

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/327

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0040
Naslov programa	Dinamika kompleksnih nanosnovi
Vodja programa	4540 Dragan D. Mihailović
Obseg raziskovalnih ur	56.950
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan" 1540 Univerza v Novi Gorici 1554 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Cilji raziskovalnega programa

Namen raziskovalnega programa je bil študij temeljnih lastnosti novih in obstoječih nanostrukturiranih nehomogenih in neperiodično urejenih snovi z uporabo novih metod za njihove raziskave, določitev povezav med strukturnimi, dinamičnimi in funkcionalnimi lastnostmi in raziskave možnih aplikacij.

Kratek splošen opis dosežkov raziskovalnega programa: Tako znanstveni kot tehnološki rezultati raziskovalnega programa so bili v obdobju med 2004 in 2008 nadvse uspešni. Člani skupine so povečali število kakovostnih objav, predvsem v revijah s področja nanoznanosti z visokim faktorjem vpliva (Phys.Rev.Lett., Nano letters, Adv. Materials, Small, Nanotechnology itd.) Veliko število citiranosti objav skupine v zadnjem obdobju je razvidno iz kvantitativnih kazalcev. Število citatov na letnem nivoju pa se še povečuje in je trenutno približno 300 na leto že samo za vodjo skupine. V zadnjem času se je osnovno raziskovalno delo programa razširilo na področja od problemov fizike trdne snovi do nanoznanosti, kot npr. poskusne raziskave mezoskopskih sistemov in kvantna fizika bioloških sistemov. Vsako področje vodi eden od izkušenih raziskovalcev.

Odmevnost raziskav na področju nanožičk je skupina nadgradila z organizacijo drugega mednarodnega workshopa v Portorožu maja 2008, ki je bil posvečen nanožicam in podobnim sistemom (prvi workshop je bil leta 2007 v Rathnu, Nemčija). Tudi študije ultrahitre elektronske dinamike s pomočjo spektroskopije so pokazale odlične rezultate; nazadnje so bile raziskave predstavljene na *Gordon research conferences on ultrafast phenomena in complex systems* (prvo tovrstno konferenco je organizirala naša programska skupina leta 2006 v Buellton, Kalifornija, ZDA, druga pa je potekala v Chioccu, februarja 2008).

Skupina je vpeta v številne evropske projekte (Nanotemp, Compehs, Desygn-it, Eremon, Eresin) in druge oblike formalnega mednarodnega sodelovanja. Programski odbor NMP Evropske komisije je projekt DESYGN-IT izpostavil kot primer izjemno uspešnega projekta v 6. OP.

EU DG je v svojem poročilu omenila Center odličnosti nanoznanosti in nanotehnologije, ki ga

vodi programska skupina Dinamika kompleksnih sistemov, kot primer dobre prakse. Raziskave naše skupine s ciljem komercializacije novih materialov so vodile v ustanovitev spin-off podjetji Mo6 BV na Nizozemskem in dopolnilno Mo6 d.o.o. v Tehnološkem parku v Ljubljani. Mo6 trenutno proizvaja MoSIX nanožičke. Privlačen in kvaliteten program privablja vedno več mladih raziskovalcev iz tujine, predvsem študentov in po-doktorskih sodelavcev iz Francije, Avstrije, Romunije, Rusije in Mehike. Intenzivno sodelujemo s številnimi mednarodnimi skupinami in se ponašamo s tako uglednimi sodelavci kot je npr. Nobelov nagrajenec na področju raziskav superprevodnosti, K.Alex Muller. Leta 2007 je bil član programske skupine, Viktor Kabanov, nagrajen s Zoisovim priznanjem za znanstvene dosežke. Glavna področja delovanja programske skupine so ultrahitra elektronska dinamika, kvantna fizika v bioloških sistemih ter nanožičke in mezoskopski sistemi.

Nekaj konkretnih rezultatov na posameznih področjih:

Na področju **neravnovesne dinamike** smo študirali relaksacijske procese v različnih sistemih, od enostavnih kovin, sistemov z valom gostote naboja, klasičnih in visokotemperaturnih superprevodnikov, nanocevk, do sistemov s težkimi fermioni.

Pri študiju elektronske dinamike v kovinah smo opazovali sklopitev med dinamiko fotovzbujenih elektronov s koherentno vzbujenimi mrežnimi nihanji. Pri visokih intenzitetah vzbujanja v bližini fotoinduciranega faznega prehoda iz trdnega v tekoče stanje smo tako opazili sklopitev med koherentno vzbujenim fononom z elektronskih kontinuumom, ki pripelje do Fano resonance.

S pomočjo femtosekundnih sunkov smo pokazali možnost procesiranja informacije po Shore-ovem kvantnem algoritmu v modelnem sistemu z valom gostote naboja.

Nadaljevali smo študij relaksacijskih procesov v superprevodnikih s poudarkom na visokotemperaturnih kupratnih superprevodnikih. Pri tem smo opravili sistematične meritve relaksacijske dinamike v $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ v širokem področju dopiranja in jakosti fotovzbujanja.

Meritve dinamike v področju šibkega vzbujanja so pokazale na mikroskopsko strukturno nehomogenost v teh materialih v celotnem področju dopiranja.

Kot prvi v svetu smo študirali proces popolnega uničenja superprevodnega stanja z vzbujanjem $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ s kratkimi optičnimi sunki z izredno visoko vršno močjo. Tako smo ugotovili, da za uničenje superprevodnega stanja potrebujemo veliko večjo energijo kot je t.i. kondenzacijska energija (razlika med prosto energijo superprevodnega in normalnega stanja). Analiza možnih relaksacijskih procesov v kratkem času od vzbujanja do uničenja superprevodnosti kaže na to, da so v kupratnih superprevodnikih elektroni najmočnejše sklopljeni z mrežnimi ekscitacijami. Iz tega sledi, da je bozon, ki pari elektrone, v kupratih potrebno iskati med mrežnimi ekscitacijami, kar je izredno pomemben podatek za razumevanje visokotemperaturne superprevodnosti.

