP a.s.	Projekt TRIO: Výzkum a vývoj vysokootáčkových, vysokotlakých čerpadel	2017-2020
FERMAT STROJE LIPNÍK s.r.o.	Výzkum a vývoj v oblasti kluzných vodících ploch	2015-2016
Meopta – optika, s.r.o.	Moderní multivrstvé optické systémy (TAČR TA01010517)	2011-2014
TRYSTOM, spol. s r.o., INDEL spol. s r.o.	Flame observer (TAČR TA01010517)	2011-2014
Meopta – optika, s.r.o.	Funkční tenkovrstvé optické struktury (TAČR TA04011156)	2015-2017
Zemědělské družstvo Rpety	Systémy akustické emise pro charakterizace mechanických vlastností a stability tenkovrstvých struktur a funkčních povrchů (TAČR TA03010743)	2013-2016
Přehled zapojení do zahraničních a mezinárodních odborných organizací		
Z. Hradil, J. Řeháček, M. Ježek: Optical Society of America (OSA)		
J. Peřina: European Academy of Sciences and Arts (EASA), European Optical Society (EOA), International society for optics and photonics (SPIE)		
J. Švec: Voice Foundation, European Academy of Voice		
P. Pospíšil: KLOX Technologies, Inc. (Kanada) – člen vědecké rady firmy		
J. Pechoušek, M. Mašláň: Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna, Russia		
V. Procházka, L. Machala: Deutsche Synchrotron (Desy) Hamburg, Beamline PO1		
V. Procházka: European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) Grenoble, beamline ID18		

Uvedené aktivity podpořené výše uvedenými projekty týkající se výzkumu v oblastech kvantové a atomové optiky, kvantové informatiky a zpracování informace, nekoherentní holografické mikroskopie a singulární optiky a spektroskopických

metod. Ve všech těchto oblastech zapojení členové z katedry optiky dlouhodobě dosahují vysoce významných mezinárodně plně srovnatelných výsledků. Význam výsledků lze doložit např. jejich publikováním v nejprestižnějších mezinárodních impaktovaných vědeckých časopisech jako je Nature Communications či Physical Review Letters nebo skutečností, že se na podporu tvůrčích aktivit dlouhodobě daří získávat prestižní národní i mezinárodní granty jako je Centrum excellence GAČR, Centrum kompetence TAČR nebo projekty 6. a 7. Rámcového programu EU. O dosažené teoretické výsledky a návrhy experimentů projevují dlouhodobě zájem nejvýznamnější světové experimentální skupiny v dané oblasti (např. skupina prof. Romana Schnabela na Univ. of Hamburg – dříve Univ. of Hannover, skupina prof. Akiry Furusawy na Univ. of Tokio, skupina prof. J. Laurata na UPMC Paris, skupina prof. G. Leuchse na MPL Erlangen, skupina prof. U.L. Andersena na DTU Lyngby, skupina prof. Marca Belliniho na CNR Florence, skupina prof. Gregora Weihse na Univ. of Innsbruck a další). Tuto širokou mezinárodní spolupráci lze doložit mnoha desítkami společných publikací včetně těch v nejprestižnějších časopisech.

Výzkumné aktivity katedry experimentální fyziky jsou zaměřeny jak do oblasti základního výzkumu, tak i do oblasti výzkumu aplikovaného. Výzkum v oblasti nanotechnologií a nanomateriálů probíhá v těsné spolupráci s pracovníky Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM), význam těchto výsledků dokládá řada publikací v mezinárodních vědeckých periodikách. Výsledky v oblasti syntézy a využití nZVI našly praktické využití v environmentálních technologiích čištění podzemních vod. Na základě výsledků získaných v oblasti metodologie a konstrukce spektrometrů pro Mössbauerovu spektroskopii jsou mössbauerovské spektrometry vyráběny v RCPTM a jsou využívány na více jak 15 výzkumných pracovištích ve světě. Výsledky výzkumu a vzdělávacích aktivit v oblasti detekce záření a částic, a zpracování a způsobů registrace signálů z detektorů částic a záření vedly k zapojení pracovníků a Ph.D. studentů do výzkumných aktivit Spojeného ústavu jaderných výzkumů v oblasti syntézy supertěžkých a exotických jader a v oblasti budování infrastruktury (NICA) pro studium extrémní baryonové hmoty. Tvůrčí činnost v oblasti didaktiky fyziky se promítá zejména do doktorského studijního programu Didaktika fyziky, který je na Katedře experimentální fyziky akreditován. Studenti doktorského studia často působí i na středních školách, kde poznatky z oblasti didaktiky fyziky využívají a přenášejí.

