



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UPJŠ

Študiálny program: Biofyzika

Garant ÚEF SAV: MUDr. Andrey Musatov, DrSc.

Téma: ***Stabilita a agregácia proteínov v prostredí biokompatibilných organických solventov***
Školiteľ: **RNDr. Diana Fedunová, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Identifikácia účinných solventov schopných modulovať stabilitu a agregáciu proteínov má veľký význam pre rozmanité aplikácie v biotechnológiách alebo v medicíne. Výroba a dlhodobé skladovanie proteínov vyžaduje nastaviť vhodné podmienky prostredia uchovávajúce natívnu štruktúru proteínov a zabraňujúce ich agregácii. Podobne, tvorba špeciálneho typu usporiadaných agregátov – amyloidných fibríl, je podmienená vonkajšími podmienkami. Amyloidné agregáty predstavujú nové potenciálne biomateriály vďaka ich unikátnym vlastnostiam (pevnosť, stabilita, elasticita, odolnosť voči degradácii). Nájdenie podmienok schopných indukovať tvorbu definovaných amyloidných agregátov je preto v centre záujmu. Cieľom práce je študovať vplyv špeciálnych solventov - iónových kvapalín a hlboko eutektických zmesí - na stabilitu, kinetiku amyloidnej agregácie a morfológiu amyloidných fibríl rôznych proteínov (lyzozým, inzulín). Zámerom je zistiť vzťah medzi zložením a fyzikálno-chemickými vlastnosťami solventov a ich schopnosťou stabilizovať/destabilizovať štruktúru proteínov a inhibovať/urýchľovať tvorbu amyloidných agregátov s cieľom nájsť solventy schopné stabilizovať študované proteíny ako aj indukovať tvorbu amyloidných agregátov s definovanou morfológiou. Využívať sa budú spektroskopické (UV-VIS, CD, FTIR) a kalorimetrické (DSC, ITC) metódy ako aj atómová silová mikroskopia (AFM) a metódy počítačovej analýzy obrázkov.

Title: ***Protein stability and aggregation in biocompatible organic solvents***

Supervisor: **Dr. Diana Fedunová**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The identification of effective solvents capable of modulating protein stability and aggregation is of great importance for various applications in biotechnology or medicine. The production and long-term storage of proteins require setting appropriate environmental conditions that preserve the native structure of the proteins and prevent their aggregation. Similarly, the formation of a special type of ordered aggregates - amyloid fibrils, is conditioned by external conditions. Amyloid aggregates represent new potential biomaterials due to their unique properties (strength, stability, elasticity, resistance to degradation). Therefore, finding conditions capable of inducing the formation of defined amyloid aggregates is of interest. This work aims to study the effect of special solvents - ionic liquids and deep eutectic mixtures - on the stability, kinetics of amyloid aggregation, and morphology of amyloid fibrils of various proteins (lysozyme, insulin). The objective is to determine the relationship between the composition and physicochemical properties of solvents and their ability to stabilize/destabilize protein structure and inhibit/accelerate amyloid aggregation to find solvents capable of stabilizing studied proteins or inducing amyloid aggregate formation with defined morphology. Spectroscopic (UV-VIS, CD, FTIR) and calorimetric (DSC, ITC) methods, as well as atomic force microscopy (AFM) and computer image analysis methods, will be used.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: *Modulácia amyloidnej agregácie proteínov – objasnenie molekulárnych mechanizmov tvorby amyloidov a ich inhibície*

Školiteľ: **Doc. RNDr. Zuzana Gažová, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Andrea Antošová, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Amyloidné štruktúry poly/peptidov sú spájané s ochoreniami ako Parkinsonova choroba, systémové amyloidózy, diabetes mellitus a ďalšie. V poslednom období sa zistilo, že sú nevyhnutnou súčasťou aj mnohých životne dôležitých pochodov v organizmoch - od baktérií až po ľudí. Cieľom práce je prispieť k lepšiemu poznaniu mechanizmov tvorby a inhibície amyloidnej agregácie proteínov prostredníctvom jej modulácie pomocou rôznych látok (anorganické a organické molekuly, biomolekuly, nanočastice). Na základe toho je možné lepšie pochopiť patologický a fyziologický účinok amyloidných štruktúr na molekulárnej úrovni. Využívať sa budú rôzne fyzikálno-chemické metódy, hlavne spektroskopické, kalorimetrické, chromatografické techniky a atómová silová mikroskopia.

Title: *Modulation of protein amyloid aggregation – insight into molecular mechanisms of amyloid formation and inhibition*

Supervisor: **Assoc. Prof. Zuzana Gažová**

Co-supervisor: **Dr. Andrea Antošová**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Amyloid structures of poly/peptides have been associated with diseases such as Parkinson's disease, systematic amyloidoses, diabetes mellitus and others. Recently, it has been found that amyloids are important for many essential processes in organisms - from bacteria to humans. The aim of this work is to contribute to a better understanding of the mechanisms of the formation and inhibition of protein amyloid aggregation through their modulation by various substances (inorganic and organic molecules, biomolecules, nanoparticles). Based on this, it is possible to better understand the pathological and physiological effects of amyloid structures at the molecular level. Various physico-chemical methods will be used, mainly spectroscopic, calorimetric, chromatographic techniques and atomic force microscopy.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: *Nesprávne zbaľovanie proteínov v amyloidných ochoreniach a ich prevencia/terapia*

Školiteľ: Doc. RNDr. Zuzana Gažová, CSc.

Konzultant: RNDr. Zuzana Bednáriková, PhD.

