

У складу са Статутом Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду, циљевима Факултета, и одредбама Закона о науци и истраживањима „Службени гласник РС“, број 49 од 8. јула 2019, Универзитет у Београду – Факултет за физичку хемију, доноси

## **Програм научно-истраживачког рада за период 2021-2028. година**

Овим програмом дефинисане су области истраживања, дисеминација, промоција и популаризација научних резултата, стратегије у унапређењу научних компетенција, планови за унапређење научно-истраживачких капацитета на Универзитет у Београду – Факултет за физичку хемију (у даљем тексту *Факултет*).

### **Основна начела и циљеви научног-истраживачког рада**

У складу са Законом о науци и истраживањима „Службени гласник РС“, број 49 од 8. јула 2019, члан 4, наука и истраживање се заснивају на следећим начелима:

- 1) слободи и аутономији научног и истраживачког рада;
- 2) јавности научног и истраживачког рада и резултата тог рада, у складу са законом;
- 3) научној и стручној критици;
- 4) поштовању стандарда науке и струке;
- 5) примени међународних стандарда и критеријума у вредновању квалитета научног и истраживачког рада у свакој области посебно, у односу на њену специфичност;

- 6) конкурентности и изврсности научних програма и пројеката;
- 7) етике научног и истраживачког рада, у складу са принципима добре научне праксе;
- 8) родне равноправности у науци и истраживањима, као и у органима одлучивања;
- 9) повезаности са системом образовања, а посебно са системом високог образовања;
- 10) отворености за међународну научну и технолошку сарадњу;
- 11) спровођења истраживачког рада у складу са принципима отворене науке;
- 12) бриге за одрживи развој и заштиту животне средине;
- 13) оригиналности и аутентичности.

Научни рад на Факултету ће се обављати уз строго придржавање ових начела. Општи циљеви научног рада на Факултету су такође јасно дефинисани Законом о науци и истраживањима (члан 8):

- 1) стварање нових знања ради подстицања друштвеног, технолошког, културног, уметничког и економског развоја, повећања друштвеног производа и подизања стандарда грађана и квалитета живота;
- 2) очување и унапређење општег фонда знања, као услова за разумевање, јачање и допринос светским развојним процесима;
- 3) унапређење укупних научноистраживачких капацитета (људских ресурса и институција);
- 4) подизање општег нивоа технологија у привреди и обезбеђивање конкурентности роба и услуга на домаћем и светском тржишту;

- 5) јачање међународне научне сарадње и допринос у регионалном, европском и глобалном истраживачком простору;
- 6) подршка стварању иновација за привреду, трансферу технологија и јачању инжењерских капацитета са циљем стварања компаративних предности на глобалном тржишту и промоција предузетништва;
- 7) унапређење и ширење културног и уметничког амбијента и стваралачког образовања, са циљем очувања и афирмације националног идентитета као дела цивилизацијске баштине;
- 8) системско подстицање сарадње између институција, као и мобилности истраживача, односно истраживачког и административног особља у оквиру српског, регионалног, европског и глобалног истраживачког простора.

### **Субјекти и области научно-истраживачког рада**

Факултет за физичку хемију је акредитована научно-истраживачка организација. Научни рад на Факултету реализују:

1. Наставници Факултета
2. Сарадници Факултета (асистенти, асистенти са докторатом)
3. Истраживачи запослени на Факултету
4. Студенти мастер и докторских студија физичке хемије, у сарадњи и руковођени наставницима, сарадницима и истраживачима запосленим на Факултету, чиме се унапређује научно-истраживачки подмладак.

Према одредбама Статута Факултета (члан 3), области физичке хемије чине: спектрохемија, електрохемија, хемијска термодинамика, физичка хемија материјала, радиохемија, нуклеарна хемија, хемијска кинетика, квантна хемија, биофизичка хемија, динамика неравнотежних процеса, физичка хемија у контроли и заштити животне средине, физичка хемија флуида, физичка хемија

чврстог стања, физичка хемија плазме, форензичка физичка хемија, атомистика, и друге.

Научно-истраживачки рад на Факултету ће се одвијати у оквиру ових области, али и других сродних области у складу са актуелним токовима савремене науке.