Podobne meritve smo pred kratkim opravili tudi v prototipni snovi z valom gostote naboja (VGN) $\text{K}_0.3\text{MoO}_3$, kjer smo opazovali fotoinduciran prehod iz stanja z valom gostote naboja v normalno stanje. Opazili smo, da je fotoinducirani fazni prehod ne-termalen (energija vzbujanja potrebna za uničenje VGN stanja je bistveno manjša kot energija potrebna za segretje vzbujenega dela vzorca preko kritične temperature).

Raziskovali smo relaksacijske procese v sistemih s težkimi fermioni. Sistematične meritve na seriji različnih sistemov v širokem področju vzbujanja je pripeljala do ugotovitve, da relaksacijo določa obstoj energijske reže v gostoti stanj, ki je posledica hibridizacije lokalnih momentov s prevodnimi elektroni. Dinamiko elektronov lahko tako opišemo s fenomenološkim t.i. Rothwarf-Taylor modelom, kateri dobro opiše relaksacijske procese v superprevodnikih.

Pri močnem vzbujanju tankih $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ filmov smo opazovali prenos energije v substrat.

Pri močni fotovzbuditvi filma pride do izredno velikih deformacijskih napetosti in ko deformacija potuje po substratu lahko sledimo njeno pot preko interference med odbojem na filmu in deformaciji.

Na področju študija s **fotoinducirano infrardečo spektroskopijo** smo študirali dinamiko fotovzbujenih elektronov v LaSrAlO . Opazili smo močno fotoinducirano absorpcijo v bližnjem infrardečem področju, katere življenjski čas je bil pri nizkih temperaturah (4 K) več ur. S sistematičnimi meritvami, kjer smo spreminjali koncentracijo kisikovih vrzeli, smo pokazali da so dolgoživa stanja posledica lokalizacije vzbujenih elektronov v bližini kisikovih vrzeli.

Na področju razvoja **časovno ločljivega elektronskega mikroskopa** s femtosekundno ločljivostjo smo pripravili vrsto emitirjev in opravili na njih meritve fotoinducirane elektronske emisije. Kljub temu, da smo s fotovzbujanjem konic dobili sunke elektronov z več kot 10^4 elektronov v posameznem sunku, pa se je izkazalo, da je glavni mehanizem vzbujanja fotoefekt iz kovine, na katero so bile pripete nanocevke in ne inducirana hladna emisija

nanocevk.

Nanožice in mezoskopski sistemi Po odkritju MoS_x molekularnih nanožic leta 2004 so postale njihove raziskave izjemno intenzivne. Sintetizirali smo tudi nove nanomateriale in kot del raziskav uvedli nekaj novih tehnik - na primer nanolitografijo in tehnologijo izdelave nanometrskih objektov. Rezultate tega dela smo uporabili na zelo širokem področju raziskav, ki obsega od molekularne elektronske sensorike do kompozitov uporabnih v vesolju. Posebno zanimive so bazične raziskave MoS_x nanožic kot nizko dimenzionalnih kvantnih tekočin.

Pri preizkušanju novih sinteznih poti za sintezo MoS_(2-x)I_y nanocevk (Science, 2001) smo prišli do presenetljivega odkritja enostopenjske sinteze podobnih novih enadimenzionalnih materialov sestavljenih iz molibdena, joda in žvepla. Raziskave so pokazale, da imajo MoS₂S_{9-x}I_x nanožice ($4.5 < x < 6$) podobno skeletno strukturo ne glede na vrednost x . Sestavljene so iz enakih enodimenzionalnih polimernih klastriških verig med seboj povezanih preko anionov. Posamezni klastri so sestavljeni iz prehodne kovine, halkogena in halogena. Posamezne nanožice so med seboj povezane v svežnje s šibkimi van der Waalsovimi silami. Z dispergiranjem v polarnem topilu jih lahko razslojimo na majhne svežnje, oziroma posamezne nanožičke. S spreminjanjem koncentracije pri disperziji v ultrazvoku je mogoče dobiti svežnje s precej podobnimi premeri. Material je preučevalo več raziskovalnih skupin, deloma tudi v izjemno uspešnem EU projektu DESYGN-IT. Transportne, optične, magnetne in termodinamske lastnosti, ki smo jih preučevali v projektu, so bistveno pripomogle pri raziskavah njihove možne uporabe na področju kompozitov, molekularne elektronike in nanosenzorjev.

Odkrili smo nov postopek za sintezo gramskih količin nanocevk MoS₂, MoS₂ fulerenom podobnih nanostruktur in nanocevk MoS₂ polnjenih s fulereni podobnimi nanostrukturami MoS₂. Nanodelci sintetizirani na opisani način so zaščiteni pred nekontroliranim izpustom v okolje, kar zmanjšuje njihovo potencialno škodljivost za zdravje, poleg tega pa so bistveno manj sprijeti kot komercialno dostopni material. Poleg tega ta postopek omogoča sintezo delcev z izboljšano kontrolo velikosti delcev, ki je omejena z notranjim premerom nanocevk. Relativno preprosta sinteza, ki omogoča tudi sintezo večjih količin anorganskih nanostruktur s fulerenskiimi strukturami zaprtimi v nanocevkah, ter veliko različnih prekursorjskih materialov odpira široke možnosti njihove uporabe.

Odkrili smo metodo za učinkovito in hitro nizkotemperaturno enkapsulacijo fulerenskih derivatov v enoplastne ogljikove nanocevkke z uporabo refluksa heksana. Mobilnost in reaktivnost enkapsuliranih funkcionaliziranih fulerenov z vezano pirolidonsko skupino smo raziskovali z HR-TEM mikroskopijo. Uspeli smo posneti posamezne skupine pripete na fulerensko molekulo, kar je neposreden dokaz za njihovo funkcionalizacijo na molekularni ravni. Pri opazovanju molekul pride do njihovega vrtenja znotraj nanocevk in pri natančni analizi elektronske strukture spektra za dušikov atom pri energiji K(1s) z metodo EELS smo opazili precejšnjo spremembo v kemijskem stanju dušika, kar kaže na močno interakcijo med fulerenskiimi molekulami in ogljikovimi nanocevkami. (Phys.Rev.Lett.).

