

ZNÁME PŘESNÝ ČAS.

Ústav pro fotodynamiku a elektroniku disponuje nejpřesnějšími nástroji pro měření času a frekvence v republice. „Přispíváme do světového měření času – stupnice UTC,“ říká Jiří Homola.

ČESKÁ VĚDA ZBLÍZKA

2. díl: Fotonika a elektronika

S biosenzory jednou předpovíme i alzheimera

Časopis TÝDEN pokračuje v seriálu, v němž ve spolupráci s Akademií věd ČR představuje nejvýznamnější tuzemské vědce. Druhým v pořadí je ředitel Ústavu fotoniky a elektroniky **JIŘÍ HOMOLA**. „To, co vnímáme a prožíváme jako nemoc, má i svůj obraz na molekulární úrovni. Sledování této úrovně je důležité, abychom mohli pochopit, jak vznikají a rozvíjejí se různé druhy chorob.“

Čím se zabývá váš ústav?

Naše pracoviště má za sebou více než šest desetiletí činnosti. Zatímco dříve jsme se věnovali zejména radiotechnice a radiofyzice, v posledních desetiletích se zaměřujeme na oblasti fotoniky, optoelektroniky a elektroniky. Velmi specifický je náš multidisciplinární přístup. Nerozvíjíme totiž bádání a vzdělanost pouze v těch několika oblastech, které jsem vyjmenoval, ale věnujeme se řadě projektů napříč vědními disciplínami. Příkladem může být náš výzkum v oblasti biofotoniky, který propojuje fyziku, biologii a chemii.

Jaké konkrétní vědní oblasti řešíte?

Máme tu pět vědeckých týmů a jednu specializovanou laboratoř. Každý výzkumný tým se věnuje něčemu trochu odlišnému. Tým zabývající se vláknovou a nelineární optikou má za cíl vyvíjet nové lasery, zejména vláknové. Jde o technologii dnes široce využívanou v automobilovém průmyslu, například k řezání a svařování plechů, nebo v medicíně. Velmi intenzivně se věnujeme výzkumu a vývoji thuliových vláknových laserů, které využívají dopování vláken atomy thulia. Díky tomuto dopování mohou lasery působit v jiných oblastech vlnových délek než současné průmyslové lasery a to jim dává nové užité vlastnosti. Ideálně se hodí například pro práci s plasty. Pokud jde o vláknové lasery, jsme jediné pracoviště v České republice, které pro ně vyvíjí optická vlákna.

Časopis Akademie věd v této souvislosti informoval, že spolu se zahraničními partnery připravujete významný projekt pro Evropskou obrannou agenturu. Můžete sdělit podrobnosti?

V této fázi zatím o podrobnostech mluvit nemohu. Obecně však mají lasery v obranném průmyslu široké uplatnění, ať už jde o zaměřovací zařízení, systémy pro ostrahu objektů, nebo biosenzory pro detekci nebezpečných chemických či biologických látek, které mohou být využity teroristy.

Biosenzory jsou předmětem činnosti druhého týmu?

Ano. Ale bezpečnostní aplikace nejsou naším hlavním cílem. Obecně se dá říci, že se věnujeme výzkumu a vývoji biosenzorických zařízení pro dvě velké skupiny aplikací. Zaprvé se dají použít pro studium molekul a molekulárních interakcí a zadruhé k detekci chemických a biologických látek.

K čemu je užitečné sledovat právě vzájemné interakce molekul?

Je to velmi důležité. Například proto, abychom mohli pochopit, jak vznikají a rozvíjejí se různé druhy nemocí, třeba

Prof. Ing. Jiří Homola, CSc., DSc. (53)

Ředitel a vědecký pracovník Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR. Vystudoval Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze. V současnosti patří do první desítky nejcitovanějších českých vědců a je členem Učené společnosti ČR. Za svůj výzkum obdržel ocenění Česká hlava, Praemium Academiae AV ČR a Roche Prize for Sensor Technology. Je Affiliate Professor na University of Washington v USA a vyučuje také na své alma mater – Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT – a na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy.