Forma štúdia: denná - SAV

Anotácia: S predlžujúcou sa dĺžkou nášho života sa zvyšuje aj pravdepodobnosť výskytu ochorení ako Alzheimerova a choroba alebo cukrovka. Jednou z príčin vzniku týchto amyloidných ochorení je narušenie mašinerie syntézy funkčných molekúl proteínov a nedostatočná degradácia nefunkčných, nesprávne zbalených proteínových molekúl. V dôsledku toho dochádza ku akumulácii nesprávne zbalených proteínov vo forme amyloidných agregátov s vysokým obsahom β -skladaných listov v rôznych tkanivách ľudského organizmu. V súčasnosti chýba detailné poznanie príčin tvorby amyloidov a neexistuje liečba pre žiadne zo známych amyloidných ochorení. S využitím moderných biofyzikálnych metód sa zameriame na štúdium mechanizmov tvorby amyloidných agregátov globulárnych a prirodzene rozbalených proteínov, ktoré súvisia s amyloidnými ochoreniami, konkrétne s Alzheimerovou chorobou, diabetom a systémovou lyzozýmovou amyloidózou. Zároveň sa budeme venovať systematickému hľadaniu interakčných partnerov, ktoré by mali potenciál zabrániť vzniku týchto ochorení, resp. ich liečiť.

Title: *Misfolding proteins in amyloid diseases and their prevention/therapy*

Supervisor: Assoc. Prof. Zuzana Gažová

Co-supervisor: Dr. Zuzana Bednáriková

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: As our life expectancy increases, so does the likelihood of diseases such as Alzheimer's disease or diabetes. One of the causes of these amyloid diseases is an impaired synthesis of functional protein molecules and insufficient degradation of non-functional, misfolded protein molecules. As a result, misfolded proteins accumulate in the form of amyloid aggregates with a high content of β -sheets in various human body tissues. There is currently a lack of detailed knowledge of the causes of amyloid formation and no treatment for any known amyloid diseases. We will use modern biophysical methods to study the mechanisms of amyloid aggregates formation of globular and intrinsically disordered proteins associated with diseases such as AD, diabetes or systemic lysozyme amyloidosis. At the same time, we will focus on the systematic search for interaction partners to prevent these diseases, respectively treat them.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: ***Nanomateriály na báze proteínov: biochemické a biofyzikálne štúdium***

Školiteľ: **RNDr. Ing. Katarína Šipošová, CSc.**

Konzultant: **Doc. RNDr. Erik Sedlák, DrSc. (PF UPJŠ)**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Amyloidné fibrily tvorené chirálnymi proteínmi vznikajú procesom samozbaloovania sa do agregátov bohatých na β -skladané listy zvyčajne stočených do špirály. Je všeobecne akceptované, že všetky peptidy a proteíny môžu za vhodných podmienok tvoriť amyloidné vlákna. Navyše, amyloidné štruktúry majú veľký potenciál využitia v príprave molekulárnych nanomateriálov (napr. nanokáblov, nanovrstiev, gélov, rôznych implantátov a šablón, kvapalných kryštálov) stratégiou „zdola nahor“ vďaka ich štruktúrnej kompatibiliti, „nano“ rozmerom, kontrolovateľnému usporiadaniu, relatívne ľahkej výrobe a nízkym nákladom.

PhD práca je zameraná na detailné štúdium a stanovenie podmienok vedúcich ku kontrolovateľnej tvorbe amyloidných fibríl princípom „zdola nahor“, opis mechanizmu samosporiadania a morfológie tvorených štruktúr. Kontrolovateľné samosporiadanie amyloidnogénnych proteínov bude využité pri dizajne metódy prípravy nanokompozitov na báze amyloidných štruktúr. Hlavnou úlohou bude: (1) zavedenie metódy prípravy produkcie amyloidných fibríl v miernych podmienkach; (2) imobilizácia proteínov na/v amyloidných štruktúrach; (3) charakterizácia nanonosičov na báze amyloidov na kontrolovaný transport liečiv; (4) využitie biochemických a biofyzikálnych metód na charakterizáciu vlastností imobilizovaných proteínov a amyloidných nanokompozitov.

Title: ***Protein-based Nanobiomaterials: biochemical and biophysical evaluation***

Supervisor: **Dr. Katarína Šipošová**

Co-supervisor: **Assoc. Prof. Erik Sedlák (FS UPJŠ)**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Amyloid fibrils are chiral protein-based systems, formed through the self-assembly of β -sheet aggregates into twisted or helical ribbons. It is generally accepted that all peptides and proteins could be transferred into the amyloid state, if appropriate conditions are applied. In addition, amyloid structures hold great potential to be used for the preparation of molecular nanomaterials (e.g. nanowires, nanolayers, gels, scaffolds, templates, and liquid crystals) using the “bottom-up” strategy due to their structural compatibility, nanoscale dimensions, efficient assembly into well-defined ultrastructures, ease of production, and low cost.

To reveal their potential, the proposed PhD thesis is aimed at the determination of the conditions leading to the controllable “bottom-up” formation of amyloid fibrils, describing the mechanism of amyloid formation and morphology of the formed fibrils. Utilization of the controllable self-assembly of amyloidogenic proteins is planned to establish a reliable method for the preparation of amyloid-based nanocomposites. The main task will be: (1) establishing of robust production of amyloid fibrils at mild conditions, (2) immobilization of proteins on/in amyloid assemblies; (3) characterization of amyloid-based nanocarriers for controlled drug delivery; (4) utilization of biochemical and biophysical methods to characterize properties of immobilized proteins and amyloid-nanocomposites as a whole.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: *Biomedicínske „lab-on-chip“ aplikácie s využitím polymerizovaných mikroštruktúr a ich automatizácia pomocou analýzy obrazu a strojového učenia*

Školiteľ: Doc. Ing. Zoltán Tomori, CSc.