Kvantna fizika v bioloških sistemih Raziskave elektronskih lastnosti bioloških molekul, posebej DAN in metalizirane DNA so dale nekatere zanimive začetne rezultate (PRL 2004). V ta namen smo laboratorij opremili z novo opremo in uvedli nove tehnike za pripravo bioloških vzorcev za nadaljnje raziskave.

Pri raziskavah elektronske dinamike v bioloških makromolekulah je naša skupina kot prva uporabila metodo fotoinducirane infrardeče spektroskopije (PIA). Določili smo izstopajoče absorpcijske vrhove v PIA spektrih DNA ter njihov rdeči premik glede na osnovne absorpcijske linije. Iz teh podatkov smo lahko ocenili jakost interakcije med nabojem in lastnimi nihanji makromolekule. Izkazalo se je, da je ta interakcija prešibka, da bi povzročila lokalizacijo naboja, oziroma stabilno polaronsko stanje pri sobni temperature.

V naših raziskavah elektronske dinamike v DNA kot gradnika v molekularni elektroniki se nismo omejili samo na raziskave elektronskih lastnosti naravne ali čiste, umetno sintetizirane DNA. V naše raziskave smo vključili tudi sintezo in karakterizacijo kompleksov, ki jih DNA tvori s prehodnimi kovinami: Zn, Co in Ni, tako, da kovinski ioni zamenjajo enega od vodikov iz vodikovih vezi v notranjosti dvojne vijačnice. Prve meritve so pokazale, da z vgradnjo kovinskih ionov v dvojno vijačnico DNA spremenimo njeno elektronsko strukturo. Razlike v elektronski strukturi lahko opazimo v optičnih spektrih M-DNA, kjer lahko vidimo, da se energijska reža med molekularnimi orbitalami HOMO in LUMO zmanjša za ~ 0.1 eV. Meritve emisijskih spektrov M-DNA so pokazale močan upad fluorescence z maksimumom pri 325 nm in pojav širokega emisijskega vrha s centrom pri 400 nm, ki ni viden pri čisti DNA in ga lahko pripišemo sevalni relaksaciji iz vzbujenega tripletnega stanja. Fosforescenca M-DNA je prvi

primer fosforescence DNA pri pogojih, ki so primerljivi s fiziološkimi pogoji in bo imela pomembno vlogo pri nadaljnjih raziskavah vzbujenih tripletnih stanj v DNA.

Teoretično modeliranje je pomeben del aktivnosti raziskovalne skupine. Razvili smo teorijo samoorganizacije nosilcev naboja pod vplivom polaronskih interakcij kratkega in Coulombove interakcije dolgega dosega v koreliranih oksidnih superprevodnikih. Pristop je se je izkazal za uspešnega in ima tudi splošnejšo veljavo (PRL,PRB,...).

Razvili smo tudi teorijo relaksacije nosilcev naboja v snoveh z mehko energijsko režo in jo uporabili pri opisu relaksacije v visokotemperaturnih superprevodnikih, magnezijevem diboridu in spojinah s težkimi-fermioni.

S teorijo smo napovedali mešane frekvence kvantnih oscilacij v nanožicah. Pokazali smo, da se kombinirane frekvence lahko pojavijo v oscilacijah pri pojavih De Haas-Van Alphen in Shubnikov-De Haas v nanožicah in dvodimenzionalnih snoveh.

Napovedali smo tudi, da superprevodni tok in zunanje magnetno polje lahko povzročita sekundarni parameter reda v superprevodnikih z anizotropno energijsko režo. Poleg tega smo napovedali možnost obstoja nehomogenih heličnih faz v superprevodnih snoveh z močno sklopitvijo spin tir.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Kot je razvidno iz Poročila o realizaciji programa raziskovalnega programa Dinamika kompleksnih nanosnovi, ocenjujemo, da je bil raziskovalni program v obdobju med 2004 - 2008 izjemno uspešen pri doseganju zastavljenih ciljev. Uspešno se je vključeval na nova področja in hkrati razvil številne nove izjemne tehnologije, kar se odraža tudi pri ustanovitvi spin-off podjetji. Rezultati osnovnih raziskav na področju ultrahitre dinamike kompleksnih sistemov in molekulske nanožice so bili priznani na svetovnem merilu.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO Odkritje, določanje osnovnih lastnosti in funkcionalizacija Mo6S3I6 molekularnih nanožic.
		ANG A discovery, characterization and functionalization of Mo6S3I6 molecular nanowires
	Opis	SLO Leta 2004 smo na IJS odkrili Mo6S3I6 molekularne nanožice, kar je vzbudilo veliko zanimanje raziskovalcev po svetu. Objavili smo več kot 40 SCI člankov o njihovih fizikalnih in funkciomnalnih lastnostih. O pomembnosti teh materialov priča tudi podatek, da so predmet raziskav znotraj treh evropskih EU projektov v 6. OP. MoSix in sorodni materiali so s stališča osnovne znanosti zanimivi zato, ker zrastejo v obliki svežnjev, kjer so posamezne nanožice med seboj povezane s šibkimi silami. Rezultat tega je verjetno najbolj 1D sistem kar jih poznamo.
		ANG The discovery of Mo6S3I6 molecular nanowires at the JSI in 2004 has lead to a great interest in these materials worldwide. The MoSix molecular wire materials are of fundamental interest since they are grown as thin bundles of individual molecular wires where the interactions between them are exceptionally weak. This makes them probably the most one-dimensional material presently known. We have published more than 40 SCI publications on Mo6S3I6 material. The importance of these materials is also reflected in the investigation within three EU projects in the 6th framework programme.
	VRBANIĆ D. et. al., Air-stable monodispersed Mo6S3I6 nanowires. Nanotechnology, 2004, vol. 15; 18208807 MEDEN A. et. al., Atomic and electronic structure of Mo6S(9-x)Ix nanowires. Nanotechnology, 2005, 16; 411387	