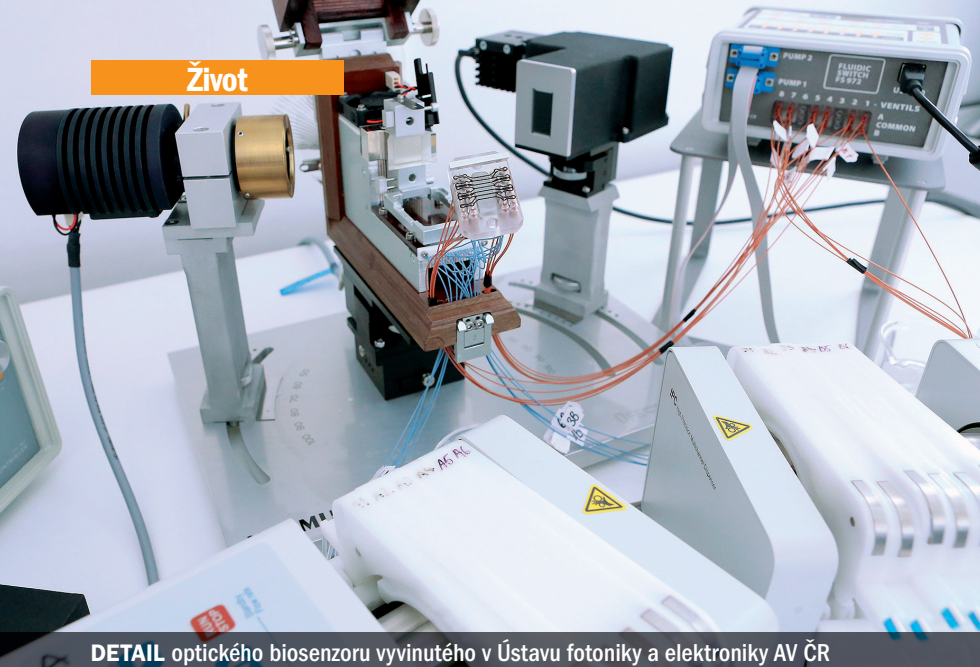
Alzheimerova choroba nebo různé typy rakoviny. To, co vnímáme a prožíváme jako nemoc, má i svůj obraz na molekulární úrovni. Biosenzory se mohou stát významným elementem takzvané personalizované medicíny. Zatímco běžná, tradiční léčba je více založena na statistickém pohledu, tedy na tom, co funguje dobře pro většinu pacientů, personalizovaná léčba si klade za cíl maximalizovat vyléčení konkrétního jedince s konkrétním onemocněním v konkrétním stadiu. Proto je klíčové získat personalizovaná data o tom, jak přesně u konkrétního pacienta choroba vypadá a jak se rozvíjí. Právě biosenzorické technologie jsou jedním z nástrojů, které k tomu do budoucna přispějí.

Zmínil jste karcinomy. Jeden z vašich projektů se zabývá rakovinou krevních buněk, leukémií. Můžeme v této oblasti očekávat nějaké zásadní odhalení?

Na tomto projektu spolupracujeme s Ústavem hematologie a krevní transfuze už více než desetiletí. Společnými silami se věnujeme skupině chorob souhrnně označovaných jako myelodysplastický syndrom, což je onemocnění krvetvorby. V pozdní fázi může tento syndrom přejít do akutní myeloidní leukémie. Naše nedávné experimenty ukázaly, že tato biosenzorická technologie dává možnost rozlišit pacienty v různých skupinách zmíněného syndromu podle určitých molekulárních biomarkerů a jejich interakcí. Věříme, že v budoucnosti se biosenzory stanou součástí diagnostických technologií a metod, které lékařům umožní efektivně stanovit přesné stadium nemoci, a lékař bude moci zvolit optimální terapii.

Kdy to bude?

Tuto otázku jsem čekal (*úsměv*). Nelze na ni odpovědět přesně, ale uvedu příklad. Dnes jako naprosto běžnou technologii vnímáme glukometry, které z kapky krve určí hladinu glykemie – krevního cukru. To je klasický příklad biosenzoru, jenž ale měří koncentraci glukózy, která je v krvi stamilionkrát koncentrovanější, než jsou biomarkery nádorových onemocnění, jež zajímají nás. K těmto glukometrům přitom ▶



DETAIL optického biosenzoru vyvinutého v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR

nevedla krátká a jednoduchá cesta; naopak, jsou výsledkem třicetiletého systematického dobře financovaného výzkumu v celosvětovém měřítku.

Takže jednou, v budoucnu, se dočkáme domácího „leukémiometru“?

Zařízení, která pacientům umožní průběžně monitorovat jejich zdravotní stav, jsou určitě velkým tématem. Nejen proto, že takové domácí zařízení nemocné pacienty zbaví povinnosti docházet k lékaři a stresu s tím spojeného nebo sníží zatížení zdravotnického systému. Takové zařízení by nás také mohlo včas varovat, pokud by se po úspěšné léčbě nemoc vrátila. Diagnostické zařízení propojené s databází lékařů umožní dozvědět se on-line, v jakém stavu je jeho pacient, a případně ho pozvat k detailnímu vyšetření.