Konzultant: Doc. RNDr. Gregor Bánó, PhD. (PF UPJŠ)

Forma štúdia: denná - SAV

Anotácia: Trend miniaturizácie smeruje k transformácii biomedicínskych experimentálnych techník do podoby „lab-on-chip“ (LOC) aplikácií. Tieto často využívajú princíp optickej pinzety, kde laserové lúče ovládajú mechanické mikroštruktúry pripravené dvojfotónovou polymerizáciou a integrované do mikrofluidného LOC prostredia.

Hlavným cieľom PhD práce je automatizácia LOC aplikácií, pri ktorých inteligentný algoritmus s autonómnym správaním ovláda trajektórie manipulujúcich laserových lúčov a to na základe analýzy obrazu okolitého prostredia. Z hľadiska experimentálnych cieľov bude pozornosť zameraná na dve oblasti LOC aplikácií a to mikroreológiu (meranie viskozity okolitého kvapalného prostredia na základe deformácie elastických mikro-pružiniek) a na mikromanipuláciu s časticami (zachytenie, transport a uvoľnenie jednotlivých častíc pomocou svetlom riadených elastických mikrorobotov).

Title: *Biomedical lab-on-chip applications based on polymerized microstructures and their automation based on image analysis and machine learning principles*

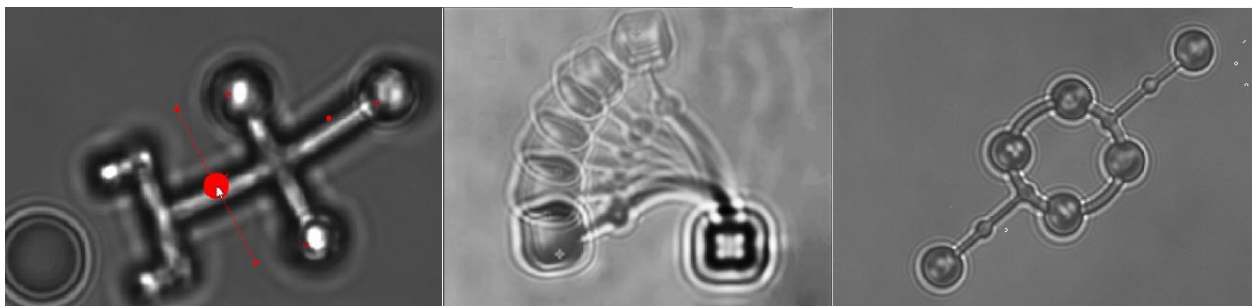
Supervisor: Assoc. Prof. Zoltán Tomori

Co-supervisor: Assoc. Prof. Gregor Bánó (FS UPJŠ)

Form of study: Internal - Slovak Academy of Sciences

Annotation: The trend of miniaturization aims to transform biomedical experimental techniques into “lab-on-chip” (LOC) applications. They often exploit the optical tweezers principle, where the laser beams drive the mechanical microstructures fabricated by two-photon polymerization and integrated into a microfluidic LOC environment.

The main goal of PhD work is to automate LOC applications, where an intelligent autonomous algorithm controls the trajectories of manipulating laser beams according to the image analysis of the surrounding environment. In terms of experimental objectives, attention will be focused on two areas of LOC applications, namely microreology (measurement of the viscosity of the surrounding fluid environment based on deformation of elastic micro-springs) and the micromanipulation with particles (grabbing, transporting and releasing of the individual particles using the light-driven elastic micro-robots).





Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Študijný program: Všeobecná fyzika a matematická fyzika

Garant ÚEF SAV: RNDr. Pavol Farkašovský, DrSc.

Téma: **Štúdium elektrónových vlastností grafénových oniónov s reaktívnym atómom vnútri**

Školiteľ: **RNDr. Richard Pinčák, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Metódami kvantovej teórie a štatistickej fyziky budú študované rôzne druhy grafénových oniónov. Konkrétne onióny C₂₀@C₈₀, C₆₀@C₂₄₀ a C₂₄₀@C₅₄₀ budú vybrané ako predmety základného štúdia, pretože patria k najstabilnejším oniónom. Ale aj tieto fullerény majú rôzne priemery, náboje a tiež elektrónové vlastnosti, takže na ich príklade môžeme urobiť viac záverov pre onióny s podobným vnútorným a vonkajším plášťom. Jednotlivé reaktívne atómy ako Ni, Fe a Co sú zabudované do vnútra každého z týchto fullerénov (Obrázok). Cieľom tohto štúdia je nájsť nové stabilné oniónové štruktúry s vhodnými elektrónovými vlastnosťami, ktoré vyžaduje nanopriemysel. Základne teórie a prístupy k riešeniu danej témy bez reaktívneho atómu vnútri sú publikované v prácach [1-3].

Title: *The study of the electronic properties of graphene onions with a reactive atom inside*

Supervisor: **Dr. Richard Pinčák**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Different types of graphene onions will be studied by methods of quantum theory and statistical physics. In particular, the C₂₀ @ C₈₀, C₆₀ @ C₂₄₀ and C₂₄₀ @ C₅₄₀ onions will be selected as subjects of the basic study because they are among the most stable ions. But even these fullerenes have different diameters, charges and also electron properties, so we can draw more conclusions for them with examples of similar inner and outer shells. Individual reactive atoms such as Ni, Fe and Co are incorporated inside each of these fullerenes (Figure). The aim of this study is to find new stable onion structures with suitable electronic properties required by the nano-industry. Basic theories and approaches to solving a given topic without a reactive atom inside are published in the works [1-3].