	Objavljeno v	NICOLOSI V. et. al., Solubility of Mo6S4.5I4.5 nanowires in common solvents : a sedimentation study. J. phys. chem., B Condens. mater. surf. interfaces biophys., 2005,vol.109;18996263 PLOSCARU M. et. al., Mo6S(9-x)Ix nanowire recognitive molecular-scale connectivity. Nano lett.,2007,vol.7
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	20810279
2.	Naslov	SLO Študije različnih kompleksnih funkcionalnih materialov z metodo ultrahitre optične spektroskopije
		ANG Study of complex functional matter using ultrafast spectroscopy
	Opis	SLO Z meritvami ultrahitre optične spektroskopije na različnih kompleksnih funkcionalnih materialih smo pridobili pomembna fundamentalna znanja in razumevanje dinamike elektronov, spinov in mrežnih ekscitacij v teh snoveh. Pri tem smo kot prvi študirali različne razrede močno koreliranih elektronskih sistemov, eno in dvo-dimenzionalni sistemi z valom gostote naboja, in v kvazi-enodimenzionalnih orbitalno urejenih Jahn-Teller sistemih.
		ANG The study of complex functional matter using ultrafast spectroscopy have lead to a fundamental improvement in understanding of the dynamics of electronic, spin and lattice in these materials and the technique is now worldwide used for investigating new materials on ultrashort timescales.We have made large advances in femtosecond spectroscopy applying the method to different materials, one-and twodimensional chargedensity wave systems and in quasi-onedimensional orbitalto ordered JahnTeller system
	Objavljeno v	DEMŠAR J. et al., Photoexcited electron dynamics in Kondo insulators and heavy fermions. Phys.rev.lett., 2006, vol.96;19605799 KUŠAR P. et al., Controlled vaporization of the superconducting condensate in cuprate superconductors by femtosecond photoexcitation. Phys.rev.Lett.,2008, vol. 101, 22; YUSUPOV R. et al., Single-particle and collective mode couplings associated with 1- and 2-directional electronic ordering in metallic RTe3 (R=Ho,Dy,Tb). Phys. rev. lett., 2008, vol. 101, 24;22302759
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	22209063	
3.	Naslov	SLO Teorija fazne separacije v visokotemperaturnih superprevodnikih in teorija relaksacije vzbujenih nosilcev naboja v snoveh z mehko energijsko režo.
		ANG Theory of self-organizations of charge carriers in high temperature superconductors and the theory of carrier relaxation in materials with a soft gap
	Opis	SLO Razvili smo teorijo samo-organiziranih nehomogenosti nosilcev naboja v visokotemperaturnih superprevodnikih. Fazna separacija se pojavi kot posledica prepletanja privlačne interakcije kratkega dosega, ki jo povzroča sklopitev z mrežo, in Coulombove odbojne interakcije dolgega dosega. Na osnovi mikroskopskega modela smo razvili tudi fenomenološko teorijo za pojav. Objavili smo teorijo relaksacije vzbujenih nosilcev naboja v snoveh z mehko energijsko režo. Teorijo smo uspešno uporabili tako na visokotemperaturnih superprevodnikih kot tudi na magnezijevem diboridu in spojinah s težkimi fermioni.
		ANG The theory of self-organizations of charge carriers in high temperature superconductors is developed. A phase separation appears as a result of the interplay of the short-range attraction caused by the interaction with the lattice and the long-range Coulomb repulsion. Phenomenological theory of the effect is also developed. The theory of carrier relaxation in materials with a soft gap was developed. This theory was successfully applied to high Tc superconductors as well as to magnesium diborides and to heavy fermion compounds.
	Objavljeno v	MERTELJ T, et. al., Charged particles on a two-dimensional lattice subject to anisotropic Jahn-Teller interactions. Phys. rev. lett., 2005, vol. 94; ALEXANDROV A. S, et. al., Phase coexistence and resistivity near the ferromagnetic transition of manganites. Phys. rev. lett., 2006, vol. 96;19763239 KABANOV V. et. al., Kinetics of a superconductor excited with a femtosecond optical pulse. Phys. rev. lett., 2005, vol. 95;19318823
		1.01 Izvirni znanstveni članek

	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	18977575
4.	Naslov	<i>SLO</i> Elektronska dinamika v bioloških makromolekulah
		<i>ANG</i> Electron dynamics in biological macromolecules
	Opis	<i>SLO</i> Za raziskave elektronske dinamike v bioloških makromolekulah smo uporabili metodo fotoinducirane IR spektroskopije (PIA). Metoda temelji na vzbujanju nabojev z laserskim sunkom fokusiranim na vzorec; sledi detekcija spremenjenega vibracijskega spektra makromolekule. Določili smo izstopajoče vrhove v spektrih PIA molekule DNA in njihov rdeči premik glede na osnovne absorpcijske črte. Ocenili smo jakost interakcije med nabojem in lastnimi nihanji DNA. Izkaže se, da je ta interakcija prešibka, da bi povzročila lokalizacijo nabojev pri sobni temperaturi in tvorila stabilno polaronsko stanje.
		<i>ANG</i> For the study of electron dynamics in biological macromolecules our group has applied for the first time a method of photoinduced IR spectroscopy (PIA). The method consists of charge excitation by a laser pulse focused on a sample following by detection of a macromolecule's modified vibrational spectrum. We have identified prominent peaks in PIA spectra of DNA and their red spectral shift. We estimated the charge-vibration interaction strength. It has turned out that the charge-vibration interaction is too weak to cause a charge localization at room temperature and make a polaron state stable.
	Objavljeno v	OMERZU, Aleš, LIČER, Matjaž, MERTELJ, Tomaž, KABANOV, Viktor V., MIHAILOVIĆ, Dragan. Hole interactions with molecular vibrations on DNA. Phys. rev. lett., 2004, 93; OMERZU, Aleš, MIHAILOVIĆ, Dragan, ANŽELAK, Bernarda, TUREL, Iztok. Optical spectra of wet and dry M-DNA. Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys., 2007, vol. 75, no. 12; 20679207
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	1791588	
5.	Naslov	<i>SLO</i> Nanoelektronika z uporabo nanolitografije in posameznih MoSi _x nanožic
		<i>ANG</i> Nanoelectronics with use of electron nanolithography and MoSi _x nanowires
	Opis	<i>SLO</i> V Sloveniji smo bili prvi, ki smo odprli novo področje nanoelektronike, saj so naši cilji tudi meritve transportnih lastnosti posameznih MoSi _x nanožic. Postavili smo e-žarkovno nanolitografijo (domača postavitev) s katero lahko rutinsko izdelujemo vezja do 100nm z zadovoljivo ponovljivostjo. Omejujoč faktor je stabilnost elektronskega mikroskopa, ki bo izboljšana s postavitvijo novega vrstičnega elektronskega mikroskopa (HRSEM). Z obstoječimi vezji smo že dosegli odmevne rezultate, vendar pričakujemo v prihodnosti še precej pomembnih rezultatov z uporabo te tehnike v molekularni elektroniki.
		<i>ANG</i> We established nanoelectronics as a new field in Slovenia. The effort was motivated by our need to measure transport properties in single MoSi _x nanowires. We have set up e-beam nanolithography and can now routinely make circuits with features down to 100nm with reasonable success rates. The limiting factor is presently the stability of the electron microscope, which will be improved in the near future with the setting up of a new HRSEM. The first circuits have already produced results. In the next program period we expect new results from the use of this technique in molecular electronics.
	Objavljeno v	UPLAZNIK, Marko, BERČIČ, Boštjan, STRLE, Jure, PLOSCARU, Mihaela, DVORŠEK, Damjan, KUŠAR, Primož, DEVETAK, Miha, VENGUST, Damjan, PODOBNIK, Boštjan, MIHAILOVIĆ, Dragan. Conductivity of single Mo[_{sub}]6S[_{sub}](9-x)I[_{sub}]x molecular nanowire bundles. Nanotechnology (Bristol), 2006, vol. 17, str. 5142-5146.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20279847	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