### **Опис планова за научно-истраживачки рад**

У складу са досадашњим правцима истраживања, Планом научно-истраживачког рада Факултета за 2020. годину, наставним и научним кадром, научни рад на Факултету за физичку хемију у периоду 2020-2028.г. може да се подели у следеће правце, у складу са постојећим научно-истраживачким групама на Факултету:

#### **1. Синтеза, структура, карактеризација и примена нових олигомерних и полимерних материјала**

У оквиру овог правца истраживања биће испитан велики број нових олигомерних и полимерних електропроводних и електроактивних материјала (електропроводних полимера, њихових композита и деривата добијених карбонизацијом) базираних на полианилину, 4-аминодифениламину и другим ароматичним аминима, полипиролу и другим хетероцикличним ароматичним једињењима као мономерима. Биће анализирани различити иновативни поступци полимеризације, економичнији и еколошки прихватљивији, за добијање специфичних супрамолекулских структура, посебно наноструктура, а добијени производи карактерисани спектроскопским и другим физичкохемијским техникама. У сарадњи са другим групама са Факултета, биће испитиване потенцијалне примене ових материјала у конверзији и складиштењу енергије, заштити животне средине и друго.

## **2. Нови материјали за конверзију енергије**

Србија располаже великим резервама литијума, који постаје стратешки елемент, с обзиром на светске трендове прелаза на алтернативне изворе енергије који је у великом проценту базиран на коришћењу литијум-јонских батерија. Стога, у наведеном периоду наставници и сарадници Факултета ће радити на развоју нових материјала за литијум-јонске батерије. С друге стране, с обзиром на очекивани пораст цене литијума, од великог интереса је развој нових материјала за друге типове метал-јонских батерија (натријум, магнезијум, алуминијум, цинк). У овој области испитиваће се материјали за друге типове електрохемијских система за конверзију енергије, као што су угљенични и оксидни материјали за електрохемијске кондензаторе, катализатори за горивне ћелије, материјали за фотохемијску конверзију енергије и други.

## **3. Структура и динамика молекулских система**

Квантна хемија има дугу традицију на Факултету, и Факултет има групу истраживача са дугогодишњим и међународним искуством. Група ће се бавити систематским изучавањем спин-орбитне спреге малих молекулских радикала и утицаја виших стања на спрегу у основним стањима, рачунањем вибронских нивоа за несиметричне линеарне петоатомске и шестоатомске молекуле, испитивањем ексцитованих стања различитих малих молекула, као и реакција између различитих молекулских врста. Значајан део истраживања базираће се и на испитивању утицаја водоничних веза на структуру и реактивност биолошки активних молекула и интеракције ових молекула са јонима различитим метала.

## **4. Порозни материјали**

Испитивање порозних материјала је још једна од области са дугом традицијом на Факултету, при чему су истраживања примарно фокусирана на

различите типове зеолита, као што су BEA, FAU и MFI зеолити. Нови материјали ће бити испитивани и као модулатори цитотоксичне активности пестицида; биће анализирана функционализација зеолита биомолекулима, анализа структуре, стабилности и биокомпатибилности *in vitro*. Порозни материјали имају велику примену у заштити животне средине, која је императив сваког модерног друштва, те ће део истраживања бити усмерен и ка примени нових порозних материјала и њихових композита у фотокатализи и фотодеградацији различитих загађивача, као што су боје и фармацеутски активне супстанције.

## **5. Испитивање динамике нелинеарних физичкохемијских и биохемијских система**

Динамика нелинеарних система је област са дугом традицијом на Факултету, при чему истраживачи комбинују експерименталне и теоријске (нумеричке и *ab initio*) методе испитивања динамике сложених нелинеарних физичкохемијских и биохемијских система. Истраживања која се реализују на једноставним модел-системима биће даље примењивана на анализу комплекснијих система, као што су биолошки системи. У оквиру овог правца истраживања испитиваће се и утицаји различитих физичких поља (магнетно, ултразвук) на једноставне и компликоване физичкохемијске, биохемијске и живе системе.