Jaká další onemocnění se snažíte studovat?

V rámci evropského projektu jde o kolorektální rakovinu, ve spolupráci s Národním

ústavem duševního zdraví v Klecanech pak dlouhodobě zkoumáme Alzheimerovu chorobu. Diagnostika založená na biomarkerech je ale aplikovatelná na řadu dalších chorob. Tři zmíněná onemocnění jsou velmi závažná, a proto pro nás představují výzkumnou prioritu.

Na čem pracuje třetí výzkumný tým?

Ten má na starosti výzkum v oblasti bioelektrodynamiky. Zkoumáme zde chování biologických systémů, například buněk a proteinů. Sledujeme jejich elektromagnetické a elektronické vlastnosti s cílem lépe pochopit jejich fungování a vztahy mezi nimi a také skrze moderní technologie nabídnout možnost je ovlivňovat a manipulovat s nimi. To může promlouvat nejen do zkvalitňování diagnostických nástrojů, ale zejména těch terapeutických. Výhledově to vidíme jako jednu z možností, jak ovlivnit patologické procesy v těle, zpomalit je, nebo je třeba zcela odvrátit.



VĚDKYŇĚ Hana Faitová vkládá vakuovou propustí vzorky do elektronového mikroskopu.

Hovoříme o zásazích do lidské buňky. Není to už trochu kontroverzní oblast bádání?

Objekty, kterých si všímáme, jsou jednotlivé molekuly a buňky; etické otázky nastávají především na vyšších úrovních biologických systémů. Cesta k medicínské diagnostice je ještě dlouhá. Nepochybují ale o tom, že s těmito aspekty se jednou budeme muset vypořádat. Tak je tomu však v každé nové biomedicínské technologii či léčbě. Navíc tyto problémy bude jistě řešit jiné pracoviště. My jsme centrem spíše technickým. Všímáme si základních procesů a vyvíjíme technologie, které nám umožní je sledovat. Jejich aplikace přenecháváme kolegům, kteří se specializují na biologické a medicínské obory.

Můžete být trochu konkrétní? Co tedy vlastně s buňkami děláte?

Hezkým příkladem může být studium slabé autoluminiscence (*samovolného záření, pozn. red.*) biologických systémů, kde se studuje, jak ji vydávají a v jaké míře. Existuje totiž souvislost mezi chemickými procesy v buňkách a tkáních, jež ovlivňují obraz světla, který tkáň nebo buňka generuje. Očekáváme, že taková jednoduchá metoda může neinvazivně napovědět, zda je daná tkáň zdravá, zda se onemocnění nějak vyvíjí.

Slabou luminiscenci vydává každý živý organismus, byť jí pouhým okem nevidíme. Víme už proč?

Jde o velmi komplexní problém, ale rámcově víme, jaké procesy vznik této luminiscence způsobují. Spekuluje se nad tím, že záření je určitou formou komunikace mezi organismy, ale prokázáno to není.

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR

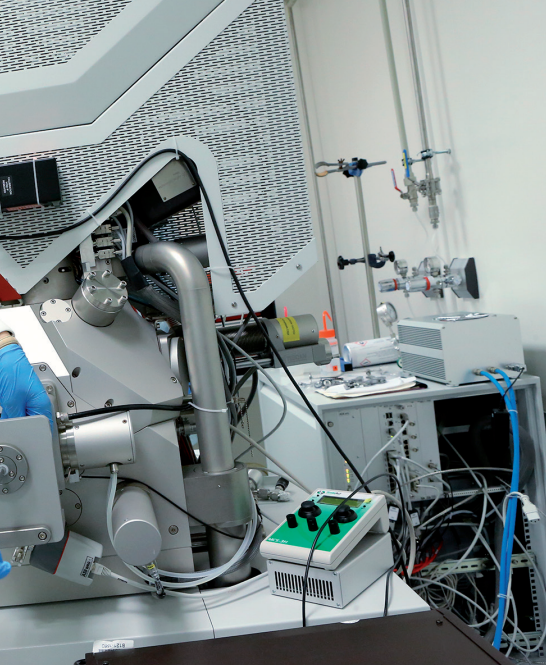
Přípravné kroky k založení ústavu, tehdy s názvem Ústav teoretické radiotechniky, vedl v roce 1953 Sergej Djadkov, přední osobnost československého elektronického výzkumu. Oficiálním datem vzniku ústavu je 1. říjen 1954. Současný název nese pracoviště od roku 2007. Ústav fotoniky a elektroniky provádí **základní a aplikovaný výzkum v oblasti fotoniky, optoelektroniky a elektroniky**, provozuje a rozvíjí také Laboratoř Státního etalonu času a frekvence.