1.	Naslov	SLO	Soorganiziranje konferenc
		ANG	Co-organization of conferences
	Opis	SLO	Skupina je soorganizirala več mednarodnih sestankov v zadnjih štirih letih, v povprečju več kot enega letno. Posebej pomembna je vsakoletna konferenca na področju nanoznanosti in nanotehnologije SLONANO, kjer sodelujemo v predsedstvu od vsega začetka serije leta 2002. Sodelovali smo tudi v organizaciji (predsedstvo) Gordonove konference na področju ultrahitre spektroskopije v kompleksnih sistemih v Buelltonu v Kaliforniji. Člani so predavali tudi na raznih univerzah in inštitutih: Univerza v Oxfordu, UC Berkeley, Stanford, Cambridge (UK), UCLA, UC Santa Barbara, Bologna, Graz, Vienna, itd.
		ANG	The group has co-organized a number of international meetings in the last four years, on average more than one per year. Particularly important is the yearly international nanoscience and nanotechnology conference SLONANO, which we are chairing since the beginning in 2002. We co-organized a Gordon conference on ultrafast spectroscopy in complex systems in Buellton, CA. Members of the group have had more than 30 invited talks at international meetings. Members have also lectured at numerous universities; Oxford, UC Berkeley, Stanford, Cambridge (UK), UCLA, UC Santa Barbara, Bologna, Vienna, etc.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	Dosežek nima kategorije v Cobissu. V polju COBISS.SI-ID je povezava na Hot nano topics 2008 : incorporating SLONANO 2008, 3 overlapping workshops on current hot subjects in nanoscience, 23-30 May, Portorož, Slovenia : abstract book	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
	COBISS.SI-ID	21756199	
2.	Naslov	SLO	Partnerstvo v evropskih projektih
		ANG	Collaboration in European projects
	Opis	SLO	V preteklem obdobju smo sodelovali kot partnerji v štirih evropskih projektih (Nanotemp, Desygn-it, Eremon, Eresin and Comephs). Vodja programske skupine vodi Center odličnosti nanoznanosti in nanotehnologije, ki vključuje 4 raziskovalne institucije in več kot 20 partnerjev iz industrije. Vodja skupine je predstavnik Slovenije v IUPAP. 4 leta je bil predstavnik Slovenije v znanstvenem svetu NATA. Madat je končal na mestu podpredsednika znanstvenega sveta. Trenutno je član ekspertne skupine za svetovanje v IMP v 7OP.
		ANG	In the preceding period we have been partner in four EU projects (Nanotemp, Desygn-it, Eremon, Eresin and Comephs). The group leader founded and is currently directing the Center of Excellence in Nanoscience and nanotechnology which includes 4 research organisations and more than 20 companies. The group leader is the Slovenian representative in IUPAP and has spent 4 years on the physical sciences board of NATO as the Slovenian representative, ending as vice-president. He is currently a member of the Expert Advisory group in IMP of the 7th Framework programme.
	Šifra	D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov	
	Objavljeno v	Dosežek nima kategorije v Cobissu. Vpisan je članek, ki je nastal v sklopu enega izmed mednarodnih projektov.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	20564775		
3.	Naslov	SLO	Patenti s področja komercializacije MoSiX nanožic
		ANG	Patents
	Opis	SLO	Pomeben dosežek s področja aplikacije znanstvenih odkritij je komercializacija nanožic MoSiX. V letu 2004 je Dragan Mihailović ustanovil podjetje spin-off za komercializacijo nanožice MoSiX. Le te so postale predmet raziskav mnogih raziskovalnih skupin v Sloveniji in v svetu. Preučujejo jih tudi v mnogih industrijskih laboratorijih. V okviru tega dela so nastali trije svežnji mednarodnih in sedem slovenskih patentov.
			An important achievement in the application of scientific discoveries is the commercialization of MoSI nanowires. In 2004 the candidate formed a spin-