Literatúra / Literature:

1. R. Pincak, M. Pudlak, Chapter in book Progress in Fullerene Research, with title Electronic structure of spheroidal fullerenes, ed. F. Columbus, Nova Science Publishers, New York, 2007, ISBN: 1-60021-841-5.
2. M. Pudlak, R. Pincak, Energy gap between highest occupied molecular orbital and lowest unoccupied molecular orbital in multiwalled fullerenes, Physical Review A 79 (2009) 033202.
3. R. Pincak, V.V. Shunaev, J. Smotlacha, M.M. Slepchenkov, O.E. Glukhova, Electronic properties of Bilayer Fullerene onions, Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures 25 (2017) 607-612.

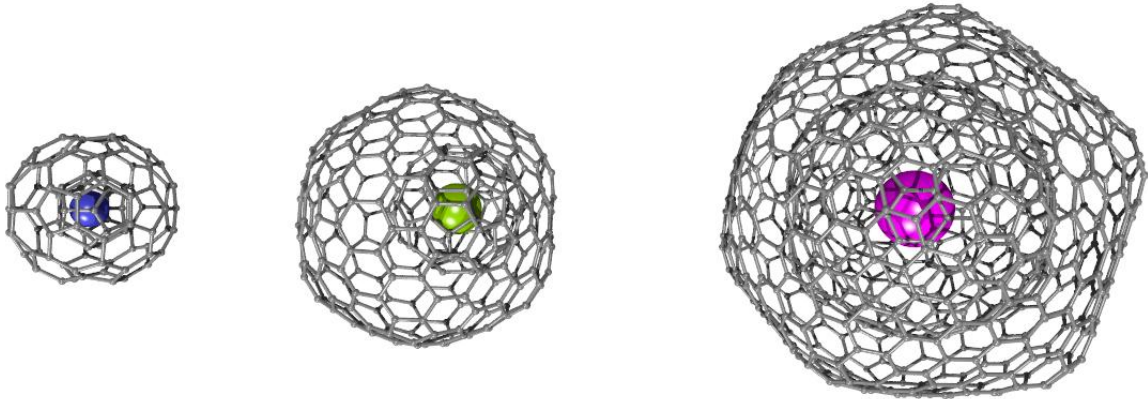


Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>



Atómová štruktúra oniónov: a) C₂₀@C₈₀+Ni; b) C₆₀@C₂₄₀+Fe; c) C₂₄₀@C₅₄₀+Co.
Atomic structure of onions: a) C₂₀@C₈₀+Ni; b) C₆₀@C₂₄₀+Fe; c) C₂₄₀@C₅₄₀+Co.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Študijný program: Fyzika kondenzovaných látok

Garant ÚEF SAV: Prof. RNDr. Peter Samuely, DrSc.

Téma: **Fázové diagramy substitučných systémov $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov; $A = Mn, Fe$)**

Školiteľ: **RNDr. Matúš Mihalik, PhD.**

Konzultant: **RNDr. Marián Mihalik, CSc.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Oxidy tranzitívnych kovov sú intenzívne študované a to z dôvodu vysokého aplikačného potenciálu ako katódy pre palivové články, senzory pre detekciu rôznych plynov (CO_2 , metanol, etanol ...) a v neposlednom rade ako komponenty zo silnou magneto-elektrickou väzbou pre elektroniku. Školiace pracovisko sa danej tematike venuje dlhodobo a to hlavne zlúčeninám typu $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov). Predbežné výsledky ukazujú, že $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systémy môžu takisto vykazovať veľmi zaujímavé vlastnosti s potenciálnym aplikačným použitím. Cieľom doktorandského štúdia bude syntetizovanie nových materiálov s chemickým zložením $RMn_{1-x}Cr_xO_3$, štúdium ich vlastností s dôrazom na magnetizmus, magneto-elektrickú väzbu a optimalizáciu týchto materiálov pre praktické využitie. Študent bude prevedený cez prípravu a charakterizáciu vzoriek, experimenty, analýzu dát a prezentáciu dosiahnutých výsledkov. To zaisťuje, že človek, ktorý ukončí toto štúdium bude mať široký rozhľad na poli experimentálnej fyziky a bude schopný pokračovať vo svojej kariére v základnom, alebo aplikovanom výskume.

Title: **Phase diagrams of $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($R =$ rare earth metal, $A = Mn, Fe$) substitutional systems**

Supervisor: **Dr. Matúš Mihalik**

Co-supervisor: **Dr. Marián Mihalik**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Transition metal oxides are intensively studied due to their high application potential as cathodes for fuel cells, sensors for the detection of various gases (CO_2 , methanol, ethanol ...) and, last but not least, as components with strong magneto-electrical coupling for electronics. Our laboratory has been dealing with this topic for a long time, mainly with compounds of the $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ -type ($R =$ rare earth metal). Preliminary results show that $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systems can also exhibit very interesting properties with high application potential. The aim of the PhD. study will be the synthesis of new materials with the chemical composition $RMn_{1-x}Cr_xO_3$, the study of their properties with emphasis on magnetism, magneto-electrical coupling and the optimization of these materials for practical use. The student will be guided through the preparation and characterization of samples, experiments, data analysis and presentation of the results. This will ensure that the person who completes this study will have a broad view in the field of experimental physics and will be able to pursue a career in basic or applied research.