## **6. Биофизичка хемија – биомаркери у неуродегенеративним процесима и напредне технике осликавања базиране на нуклеарној магнетној резонанцији**

Факултет располаже значајним ресурсима за овај правац истраживања, па се у наредном периоду очекују запажени резултати. Вршиће се селекција специфичних *ex vivo* биомаркера установљених у току претходних истраживања. Биће испитиван утицај хелатора и хватача радикала на оксидативно стање и

облике прелазних метала код узорака са дегенеративним променама. Биће проучавани механизми неуродегенерације и карциногенезе уз развој метода за ублажавање ефеката и спречавање узрока патолошких промена. Добијени *in vivo* резултати биће корелисани са онима који су добијени у претходним фазама испитивања. Поред фундаменталних истраживања, биће испитивани потенцијални лекови који ублажавају ток или уклањају узрок болести (хелатори, про и антиоксидативни агенси). У сарадњи са другим научно-истраживачким организацијама у земљи, испитиваће се напредне технике за осликавање (ДТИ и фМРИ) базиране на нуклеарној магнетној резонанцији, са дијагностичким потенцијалом у различитим патолошким стањима, или након одређених типова терапије агресивних обољења.

## **7. Археометрија**

Наставиће се егзактна карактеризација тела и глазури керамике из периода средњег века настале под утицајем Византије нађене на територији Републике Србије, да би се добили поуздани подаци о материјалима коришћеним за њихову израду. Биће испитивана керамика са различитих налазишта, почевши од оних у Крушевцу, следећим физичкохемијским методама: оптичка микроскопија, СЕМ/ЕДС, микро-раманска и ИЦ спектроскопија, ICP/MS, XRF анализа, XRPD. Добијени подаци, заједно са резултатима истраживања реализованих у оквиру овог пројекта, омогућиће реконструкцију технологије и технике израде керамичког посуђа у средњевековној Србији.

## **8. Фундаментална испитивања понашања електрона у електричним и магнетним пољима**

У почетном периоду планиран је развој Монте Карло симулације кретања електрона у радио-фреквентним електричним и магнетним пољима, у атмосфери

угљен-диоксида. Планира се нумеричко одређивање коефицијената брзине јонизације  $\text{CO}_2$  у опсегу редукованог електричног поља од 200 до 500 Td, и у опсегу фреквенција поља од 13,56 до 500 MHz. Утврђиваће се и да ли електронски рој у  $\text{CO}_2$  при овим условима показује аномалну дифузију. У плану је и комплетирање линеарног јонског спектрометра са трохоидним монохроматором електрона, за мерење ефективних пресека за јонизацију гасова. Истраживање ће се реализовати у сарадњи са Физичким факултетом Универзитета у Београду.

## 9. Електроаналитичка хемија

У оквиру овог правца истраживања испитиваће се нове врсте електрода са потенцијалном применом у волтаметријском одређивању или волтметријској детекцији у HPLC анализи новоуведених пестицида из група пиретроида и неоникотиноида који представљају нову претњу по животну средину и људско здравље. Испитиваће се нетрадиционалне немодификоване електроде, као што су нетоксичне амалгамисане сребрне електроде и графитне филм електроде. Даљи ток истраживања биће усмерен ка употреби нетрадиционалних модификованих електрода (наноструктурисани материјали, модификовани хемијски селективно или сурфактантима) са крајњим циљем израде сензора високе осетљивости и селективности за одабране нове загађујуће материје.

## 10. Испитивање хетерополикиселина

Испитивање хетерополикиселина је такође једна од области са дугом традицијом на Факултету. Биће испитивана синтеза биодизела из отпадних биљних уља у реакцијама трансестерификације у присуству киселих катализатора базираних на модификованим хетерополи киселинама. Испитиваће се утицај различитих допаната катализатора и реакционих услова (температура, молски однос



метанол/уље, концентрација катализатора) на конверзију и принос метил естара масних киселина.

## **11. Атомска и молекулска спектроскопија – од развоја нових аналитичких метода до нових антиканцер лекова**

У претходном периоду Факултет је обезбедио нову апаратуру за спектроскопију ласерски индуковане плазме (LIBS), па се у наредном периоду планира рад на овој техници са пуним капацитетом. Наставиће се истраживања техником LIBS, за елементну и изотопску анализу материјала са значајним садржајем угљеника, као и за одређивање параметара (температуре и концентрације електрона) тако добијене плазме. Други део истраживања ће бити посвећен испитивању утицаја наночестица метала и металних оксида (нанетих у облику танког слоја на узорак) на аналитичке особине ЛИБС методе: границе детекције, минималну енергију ласерског пулса и деструктивност у односу на анализирани материјал. У области молекулске спектроскопије Факултет располаже опремом која задовољава већину потреба за научно-истраживачки рад (FTIR са ATR модулом, Раман спектрометар са микроскопом, UV/Vis, EPR) при чему ће значајан део истраживања бити усмерен ка анализи нових антиоксиданаса и антиканцер лекова, уз комбинацију синтезе нових молекула, испитивања њихових спектроскопских карактеристика, и теоријских прорачуна у циљу разумевања фундаменталних механизма деловања ових супстанција.