Aktivity v rámci oboru Biofyzika zahrnují jak základní tak aplikovaný výzkum. Rozsah aktivit v základním výzkumu je velmi široký a je uskutečňován řadou týmů v rámci Katedry Biofyziky a Oddělení biofyziky Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum. Jednotlivé týmy publikují pravidelně v prestižních impaktovaných vědeckých časopisech. Vědecké aktivity se opírají o rozsáhlou mezinárodní spolupráci, která je podpořena národními a mezinárodními grantovými projekty. V posledních letech je rozvíjena i spolupráce s domácími a zahraničními komerčními subjekty.

Projektová podpora (zejména GAČR a MŠMT) zahrnuje všechny oblasti výzkumu pěstované ve SLO, přičemž SLO dlouhodobě vykazuje vysokou úspěšnost v získávání národní grantové podpory. V tabulce výše navíc nejsou uvedené významné infrastrukturní projekty, na nichž se SLO podílelo a podílí v rámci RCPTM (z programů OP VaVpI a NPU) a projekty na podporu mezinárodní mobility a internacionalizace (v rámci OP VK). V rámci řešených projektů byly získány významné výsledky publikované v předních mezinárodních časopisech (viz část 2). V oblasti aplikovaného výzkumu podpořily projekty TAČR dlouhodobou spolupráci vedoucí k získávání patentů a užitných vzorů. Projekt TA04011156 získal v r. 2016 cenu TAČR v kategorii Originalita řešení.

Personální zabezpečení

Celkově je studijní oblast fyzika v současnosti zajišťována především 17 profesory a 14 docenty, ze kterých je 9 profesorů a 1 docent ve věku nad 60 let. Ve vztahu k jednotlivým studijním programům lze personální situaci současnosti a výhled do budoucích pěti let charakterizovat takto:

- studijní obory Optika a optoelektronika, Obecná a matematická fyzika, Digitální a přístrojová optika zabezpečuje 7 profesorů, 2 docenti, a 17 odborných asistentů, asistentů a vědeckých pracovníků s Ph.D. nebo CSc. V horizontu příštích 5 let lze předpokládat zakončení jednoho profesorského řízení a 5 habilitačních řízení;
- studijní obory Biofyzika a Molekulární biofyzika zabezpečují 4 profesori, 2 docenti, 2 odborní asistenti a 10 vědeckých pracovníků s Ph.D. V průběhu 5 let lze předpokládat 2 profesorská řízení a 2 řízení habilitační;
- studijní obory Aplikovaná fyzika, Nanotechnologie, Přístrojová fyzika, Počítačová fyzika zabezpečují 4 profesori, 9 docentů a 24 odborných asistentů

a vědeckých pracovníků s PhD. nebo CSc. V průběhu 5 let lze očekávat 4 profesorská řízení, 7 habilitační řízení;

- Učitelství fyziky zabezpečuje 1 profesor, 4 odborní asistenti. Během pěti let je předpokládáno jedno habilitační řízení.