		ANG	off company to commercialize the material. MoSI nanowires have become the subject of research in a large number of groups in Slovenia and worldwide and are being investigated in a number of industrial laboratories.
	Šifra		F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v		JESIĆ, A., MIHAILOVIĆ, D., REMŠKAR, M., MRZEL, A., VRBANIĆ, D.. Quasi-one-dimensional polymers based on the metal-chalcogen-halogen system : patent EP1541528, WO2005058758. S.l.: EU Patent Office, 2004. NEMANIĆ, V., ŽUMER, M., MRZEL, A., REMŠKAR, M., MIHAILOVIĆ, D. Use of quasi one dimensional transition metal ternary compounds and quasi one dimensional transition metal chalcogenide compounds as electron emitters : EP patent no. 1540687. 2006; München: EU Patent Office. 19813671
	Tipologija		2.24 Patent
	COBISS.SI-ID		19782695
4.	Naslov	SLO	Zoisova nagrada za Viktorja Kabanova
		ANG	Viktor Kabanov's Zois award
	Opis	SLO	V letu 2007 je bil Viktor Kabanov nagrajen z Zoisovo nagrado za izredne znanstvene dosežke.
		ANG	In 2007 Viktor Kabanov was awarded the Zois award for outstanding scientific achievements.
	Šifra		E.01 Domače nagrade
	Objavljeno v		Dosežek nima kategorije v Cobissu. Predstavljen je eden izmed njegovih člankov. KABANOV, Viktor V., DEMŠAR, Jure, MIHAILOVIĆ, Dragan. Kinetics of a superconductor excited with a femtosecond optical pulse. Phys. rev. lett., 2005, vol. 95, str. 147002-1-147002-4.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		19318823	
5.	Naslov	SLO	Nanoelektronika z elektronsko nanolitografijo
		ANG	Introduction of electron nanolithography to Slovenia
	Opis	SLO	V Slovenijo smo vpeljali nanoelektroniko z izdelavo sistemov za litografijo z elektronskim snopom in manipulacijo in karakterizacijo nanoelektronskih vezij.
		ANG	In the last period the group has introduced nanoelectronics in Slovenia with the construction of facilities for e-beam lithography and manipulation and characterization of nanoelectronic circuits.
	Šifra		F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		Dosežek nima kategorije v Cobissu. Predstavljen je članek, ki obravnava to tematiko. UPLAZNIK, Marko, MIHAILOVIĆ, Dragan. Osnove elektronske nanolitografije = Basics of electron nanolithography. Vakuunist, 2004, let. 24, št. 1-2, str. 13-18.
	Tipologija		1.04 Strokovni članek
COBISS.SI-ID		18438439	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Raziskovalni program se je usmeril k nekaterim najbolj relevantnih vprašanj v fiziki kondenzirane snovi, nanoznanosti in znanosti o materialih. Predlagali smo razvoj novih eksperimentalnih metod, sintezo novih materialov in izvajanje novih teoretičnih analiz, ki so širšega pomena. Rezultate raziskav smo objavljali v revijah z visokim faktorjem vpliva, pogoj za to pa so raziskovalni dosežki, ki so zanimivi za širšo znanstveno skupnost. Novi eksperimentalni podatki o neravnovesnih pojavih so pomembni pri razumevanju in modeliranju dinamike nabojev v novih funkcionalnih materialih. Odpirajo pa tudi nove perspektive pri dizajnu novih pametnih materialov, ki temeljijo na samoorganiziranosti nabojev in spinov.

Sinteza novih materialov s funkcionalnimi lastnostmi in izboljšanje funkcionalnosti obstoječih materialov je splošnega pomena za razvoj znanosti o novih funkcionalnih materialih.

ANG

The research program has addressed some of the most pertinent issues in condensed matter physics, nanoscience and materials science. We emphasize that we are proposing to develop new experimental methods, synthesize new materials and perform new theoretical analyses which are of wider significance. We aim to publish our results in journals with high impact factors which require that the results are of wider interest to the scientific community. Our past record shows that we have been quite successful in this respect. New experimental data on non-equilibrium phenomena will be of importance for understanding and modelling the dynamics of charge in new functional materials. It will open new perspectives for designing new smart materials based on self-organization of charge and spin. The synthesis of new materials with new functional properties and enhancement of functionality of present materials is of direct importance to the development of new functional materials science in general.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Napredek v bazičnih raziskavah je gonilna sila tako pridobivanja novih znanj kot tudi razvoja novih tehnologij. To smo demonstrirali tudi v naši programski skupini, kjer je odkritje novih MoSiX molekularnih žic vodilo do ustanovitve spin-off podjetja in njegove centralne vloge v enem od EU projektov. S tem smo pokazali, da je interdisciplinaren pristop, kateremu sledimo, neobhodno potreben, da bi znanstvena odkritja prelili v prakso. Prav tako pa pritisk spin-off podjetja po aplikacijah novih materialov zagotavlja, da vsako lastnost materiala, ki bi bila potencialno zanimiva za aplikacije detajlno raziščemo. Kroničen problem slovenske industrije je nizka dodana vrednost, kar posledično vodi do nizkih plač in socialne nestabilnosti. Dvig tehnološkega nivoja v slovenski industriji lahko dosežemo le z uvajanjem novega znanja in novih tehnologij v izdelke. To pa seveda lahko dosežemo le z visokokvalificiranim in izobraženim osebjem ter z raznolikimi oblikami prenosa znanja. Raziskovalni program s svojimi usmerjenimi bazičnimi raziskavami novih materialov omogoča razvoj in šolanje novih visokokvalificiranih kadrov. Znanje pridobljeno v okviru tega projekta bo veliko prispevalo k ustvarjanju okolja za uvajanje novih inovativnih tehnologij, kar je tudi ključ za obstoj in napredovanje Slovenije znotraj kroga vodilnih socio-ekonomskih nacij.

Del predlaganega projekta je tudi osnova za formiranje novega visokotehnološkega podjetja. Osnovni cilj je bila sinteza novih struktur in pred vsem, njihov uspešen transfer v industrijske aplikacije. Proizvodnja, ki je že patentno zaščitena, je optimizirana in bo omogočila bolj učinkovito proizvodnjo novih materialov. Zahvaljujoč svojim zanimivim fizikalnim lastnostm ti materiali lahko najdejo svojo uporabnost kot maziva, emiterji, plinski nanosenzorji in v nanoelektroniki. Pomembna slovenska podjetja so že pokazala interes za sodelovanje tako, da bomo v okviru projekta izvajali pripravo in karakterizacijo testnih vzorcev. Novo "spin-off" podjetje NANOTUL d.o.o. je že del Tehnološkega parka v Ljubljani. Novi materiali dvigujejo konkurenčnost v ključnih segmentih slovenske industrije. Nasplošno nove nanostrukture iz prehodnih elementov so lahko ključnega pomena pri razvoju industrije v večjem obsegu, ki sega od kompozitov do elektronike.