Literatúra / Literature:

1. M. Mihalik jr. et al., Magnetic phase diagram of the $TbMn_{1-x}Fe_xO_3$ solid solution system, *Physica B* 506 (2017) 163-167.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Študijný program: Progresívne materiály

Garant ÚEF SAV: RNDr. Ivan Škorvánek, CSc.

Téma: **Štúdium atomárnej štruktúry materiálov s vysokým stupňom neusporiadania**

Školiteľ: **RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.**

Forma štúdia: *denná* - SAV

Anotácia: Kovové sklá a nanokryštalické materiály pripravené ich tepelným spracovaním majú rad zaujímavých mechanických a magnetických vlastností. Ich vynikajúce vlastnosti majú pôvod v jedinečnej atomárnej štruktúre, ktorá je charakterizovaná krátkodosahovým usporiadaním. Rozptyl RTG žiarenia predstavuje efektívnu metodiku na kvalitatívny a kvantitatívny popis atomárnej štruktúry. Zároveň umožňuje identifikovať korelácie medzi vybranými vlastnosťami a odpovedajúcimi zmenami v ich štruktúre. V súčasnej dobe sa stávajú čoraz viac populárnymi postupy modelovania atomárnej štruktúry amorfných látok pomocou simulačných techník typu Monte Carlo. V rámci navrhovanej témy bude pozornosť venovaná identifikácií korelácií medzi vybranými vlastnosťami (magnetickými a/alebo mechanickými) a štruktúrnymi charakteristikami študovaných materiálov, majúcich vysoký stupeň vnútorného neusporiadania. Jedným z hlavných cieľov bude modelovanie ich atomárnej štruktúry pomocou metódy Monte Carlo, s využitím experimentálnych dát získaných rozptylom vysokoenergetických fotónov.

Title: *Study of the atomic structure of materials with a high degree of disorder*

Supervisor: **Dr. Jozef Bednarčík**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Metallic glasses and nanocrystalline materials prepared by their heat treatment have a number of interesting mechanical and magnetic properties. Their excellent properties have originate in their unique atomic structure, which is characterized by a short-range atomic arrangement. X-ray scattering is an effective methodology for qualitative and quantitative description of atomic structure. At the same time, it allows to identify correlations between selected properties and corresponding changes in their structure. Nowadays, methods for modeling the atomic structure of amorphous substances using Monte Carlo-type simulation techniques are becoming increasingly popular. Within the proposed topic, attention will be paid to the identification of correlations between selected properties (magnetic and / or mechanical) and structural characteristics of the studied materials, having a high degree of internal atomic disorder. One of the main goals will be to model their atomic structure using the Monte Carlo method, using experimental data obtained by scattering of high-energy photons.

Literatúra / Literature:

1. S. Michalik, J. Bednarčík, P. Jovari, V. Honkimaeki, A. Webb, H. Franz, E. Fazakas, and L. K. Varga, Modelling the atomic structure of Al92U8 metallic glass, *Journal of Physics-Condensed Matter* 22 (2010) 40.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: **Štúdium štruktúry a supravodivých vlastností LREBCO masívnych supravodičov**

Školiteľ: **Ing. Pavel Diko, DrSc.**

Konzultant: **Mgr. Vitaliy Antal, PhD.**

Forma štúdia: *denná* - SAV

Anotácia: Masívne monokryštalické supravodiče (MMS) typu REBa₂Cu₃O_x (REBCO, RE: Y alebo vzácna zemina) na báze ľahkých vzácnych zemín (LRE) vykazujú rekordné hodnoty zachyteného magnetického poľa (17,6 T pri 26 K pre GdBCO MMS legované platinou) pri zníženej krehkosti vďaka prídavku striebra. V súčasnosti sa výskum zaoberá systémami, v ktorých je prídavok platiny nahradený lacnejšími legúrami. V rámci navrhovanej témy bude pozornosť venovaná príprave masívnych LREBCO monokryštálov s vybranými legúrami, analýze ich mikroštruktúry a charakterizácii ich lokálnych a makroskopolických supravodivých vlastností. Budú pritom použité metodiky štruktúrnej a fázovej analýzy elektrónovou mikroskopiou, EDS a EBSD analýza, RTG difrakčná analýza, termická analýza, magnetizačné merania, merania zachyteného magnetického poľa a levitačnej sily.

Title: *Study of the structure and superconducting properties of LREBCO bulk superconductors*

Supervisor: **Dr. Pavel Diko**

Co-supervisor: **Dr. Vitaliy Antal**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: REBa₂Cu₃O_x (REBCO, RE: Y or rare earth) bulk single grain superconductors (BSS) based on light rare earth (LRE) show record values of trapped magnetic field (17.6 T at 26 K for GdBCO BSS platinum alloyed) at reduced brittleness due to addition of silver. Research is currently looking at systems in which the addition of platinum is replaced by cheaper elements. Within the proposed topic, attention will be paid to the preparation of bulk LREBCO single crystals with selected alloying elements, analysis of their microstructure and characterization of their local and macroscopic superconducting properties. The methods of structural and phase analysis by electron microscopy, EDS and EBSD analysis, X-ray diffraction analysis, thermal analysis, magnetization measurements, measurements of the trapped magnetic field and levitation force will be used.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: ***Magneticky mäkké nanokryštalické zliatiny na báze 3-d kovov pripravené nekonvenčnými technikami tepelného spracovania***