Vzdělávací aktivity jsou většinou zabezpečeny vlastními zaměstnanci, tato strategie je předpokládána i do budoucnosti. Tvůrčí činnost je zabezpečována zaměstnanci v pracovním poměru s UP, na tvůrčí činnosti se podílí také studenti doktorských studijních programů, kteří mají povětšinou částečné úvazky na různých vědeckých projektech. Jiné formy pracovních vztahů než pracovní poměr jsou využívány pouze v případech zapojení odborníků z praxe do specializované výuky nebo pro vtáhnutí a motivování studentů do výzkumu. Velmi intenzivní spolupráce je v rámci tvůrčí činnosti navázána s Regionálním centrem pokročilých technologií a materiálů. Strategie personálního zajištění vzdělávací, výzkumné a tvůrčí činnosti je založena dominantně na dlouhodobé realizaci doktorských studijních programů, kde se počet studentů pohybuje mezi 50 a 60. Nejlepší absolventi doktorských studií zůstávají na fyzikálních pracovištích PřF. V budoucnu bude usilováno o to, aby naši nejlepší absolventi doktorských studií odcházeli na postdoktorské pozice v zahraničí a po zahraničních zkušenostech se vraceli. Pracovní pozice budou obsazovány výběrovými řízeními otevřenými i zahraničním uchazečům.

V rámci vzdělávacích i výzkumných aktivit v této oblasti vzdělávání je spolupracováno s řadou externích pracovišť. Z výzkumných institucí je to především Fyzikální ústav AVČR (Společná laboratoř optiky), v oblasti aplikační sféry např. Meopta Přerov. Pracovníci spolupracujících institucí jsou zapojeni do vzdělávacích aktivit jako vyučující některých specializovaných předmětů a vedoucí závěrečných kvalifikačních prací.

Za největší problém současnosti považujeme problém kvalitativního poddimenzování učitelství fyziky v oblasti didaktiky fyziky. V budoucnu je třeba ujasnit strategii přípravy učitelů fyziky a především personálně tuto oblast posílit, především osobnostmi s praktickými zkušenostmi s výukou fyziky na středních a základních školách.

Mezinárodní působení

Zahraníční mobilita studentů a akademických pracovníků tvoří přirozenou součást vědecko-pedagogické práce všech pracovišť v dané oblasti vzdělávání. Dlouhodobé výjezdy studentů přesahující jeden měsíc pobytu jsou podporovány v rámci programu Erasmus nebo v rámci Interní grantové agentury UP (IGA). Vědecké granty slouží především pro podporu krátkodobých výjezdů akademických pracovníků nebo studentů. Doktorandi absolvují jakou povinnou součást svého studia minimálně 3 měsíční zahraniční stáž. Mobility studentů jsou prostřednictvím kreditového systému začleněny do jejich studijních plánů. Pracoviště navázala a aktivně udržují bilaterální smlouvy s více než 10 školami a na zahraniční pobyty vyjíždí každoročně přibližně deset studentů.

Bilaterální smlouvy o výměně studentů jsou navázány a výměna studentů probíhá s následujícími školami:

- Aarhus Universitet (Dánsko);
- Celal Bayar University (Turecko);
- Ege Univeritesi (Turecko);
- Hochschule Aalen (Německo);
- Jyväskylä Yliopisto (Finsko);
- Silesian University of Technology (Polsko);
- Universitat Erlangen (Německo);
- University of Granada (Španělsko);
- University of Helsinki (Finsko);
- University of Umea (Švédsko).

Mimo to studenti využívají vědeckých kontaktů a spolupráce s těmito pracovišti:

- CNR Florence (Itálie);
- DTU Lyngby (Dánsko);
- Hamburg University (Německo);
- Innsbruck University (Rakousko);
- Joint Institute of Nuclear Research, Dubna (Ruská federace);
- MPL Erlangen (Německo);
- University of Tokio (Japonsko);
- UPMC Paříž (Francie).

Dalším významným je zapojení pracovišť ve velkých mezinárodních vědeckých konsorciích jako jsou projekty Atlas v CERNu (Ženeva) nebo kolaborace v oblasti astrofyziky Pierre Auger Observatory v Argentině. Výzkum v oblasti nanotechnologií a nanomateriálů probíhá v těsné spolupráci s pracovníky Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) a katedra biofyziky je zapojena v činnosti Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum. Všechny tyto aktivity mají značný mezinárodní přesah a jsou v nich zapojeni studenti na všech stupních studia.