Raziskave v okvirju našega projekta so pomembno prispevale k razvoju nanotehnologije v Sloveniji in s tem ojačale kompetitivno pozicijo naše države v svetu. To je velika priložnost za uporabo obstoječe opreme in pridobljenega znanja za optimizacijo preparativnih postopkov za izredne in tehnološki zanimive materiale. Poleg promocije naše države so novi materiali tudi dobra osnova za nadaljnje sodelovanje z vodečimi raziskovalci iz celega sveta, predvsem EU, Japonske, Kitajske in ZDA. Povezanost sinteze in fizikalne karakterizacije novih struktur zagotavlja tudi izjemne pogoje za učenje in usposabljanje novih mladih raziskovalcev.

ANG

Progress in fundamental research serves as a major driving force both for advancing new knowledge and for spurring new technologies. This has been clearly demonstrated by our group following the discovery of new MoSiX molecular wires which has led to the formation of a spin-off company, and its central role in one EU project. This demonstrated that the interdisciplinary approach which we are following is essential in order to be able to capitalize on new scientific discoveries. The pressure for applications from the spin-off ensures that any direction which might be promising is pursued with rigour. A chronic problem of Slovene industry is the low added value of its products which leads to low

wages and social unrest. Raising the technological level of its industry can only be achieved by incorporation of new knowledge into its products which comes with highly qualified and highly trained personnel and other diverse forms of knowledge transfers. The research program with its targeted basic research in new materials provides training for such personnel.

The knowledge generated in this project has made a great contribution to the formation of an environment for introduction of innovative technologies which are a key factor for Slovenia to remain and progress within the circle of socio-economically and culturally leading nations.

Part of proposed project is also the basis for formation of a high-technological company. The main goal was synthesis of new structures and above all, their successful transfer to industrial applications. The production, which is already protected by patent, is optimised and will enable more rational and effective production of new materials. Due to the interesting physical properties, the materials could be potentially used for lubrication, nanoelectronics, emitters, even gas nanosensors. Eminent Slovenian companies have already shown interest for collaboration and within the project, preparation and characterization of test samples will be performed. Apart from Mo6, a new spin-off company NANOTUL d.o.o. is already in formation as part of the Technology Park, Ljubljana. New materials and matter increase the competitiveness in key segments of Slovene industry. In general, novel nanostructures based on transition could be of key importance for the development of industry in larger segments from composites to electronics.

Research within this project will contribute significantly to development in nanotechnology in Slovenia and thus strengthen the competitive position of our country in the world. This is a great opportunity to use the existing equipment and obtained knowledge for optimising preparation procedures of unique and highly interesting samples. Besides promotion of our country the new materials are a good basis for further collaborations with leading researchers from all over the world, especially the EU, Japan, China and the US. The combination of synthesis of new structures and precise characterisation of their physical properties will also provide excellent working conditions and will be used for training of perspective researchers.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	1	
- doktorati	3	2
- specializacije		
Skupaj:	4	2

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3	1	
- gospodarstvo			
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	3	1	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
ALEXANDROV, A. S. (ur.), DEMŠAR, Jure (ur.), IANSON, Igor ' Kondrat ' evich (ur.). Molecular nanowires and other quantum	zbornik, 36 prispevkov, 3 so-urednikov

1.	objects : [proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Molecular Nanowires and Other Quantum Objects, Bled, Slovenia, 7-9 September 2003], (NATO science series, Series II, Mathematics, physics, and chemistry, vol. 148). Dordrecht; Boston; London: Kluwer, cop. 2004. XII, 428 str., ilustr. ISBN 1-4020-2068-6. [COBISS.SI-ID 18299431]	
2.	MIHAILOVIĆ, Dragan (ur.), KOBE, Spomenka (ur.), REMŠKAR, Maja (ur.), JAMNIK, Janko (ur.), ČOPIČ, Martin (ur.), DROBNE, Damjana (ur.). Hot nano topics 2008 : incorporating SLONANO 2008, 3 overlapping workshops on current hot subjects in nanoscience, 23-30 May, Portorož, Slovenia : abstract book. Ljubljana: [s. n.], 2008. 290 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 21756199]	zbornik povzetkov, 130 prispevkov, 6 so-urednikov
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	3
- podoktorandi iz tujine	1
- študenti, doktorandi iz tujine	4
Skupaj:	9

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

<p>1. Elektronski odziv v posameznih anorganskih nanožicah ERESIN; 7. okvirni program; FP7-PEOPLE-2007-2-2-ERG; Dragan Mihailović, nosilec</p> <p>2. Elektronski odziv nanožic na osnovi molibden-halogen-halkogen EREMON; 6. okvirni program; MEIF-CT-2006-040958; EC, Dragan Mihailović, nosilec</p> <p>3. Kontroliranje mezoskopske fazne separacije COMEPHS; 6. okvirni program; NMP4-CT-2005-517039 EC; Tehnična univerza v Atenah, Grčija, Dragan Mihailović nosilec</p> <p>4. Načrtovanje, sinteza in rast nanotub za industrijsko tehnologijo DESYGN-IT; 6. okvirni program; NMP4-CT-2004-505626 Grace Dempsey, The Provost Fellows and Scholars of the College of the Holy and Undivided Trinity of Queen Elizabeth near Dublin, Dublin, Irska Dragan Mihailović, nosilec</p> <p>5. Matrična rast molekularnih nanomaterialov NANOTEMP, 5.OP, HPRN-CT-2002-00192 EC; Univerza v Oxfordu, Laboratorij za anorgansko kemijo, Velika Britanija, Dragan Mihailović nosilec</p>