Školiteľ: **RNDr. Ivan Škorvánek, CSc.**

Konzultant: **Ing. Branislav Kunca, PhD.**

Forma štúdia: *denná* - SAV

Anotácia: PhD práca je zameraná na ciele ovplyvňovanie štruktúry a magnetických vlastností nanokryštalických zliatin na báze 3-d kovov pomocou nekonvenčných techník tepelného spracovania. Plánujeme pri tom použiť aparáturu na ultra-rýchle žíhanie tenkých kovových pásov skonštruovaných na ÚEF SAV, ktorá na rýchly ohrev využíva vopred predhriate masívne medené bloky pričom typické časy žíhania sú v rozsahu niekoľkých sekúnd. V porovnaní s klasickými technikami tepelného spracovania umožňuje vysoká rýchlosť ohrevu v tomto zariadení rozšíriť rozsah kompozičných zložení, ktoré sú ešte schopné vytvárať nanokryštalickú štruktúru. Ďalšou nekonvenčnou technikou tepelného spracovania bude žíhanie vo vysokom magnetickom poli (do 14 T). Vo vybraných systémoch zliatin sa zameriame na štúdium zmien ich štruktúrnych a magnetických vlastností, ku ktorým dochádza po aplikácii uvedeného tepelného spracovania.

Title: ***Soft magnetic nanocrystalline alloys based on 3-d metals prepared by unconventional thermal processing techniques***

Supervisor: **Dr. Ivan Škorvánek**

Co-supervisor: **Dr. Branislav Kunca**

Form of study: *Internal* - Slovak Academy of Sciences

Annotation: The PhD thesis is focused on the employment of unconventional techniques of thermal processing in order to tailor the structural and magnetic properties of nanocrystalline alloys based on 3-d metals. We plan to use facility for ultra-rapid annealing of thin metallic ribbons constructed recently at IEP SAS. In this facility, the annealed samples are clamped between pair of the pre-heated massive Cu-blocks and typical annealing times take few seconds. High heating rates and much shorter processing times as compared to conventional annealing allow extend the composition interval where the annealed samples are still capable to form nanocrystalline structure. The other technique of thermal processing in this work is the annealing in a presence of high magnetic fields (up to 14 T). We plan to perform a detailed study of the corresponding changes of structural and magnetic properties caused by application of the above mentioned thermal processing to selected alloy systems.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: ***Multifunkčné magnetické nanomateriály pre využitie v medicíne***

Školiteľ: **Ing. Vlasta Závašová, PhD.**

Konzultant: **RNDr. Martina Kubovčíková, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Väčšina biologických procesov prebieha v nanorozmeroch a to nám dáva možnosť vďaka technickému pokroku porozumieť týmto procesom a vytvárať nové materiály. Magnetické nanomateriály majú značný potenciál využitia v oblasti medicíny napr. v distribúcii liečiva na postihnuté miesta, v zobrazovaní ale aj v terapii. Hlavným cieľom dizertačnej práce je nielen príprava nových magnetických nanomateriálov, naviazanie biologicky aktívnych látok a štúdium ich fyzikálnochemických vlastností ako sú rozmer, tvar, štruktúra, povrchový náboj, magnetické vlastnosti, ale aj skúmanie vhodnosti ich použitia napr. v oblasti diagnostiky pre magnetickú rezonanciu a liečbu ochorení napr. magnetickou hypertermiou.

Title: ***Multifunctional magnetic nanomaterials for use in medicine***

Supervisor: **Dr. Vlasta Závašová**

Co-supervisor: **Dr. Martina Kubovčíková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Most biological processes take place at the nanoscale, and this gives us the opportunity to understand these processes and create new materials thanks to technical progress. Magnetic nanomaterials have considerable potential for use in medicine, e.g. in the distribution of the drug to the affected areas, in imaging but also in therapy. The main goal of the dissertation is not only the preparation of new magnetic nanomaterials, the binding of biologically active substances and the study of their physicochemical properties such as size, shape, structure, surface charge, magnetic properties, but also the investigation of their suitability for use in the field of magnetic resonance diagnostics and the treatment of diseases e.g. by magnetic hyperthermia.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Študijný program: Jadrová a subjadrová fyzika

Garant ÚEF SAV: Prof. RNDr. Peter Samuely, DrSc.

Téma: ***Štúdium produkcie podivnosti v podmienkach experimentu ALICE v zrážkach vysokoenergetických iónov urýchlených na veľkom hadrónovom zrážaci (LHC) v Ženeve***

Školiteľ: **RNDr. Peter Kaliňák, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Štúdia sa zameriava na meranie spektier priečnej hybnosti a výťažkov podivných častíc v jednotlivých triedach multiplicity (centrality) zrážky. Metóda v sebe zahŕňa identifikáciu podivných častíc na základe ich topológie rozpadu. Z rekonštruovaných dráh nabitých častíc prechádzajúcich detektorom ALICE sa určujú kandidáti – dvojice dcerských dráh, ktoré vyhovujú stanoveným selekčným kritériam. Z rozdelenia invariantnej hmotnosti vypočítaných z kinematiky rozpadu sa extrahuje signál z oblasti píku. K stanoveniu výťažkov a spektier je potrebné vedieť akceptanciu detektora, účinnosť rekonštrukcie, pochopiť jeho efekt na meranie a vykonať potrebné korekcie, resp. extrapolácie v oblastiach kde meranie nieje možné. K výpočtu týchto korekcií sa využívajú aj Monte Carlo simulácie zrážok. K výsledným hodnotám je potrebné určiť akou chybou sú zaťažené, čo vedie k štúdiu systematických chýb.