Vývoj mezinárodních mobilit

Přehled mobilit				
	počet výjezdů studentů	počet přijatých studentů	počet výjezdů akademických pracovníků	počet přijatých akademických pracovníků
2012	3	1	205	142
2013	6	2	245	145
2014	15	0	297	181
2015	15	0	220	190
2016	3	1	265	210

V této oblasti vzdělávání jsou uskutečňovány mezinárodní mobility především na úrovni akademických pracovníků, což je značným přínosem pro pedagogickou, ale i vědeckou činnost. V posledním roce došlo k výraznému snížení výjezdů studentů, na což mohou mít vliv obavy z bezpečnostní situace v souvislosti s terorismem v metropolích EU.

Další mezinárodní působení

Katedry působící v dané oblasti vzdělávání jsou převážně vědecky zaměřená pracoviště, a proto kladou důraz především na doktorandské programy. Uplatňuje se zde synergie s vědeckými projekty a mezinárodními kontakty jednotlivých pracovišť. Do výuky jsou systematicky zapojováni zahraniční pracovníci na pozici post-dok v rámci projektů *POST-UP Podpora vytváření excelentních výzkumných týmů a intersektorální mobility na Univerzitě Palackého v Olomouci CZ.1.07/2.3.00/30.0004 (2012-14)* a od roku 2014 v navazujícím institucionálním projektu *Podpora udržitelnosti pozic zahraničních post-doků*. Angličtina je na mnoha pracovištích přirozeným komunikačním prostředkem. V anglické formě PhD studia studuje od akademického roku 2016/2017 celkem 5 zahraničních studentů,

kterým bylo uděleno Fischerovo stipendium. Od akademického roku 2016/2017 je akreditován anglický navazující studijní program *Nanotechnology*, toto studium ale v současnosti není obsazeno. Fyzikální pracoviště mají také aktivní zkušenosti s PhD programem v režimu Joint-Degree, na katedře biofyziky probíhá toto studium ve spolupráci s University de Limoges (Francie) a připravuje se spolupráce s University of Groningen (Nizozemí). Pro akademický rok 2017/2018 bylo uděleno pro oblast vzdělávání Fyzika 1 Fischerovo stipendium. Značný mezinárodní dopad a přínos pro internacionalizaci má workshop pravidelně pořádaný katedrou optiky již od roku 2012 *Photons Beyond Qubits*, který byl zahájen při řešení projektu *Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost* v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost (reg. č. CZ.1.07/2.3.00/20.0060).

Strategie dalšího rozvoje

Prioritou pro další období je využití dosavadních zkušeností, silného vědeckého zázemí a rozvinutých mezinárodních vztahů. Tento potenciál lze využít k aktivní propagaci navazujícího studia v oboru *Nanotechnology*, k prohloubení a vytvoření dalších kontaktů v rámci programu Erasmus, zvláště pak k posílení počtu přijíždějících studentů. Dlouhodobou vizí je aktivní zapojení do evropských sítí spolupracujících pracovišť v rámci programu Joint-Degree, a to jak v PhD formě, tak i navazujícím studiu, kdy studenti využijí silné stránky jednotlivých evropských pracovišť a podle předem dohodnutého programu studují na několika univerzitách.

Spolupráce s praxí

Studentům na oblasti vzdělávání *Fyzika* umožňuje aplikační sféra konání odborné praxe, případně zástupci podniků z regionu mohou vést oborové semináře zaměřené na aplikaci poznatků ve vzdělávání. Lze jmenovat např. Meoptu Přerov, LAC Rajhrad, Ústav fyziky materiálů AV ČR Brno, VF a.s. Černá Hora, Centrum nanotechnologií TU Liberec, kde probíhá spolupráce týkající se vzdělávací činnosti.

Uvedené aktivity jsou rovněž spojovány s působením těchto subjektů ve výzkumných centrech (Centrum regionu Haná pro zemědělský a biotechnologický výzkum a Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů), která mají důležitý vliv na odbornou činnost studentů při zpracování jejich kvalifikačních prací. Fakulta se v roce 2016 aktivně zapojila do přípravy projektů v rámci výzev OP VVV, kde se v projektech ESF a ERDF významně rozvíjí řada oborů v návaznosti

na aplikační sféru se záměrem následné akreditace studijních programů se zaměřením na praxi a uplatnitelnost absolventů v praxi.