6. Ultrahitri procesi v nizkodimenzionalnih nanomaterialih, NATO Reintegration Grant; PDD (CD)-(EAP.RIG 981425), NATO, Public Diplomacy Division, Collaborative Programmes Section, Bruselj, Belgija, Jure Demšar nosilec
7. Slovensko hrvaški bilateralni projekt Dinamika lokaliziranih stanj v nizkodimenzionalnih sistemih - od pikosekund do ur BI-HR/05-06-019 Institut za fiziko, Zagreb, Hrvaška Jure Demšar nosilec
8. Slovensko ruski bilateralni projekt Nehomogena stanja in posebnosti prevodnosti v spojinah, BI-RU/05-07-001, Fizikalno tehnični institut, Raziskovalni center ruske akademije znanosti v Kazanu, Rusija, Viktor Kabanov nosilec
9. Slovensko ameriški bilateralni projekt Dinamika fotovzbujenih elektronov v sistemih s težkimi elektroni, BI-US/05-06-023, Center for Integrated Nanotechnology, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM, ZDA, Jure Demšar nosilec
10. INTERREG IIIA 2000-2006 Slovenija-Italija Vzpostavitev raziskovalne slovensko-italijanske mreže za raziskave na področju nanostrukturiranih materialov in uporabi sinhrotronske svetlobe
11. Slovensko kitajski bilateralni projekt Gojenje kristalov kupratnih superprevodnikov in časovno ločljiva spektroskopija superprevodnega stanja, BI-CN/07-09-003, Department of Physics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, Kitajska, Viktor Kabanov
12. ONE-P Organski nanomateriali za elektroniko in fotoniko: Zasnova, sinteza, karakterizacija, obdelava, izdelava in uporaba, 7 FP, Univerza v Bruslju, Belgija, Gvido Bratina, sodelavec
13. Slovensko romunski bilateralni projekt Ultrahitri in strukturna dinamika v tankih filmih snovi z valom gostot naboja, BI-RO/08-09-017, Jure Demšar nosilec

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

1. Dogovor o sodelovanju Obrtna zbornica Slovenije Ljubljana, prof. dr. Dragan Mihailović
2. LPKF; 5.6. 2004 - 14. 6. 2007
3. Mo6 B.V.; 5. 6. 2004 - 14. 6. 2007
4. Nanoelektronika in naprave za nanotehnologijo, Centri odličnosti, nosilec prof.dr. Dragan Mihailović;
5. Razvoj raziskovalne infrastrukture centra odličnosti " Nanoznanosti in nanotehnologije" (NiN) (št. Pog. 3311-04-855102), nosilec prof.dr. Dragan Mihailović;
6. Sinteza 1D anorganskih nanostruktur, bionanostruktur ter priprava kompozitov Št. pog.: 3311-04-855006 dr. Aleš Mrzel
7. Center odličnosti Nanoznanosti in nanotehnologije - Razvojno raziskovalni projekti / RR CO NIN, prof. dr. Dragan Mihailović

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

- prof. dr. Dragan Mihailović:
1. vodja Odseka za kompleksne snovi
 2. vodja Kolokvija na IJS do l. 2008
 3. vodja Centra odličnosti Nanoznanosti in nanotehnologije
 4. vodja projekta v CO NiN "Nanoelektronika in nanoznanosti"
 5. vodja programske skupine "Dinamika kompleksnih nanosnovi"
 6. član Odbora za podelitev Zlatega znaka Jožefa Stefana
 7. član Komisije za izvolitve v znanstvene in raziskovalno-razvojne nazive IJS
 8. član Znanstvenega sveta Inštituta "Jožef Stefan"
 9. član Upravnega odbora Inštituta "Jožef Stefan"
 10. prodekan in predavatelj na Podiplomski šoli Jožefa Stefana
 11. soorganizator SLONANO 2006
 12. podpredsednik NATO evalvacijske skupine na področju naravoslovja in tehnike

- | |
|--|
| 13. Ocenjevanje Nato projektov, Brusel, Belgija, 11. -12 .2.2004 |
| 14. evalvacija v 6. OP: program NMP |
| 15. evalvacija v 6. OP: program Marie Curie |
| 16. Ad Futura - fundacija: član upravnega odbora |
| 17. član "Expert Advisory group" v 7. OP EU na področju NMP |
| 18. AAAS (American Association for the Advancement of Science), član |
| 19. APS (American Physical Society), član |
| 20. ACS (American Chemical Society), član |
| 21. EPS (European Physical Society), član |

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Osnove elektronske nanolitografije
Opis	Elektronska nanolitografija omogoča izdelavo vezij velikosti do 50 nm. Njihova oblika je lahko poljubna, zato je postopek primeren tako za oblikovanje vezij v eksperimentalne namene kot tudi za visokotehnološko industrijo. Potencialna uporaba je mogoča na področju informacijske tehnologije, v medicinski diagnostiki in senzoriki.
Objavljeno v	UPLAZNIK, Marko, MIHAILOVIĆ, Dragan. Osnove elektronske nanolitografije = Basics of electron nanolithography. Vakuunist, 2004, let. 24, št. 1-2, str. 13-18.
COBISS.SI-ID	18438439

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	Odkritje superprevodnosti : ob 100-letnici utekočinjenja helija in fizike nizkih temperatur
Opis	Priložnostni članek ob 100-letnici utekočinjenja helija in sledečega odkritja superprevodnosti.
Objavljeno v	KABANOV, Viktor V., KNAVS, Martina. Odkritje superprevodnosti : ob 100-letnici utekočinjenja helija in fizike nizkih temperatur. Delo (Ljubl.), 24. apr. 2008, leto 50, št. 95, str. 25.
COBISS.SI-ID	239266816

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Fizikalni praktikum II, Fizikalni praktikum III, Fizika trdne snovi, Fizika I, Elektrooptika, Optoelektronika, Izbrana poglavja iz fizike
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
2.	Naslov predmeta	Električne, optične in magnetne lastnosti materialov in nanomaterialov, Teorija nanomaterialov, Fizika nanomaterialov, Izbrana poglavja iz nanoznanosti in nanotehnologij
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študijski program
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

3.	Naslov predmeta	Fizika I
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo
4.	Naslov predmeta	Statistika, Okolje
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
5.	Naslov predmeta	Osnove fizike trdne snov
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
6.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar¹⁵

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščne osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Dragan D. Mihailović	in/ali	Institut "Jožef Stefan"
		Univerza v Novi Gorici
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/327

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. *Exp. Cell Res.*, 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006,106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a