Pracuje zde 103 zaměstnanců, z toho sedmnáct pochází ze zahraničí – většina z EU, ale i ze vzdálenějších zemí, jako jsou

USA nebo Indie. Za poslední tři roky pracovníci ústavu publikovali více než 120 vědeckých článků v impaktovaných časopisech. Detašovaná Laboratoř optických vláken sídlí v Praze-Lysolajích, odkud by se ale měla přesunout do nového pavilonu, který chce vedení ústavu postavit v areálu ústavu v Praze-Kobylisích. Roční rozpočet ústavu činí zhruba 120 milionů korun; prostředky na své výzkumné aktivity získává nejen prostřednictvím AV ČR ze státního rozpočtu, ale také pomocí národních i zahraničních grantů a kontraktů.

UFE

USA nebo Indie. Za poslední tři roky pracovníci ústavu publikovali více než 120 vědeckých článků v impaktovaných časopisech. Detašovaná Laboratoř optických vláken sídlí v Praze-Lysolajích, odkud by se ale měla přesunout do nového pavilonu, který chce vedení ústavu postavit v areálu ústavu v Praze-Kobylisích. Roční rozpočet ústavu činí zhruba 120 milionů korun; prostředky na své výzkumné aktivity získává nejen prostřednictvím AV ČR ze státního rozpočtu, ale také pomocí národních i zahraničních grantů a kontraktů.



ZAMĚŠTNAVCI ÚSTAVU Erika Gedeonová a Tomáš Špringer pomocí optického biosenzoru analyzují biologické vzorky.

A právě proto, abychom mohli toto záření zkoumat, je třeba vynalézt extrémně citlivé metody jeho sledování. Musíme být schopni pozorovat ho ve všech jeho projevech a ty správně vyhodnotit. To není vůbec jednoduché, především proto, že intenzita biologických signálů, jako je zmiňovaná luminiscence, je extrémně nízká.

Další zkoumanou problematikou jsou nanomateriály. I ta má vlastní laboratoř?

Ano, v této oblasti působí čtvrtý výzkumný tým, v němž si vědci všímají fyzikálních, zejména optických a elektrických, jevů, které nastávají v různých typech nanostruktur, tedy ve strukturách s charakteristickými rozměry v řádu deset na méně devátou metru. Tyto struktury dávají materiálům nové a neobvyklé

vlastnosti. Například jsou schopny jinak sdílet a předávat si náboje či elektromagnetické vlny, což otvírá možnosti k vytváření nových součástek, ať už jsou to zdroje záření, nebo detektory. U nás umíme tyto nanostrukтуры různými metodami nejen připravovat, ale věnujeme se i rozvoji metod pro jejich charakterizaci.

A pátý výzkumný tým?

Ten se obecně věnuje výzkumu interakce světla s hmotou na nanoskopické úrovni. Jedním z hlavních cílů výzkumu v této oblasti je posunout schopnosti moderních zobrazovacích metod daleko za hranice klasické optické mikroskopie a vytvořit nové nástroje, jež umožní mnohem detailnější studium biomolekul a buněk a otevřou dveře k získání nových poznatků o jejich vlastnostech a funkcích.

Nezmínili jsme ještě Laboratoř Státního etalonu času a frekvence. Tam provádíte co?

Jde o laboratoř, jejímž hlavním cílem je poskytovat pokročilé metrologické služby. Historicky jsme byli jediným pracovištěm v České republice, které poskytovalo přesný čas. V současnosti přispíváme k české fyzické aproximaci sekundy, tedy jsme jedno z pracovišť s nejpřesnějšími nástroji pro měření času a frekvence, a vedle toho také přispíváme do světového měření času, stupnice UTC (*světový koordinovaný čas, pozn. red.*) ve spolupráci s Mezinárodním úřadem pro míry a váhy. Dále české státní správě a soukromým firmám poskytujeme služby související s přenosem času a navigačními systémy a řada společností si u nás nechává kalibrovat své přístroje pracující na bázi měření času.

Vladimír Barák ■

Foto: Jakub Stadler

100< Reflexe českého umění za posledních 100 let

#kanon100

Kánon **100<** Co z umění nám po sto letech existence naší republiky ve společnosti zůstalo a co bychom si s sebou měli nést do let příštích?

Český rozhlas Vltava představuje u příležitosti stoletého výročí republiky projekt Kánon100.

Hlasujte pro ikonická díla do 21. října 2018 na webu vltava.rozhlas.cz