Title: ***Study of a strangeness production in collisions of high-energy ions in ALICE experiment at LHC***

Supervisor: **Dr. Peter Kaliňák**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The study is focusing on measurement of transverse momenta spectra and yields of the strange particles in particular classes of the multiplicity (centrality) of the collision. The method includes the identification of strange particles based on the topology of the decay. Using the reconstructed trajectories of the charged particles traveling through the ALICE detector, the candidates – the couples of trajectories which pass the selection criteria are used to compute the distributions of invariant masses. The signal is extracted from under the peak area of this distribution. In order to acquire final yields and spectra of the strange particles it is necessary to know the acceptance of the detector, efficiency of the reconstruction and to understand how the detector affects the measurement. Then it is necessary to perform the corrections for each effect and to perform the extrapolation to the areas where the measurement isn't possible. Some of the corrections are possible to acquire by using Monte Carlo simulations. The final results carry systematical errors, which needs to be studied and understood.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY TUKE

Študiálny program: Fyzikálne inžinierstvo progresívnych materiálov

Garant ÚEF SAV: Doc. RNDr. Karol Flachbart, DrSc.

Téma: **Štruktúrne prechody v nanokompozitoch na báze kvapalných kryštálov**

Školiteľ: **RNDr. Natália Tomašovičová, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Veronika Lacková, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Kvapalné kryštály predstavujú triedu mäkkých kondenzovaných látok. Ich charakteristickou vlastnosťou je kombinácia tekutých vlastností klasických kvapalín a anizotropných elektrických, magnetických a optických vlastností tuhých kryštalických látok. Dnes sú známe hlavne vďaka ich využitiu ako displejov v počítačoch, notebookoch, telefónoch a televízoroch. Kvapalné kryštály majú vysoký potenciál využitia v mnohých oblastiach Hi-Tech priemyslu ako sú biotechnológie, telekomunikácie a optické spracovanie. Nové aplikácie si vyžadujú nové materiály, často s dosť exotickými vlastnosťami, a nové technológie. Vo všeobecnosti, experimentálne výsledky potvrdili, že dopovanie kvapalných kryštálov malým množstvom rôznych typov nanočastíc výrazne modifikuje vlastností takýchto kompozitov. Hlavným cieľom ďalšieho výskumu v tejto oblasti je optimalizácia týchto kompozitov vzhľadom na kvapalno-kryštalickú maticu, typ častíc a ich koncentráciu s cieľom prispieť k novým aplikáciám.

Title: ***Structural transitions in nanocomposites based on liquid crystals***

Supervisor: **Dr. Natália Tomašovičová**

Co-supervisor: **Dr. Veronika Lacková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Liquid crystals (LCs) belong to a class of soft condensed matter that is characterized by the combination of the fluidity of ordinary liquids with the anisotropy of electric, magnetic and optical properties of crystalline solid materials. Nowadays LCs are the best known for their successful applications in computer, notebook, phone and TV displays. There are many sectors of hi-tech industry where LCs have great potentials, such as biotech, telecommunication, and optical processing. The new applications require new materials, sometimes with rather exotic properties, and new technologies. In general, experimental results evidence that doping the LC with a small amount of the different kind of nanoparticles affects the properties of the composite material considerably. The most important for further research in this direction is the optimization of these composites with respect to the liquid crystal matrix, to the type and concentration of nanoparticles, in order to contribute to possible applications.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: **Fázové diagramy substitučných systémov $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov; $A = Mn, Fe$)**

Školiteľ: **RNDr. Matúš Mihalik, PhD.**

Konzultant: **RNDr. Marián Mihalik, CSc.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Oxidy tranzitívnych kovov sú intenzívne študované a to z dôvodu vysokého aplikačného potenciálu ako katódy pre palivové články, senzory pre detekciu rôznych plynov (CO_2 , metanol, etanol ...) a v neposlednom rade ako komponenty so silnou magneto-elektrickou väzbou pre elektroniku. Školiace pracovisko sa danej tematike venuje dlhodobo a to hlavne zlúčeninám typu $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov). Predbežné výsledky ukazujú, že $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systémy môžu takisto vykazovať veľmi zaujímavé vlastnosti s potenciálnym aplikačným použitím.

Cieľom doktorandského štúdia bude syntetizovanie nových materiálov s chemickým zložením $RMn_{1-x}Cr_xO_3$, štúdium ich vlastností s dôrazom na magnetizmus, magneto-elektrickú väzbu a optimalizáciu týchto materiálov pre praktické využitie. Študent bude prevedený cez prípravu a charakterizáciu vzoriek, experimenty, analýzu dát a prezentáciu dosiahnutých výsledkov. To zaisťuje, že človek, ktorý ukončí toto štúdium bude mať široký rozhľad na poli experimentálnej fyziky a bude schopný pokračovať vo svojej kariére v základnom, alebo aplikovanom výskume.

Title: **Phase diagrams of $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($R =$ rare earth metal, $A = Mn, Fe$) substitutional systems**

Supervisor: **Dr. Matúš Mihalik**

Co-supervisor: **Dr. Marián Mihalik**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Transition metal oxides are intensively studied due to their high application potential as cathodes for fuel cells, sensors for the detection of various gases (CO_2 , methanol, ethanol ...) and, last but not least, as components with strong magneto-electrical coupling for electronics. Our laboratory has been dealing with this topic for a long time, mainly with compounds of the $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ -type ($R =$ rare earth metal). Preliminary results show that $RA_{1-x}Cr_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systems can also exhibit very interesting properties with high application potential.

The aim of the PhD. study will be the synthesis of new materials with the chemical composition $RMn_{1-x}Cr_xO_3$, the study of their properties with emphasis on magnetism, magneto-electrical coupling and the optimization of these materials for practical use. The student will be guided through the preparation and characterization of samples, experiments, data analysis and presentation of the results. This will ensure that the person who completes this study will have a broad view in the field of experimental physics and will be able to pursue a career in basic or applied research.