### **Научно-истраживачки пројекти**

Тренутно су сви наставници, асистенти са докторатом, асистенти и истраживачи са истраживачким и научним звањима ангажовани на програму научно-истраживачког рада који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја (уговор број 451-03-68/2020-14/200146). С обзиром да је у току

2019. године дошло до значајне промене у начину финансирања науке и научно-истраживачког рада, у периоду 2020-2028.г. наставници и сарадници Факултета ће бити фокусирани на обезбеђивање средстава за научно-истраживачки рад кроз пројекте Фонда за науку, Фонда за иновације, из међународних извора, као нпр. пројеката финансираних од стране Европске комисије.

У оквиру првог позива Фонда за науку ПРОМИС, наставници и сарадници су аплицирали са 5 пројеката (као руководиоци). Свих 5 пројеката је прошло у најужи избор, од чега је три пројекта одобрено за финансирање. Ти пројекти су:

1. PROTEIN HYDROGEL FOR CANCER THERANOSTICS (PHYCAT) – руководилац др Ана Поповић-Бијелић, ванредни професор
2. HIGH-CAPACITY ELECTRODES FOR AQUEOUS RECHARGEABLE MULTIVALENT-ION BATTERIES AND SUPERCAPACITORS: NEXT STEP TOWARDS A HYBRID MODEL (HiSuperBa) – руководилац др Милица Вујковић, виши научни сарадник
3. RATIONAL DESIGN OF MULTIFUNCTIONAL ELECTRODE INTERFACES FOR EFFICIENT ELECTROCATALYTIC HYDROGEN PRODUCTION (RatioCAT) – руководилац др Игор Пашти, ванредни професор

У оквиру ова три пројекта обезбеђена су финансијска средства за део планираних истраживања која се уклапају у основне правце научно-истраживачког рада дефинисане овим Програмом. У другом позиву Фонда за науку (ДИЈАСПОРА), одобрен је један пројекат:

1. Development of novel tumor-selective coumarin derivatives and complexes, (TumorSelCoum) – руководилац проф. др Јасмина Димитрић-Марковић.

У почетном периоду који обухвата овај програм, додатна средства за додатно унапређење услова научног рада ће бити обезбеђена и кроз пројекат из програма NATO Science for Peace and Security: Optimizing Fuel Cell Catalyst Stability upon

Integration with Reforming – OFICeR, руководилац др Игор Пашти, ванредни професор.

Поред наведених пројеката, наставници и сарадници Факултета су ангажовани на великом броју међународних пројеката билатералне и мултилатералне сарадње, који ће додатно продубити научна истраживања и ускладити их са токовима савремених истраживања у области физичке хемије.

### **Материјална средства за реализацију научно-истраживачког рада**

Материјална средства за реализацију научно-истраживачког рада биће обезбеђена из:

1. Пројеката Фонда за науку
2. Пројеката Фонда за иновације
3. Међународних пројеката
4. Пројеката сарадње са привредом
5. Средства Министарства просвете, науке и технолошког развоја
6. Сопствениих средства Факултета

Кроз ова средства биће:

1. Набављана нова опрема и потрошни материјал за истраживања
2. Одржавана постојећа опрема
3. Унапређивани услови за научно-истраживачки рад
4. Финансирана истраживања студената мастер и докторских студија

Реализација наведених тачака биће планирана сваке године кроз финансијски план Факултета, а набавка и одржавање опреме и набавка потрошног материјала кроз план јавних набавки Факултета.