Literatúra / Literature:

M. Mihalik jr. et al., Magnetic phase diagram of the $TbMn_{1-x}Fe_xO_3$ solid solution system, *Physica B* 506 (2017) 163-167.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



ÍČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

FAKULTA MATERIÁLOV, METALURGIE a RECYKLÁCIE TUKE

Študiálny program: Materiály

Garant ÚEF SAV: RNDr. Marián Mihalik, CSc.

Téma: *Vplyv obsahu kyslíka na funkcionálnosť $RMnO_3$ materiálov s perovskitovou štruktúrou*

Školiteľ: **RNDr. Marián Mihalik, CSc.**

Forma štúdia: *denná* – SAV

Anotácia: Energetická náročnosť dnešnej modernej spoločnosti sa zvyšuje z niekoľkých dôvodov, akými sú napr. rast životnej úrovne a populácie. Tento dopyt je čiastočne uspokojený používaním fosílnych palív, ktoré generujú CO_2 . Možnou alternatívou sú ekologicky vhodnejšie paliva akým je vodík. Výsledkom spaľovania vodíka je iba čistá energia a voda. Skladovanie vodíka významne ovplyvňuje použitie tohto paliva. Okrem skladovania v tuhom stave, kvapalnom a vo forme hydridov patria klasické $RMnO_3$ materiály s perovskitovou štruktúrou k jednej zo známych alternatív. V práci „*Mihalik jr. M., Csach K., Kavečanský K., Mihalik M.: Cooperative Jahn-Teller effect in $NdMn_{1-x}Fe_xO_{3+\delta}$ ($0 \leq x \leq 0.2$), Journal of Alloys and Compounds, 857 (2021) 157612*“ sme ukázali možnosť vytvorenia vakancií v kyslíkových kryštálových polohách. Témou doktorandského štúdia je zistiť do akej miery je takto vytvorená defektná štruktúra vhodná na uskladnenie vodíka a zároveň do akej miery obsah kyslíka ovplyvňuje funkcionálnosť týchto materiálov z pohľadu magnetických a elektrických vlastností. Úspešné absolvovanie doktorandského štúdia predpokladá zvládnutie prípravy vhodných materiálov vo forme nanopráškov, keramik a kryštálov ako aj ich charakterizáciu z pohľadu štruktúry, magnetických a elektrických vlastností.

Title: *Influence of oxygen content on the functionality of $RMnO_3$ materials with perovskite structure*

Supervisor: **Dr. Marián Mihalik**

Form of study: *Internal* - Slovak Academy of Sciences

Anotation: The energy intensity of today's modern society is increasing for several reasons, which are e.g. growth of living standards and population. This demand is partly met by the use of fossil fuels that generate CO_2 . A possible alternative is more environmentally friendly fuels as hydrogen. Together burning hydrogen is only pure energy and water. Hydrogen storage significantly affects the use of this fuel. In addition to storage in solid state, liquid and in the form of hydrides, classical $RMnO_3$ materials with a perovskite structure belong to one of the known alternatives. In the work “*Mihalik Jr. M., Csach K., Kavečanský K., Mihalik M.: Cooperative Jahn-Teller effect in $NdMn_{1-x}Fe_xO_{3+\delta}$ ($0 \leq x \leq 0.2$), Journal of Alloys and Compounds, 857 (2021) 157612* „we followed the possibility of creating vacancies in oxygen crystal positions. The topic of the doctoral study is determined to what extent the defective structure created in this way is suitable for hydrogen storage and at the same time to what extent the oxygen content affects the functionality of these materials in terms of magnetic and electrical properties. Successful completion of doctoral studies requires mastering the preparation of some materials in the form of nanopowders, ceramics and crystals, as well as their characterization in terms of structures, magnetic and electrical properties.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied
verejná výskumná inštitúcia

Watsonova 47, 040 01 Košice



IČO: 00166812, tel.: +421 55 7922 201, e-mail: sekr@saske.sk, <https://uef.saske.sk>

Téma: ***Optimalizácia magnetických vlastností nanočastíc pre bioaplikácie***

Školiteľ: **RNDr. Mária Zentková, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Marián Mihalik, CSc, RNDr. Martin Vavra, PhD.**

Forma štúdia: *denná* – SAV

Anotácia: Magnetické nanočastice na báze magnetických oxidov patria medzi materiály s potenciálom využitia v biomedicíne pre cielený transport liečiv či hypertermiu. Predmetom dizertačnej práce je optimalizácia magnetických vlastností v procese syntézy magnetických nanočastíc. K tomuto cieľu bude použitých viacero stratégií vrátane mechanického či tepelného spracovania. Pripravené magnetické nanočastice budú charakterizované metódami RTG difrakcie, elektrónovej mikroskopie a prostredníctvom magnetických meraní.

Title: ***Optimization of magnetic properties of magnetic nanoparticles for biomedicine***

Supervisor: **Dr. Mária Zentková**

Co-supervisor: **Dr. Marián Mihalik, Dr. Martin Vavra**

Form of study: *Internal* - Slovak Academy of Sciences

Anotation: Magnetic oxide based magnetic nanoparticles belong to materials with application potential in biomedicine for targeted drug delivery and hyperthermia. The thesis will be focused to optimization of magnetic properties in the process of synthesis by means of mechanical and heat treatment. Prepared magnetic nanoparticles will be characterized by means of X ray diffraction, electron microscopy and magnetic measurements.