## **План за привлачење капиталних инвестиција**

План за привлачење капиталних инвестиција укључује:

1. Организацију промотивних кампања за промоцију Факултета као научне институције односно представљање његове научно-истраживачке изврсности, научно-истраживачких резултата и могућности пружања услуга, знања и трансфера технологија (наступи на конференцијама, форумима, скуповима, сајмовима).
2. Директно контактирање и изградња партнерства са потенцијалним инвеститорима-привредним друштвима, компанијама из земље и иностранства, дијаспором; сарадња са домаћим и регионалним организацијама/институцијама за привлачење инвестиција, пословним удружењима; потписивање краткотрајних или дугорочних уговора о пословно-техничкој сарадњи са инвеститорима, који подразумевају и њихова улагања у опрему на факултету
3. Развој нових патената и техничких решења и реализација постојећих у сарадњи са инвеститорима
4. Пријављивање на јавне позиве и програме (националне и иностране) везане за капиталне инвестиције које објављују министарства, развојне агенције или друге организације.

## **Дисеминација резултата и отворени приступ науци**

С обзиром да је научни рад на Факултету изузетно интензиван, основни вид дисеминације и промоције резултата ће бити у складу са уобичајеном праксом у научној заједници, а то су публикације у међународним научним часописима са рецензијом и презентација резултата на домаћим и међународним научним скуповима. Основна разлика у односу на претходне године ће бити усклађивање праксе у објављивању са принципима отворене науке и циљевима Платформе за

отворену науку Републике Србије. То значи да ће наставници и сарадници Факултета радити на отвореном приступу научним резултатима. С једне стране ово захтева значајна материјална издвајања ако је тежња публиковање у open access режиму. Међутим, коришћењем интернационалних репозиторијума препринта материјална издвајања могу бити значајно умањена. Научни рад на Факултету припада областима за које постоје познати и добро прихваћени међународни репозиторијуми као што су arXiv, ChemRxiv, bioRxiv, ECSaRxiv који омогућавају отворени приступ препринтима научних радова (у складу са политиком издавача часописа у којима су радови објављени). Факултет ће радити и на отвореном приступу подацима до којих се дошло током научно-истраживачког рада.

### **Иновације и трансфер технологије**

Иновације и трансфер технологије представљају основ развоја одрживог друштва, и један од основних задатака Факултета је да у наредном периоду значајно допринесе овом важном циљу.

Истраживања на Факултету за физичку хемију су фундаментална и апликативна. Према датом прегледу праваца истраживања у наредном периоду, постоји велики иновациони потенцијал и директна примењивост резултата у пракси. Наставници, сарадници и истраживачи Факултета су до сада пријавили значајан број патената, и ова пракса је планирана и у наредном периоду. Права интелектуалне својине биће регулисана Законом о иновационој делатности и регулисана уговорима којима је финансирано истраживање које је довело до иновације.

У оквиру потенцијалног трансфера технологије биће укључен Центар за трансфер технологије Универзитета у Београду.

## **Промоција и популаризација резултата научно-истраживачког рада**

Факултет ће активно радити на видљивости научних резултата наставника и сарадника и њиховом представљању широј јавности. Формирана је архива научних радова која је доступна преко интернет презентације Факултета – Архива РАдова МИлоје Стојиљковић (АРАМИС, <http://ffheng.ffh.bg.ac.rs/scientific-database/>). Ова база садржи све научне радове наставника и сарадника Факултета од 1901. године и редовно се ажурира на основу индексне базе Scopus. Архива је видљива и на насловној страни интернет презентације Факултета, а засебна страница на интернет презентацији је посвећена научним радовима од посебног значаја (научни радови у часописима са високим вредностима импакт фактора и високоцитираним научним радовима) - <http://www.ffh.bg.ac.rs/baza-odabranih-naucnih-radova/>. Поред тога, Факултет ће на својој интернет презентацији и путем званичних канала на друштвеним мрежама да даје објаве о најновијим научним радовима публикованим од стране наставника, сарадника и истраживача (<http://ffhglasnik.ffh.bg.ac.rs/ffh-najnoviji-naucni-radovi/>).

## **Интернационализација и мобилност**

Интернационализација и мобилност истраживача дају значајан допринос унапређењу научних компетенција наставника и сарадника Факултета. Факултет ће у периоду који обухвата овај Програм стимулирати мобилност наставника и сарадника. Наставници и сарадници ће нова стечена знања и искуства примењивати у научно-истраживачком раду и преносити их колегама кроз семинаре и практичне обуке.

Средства за интернационализацију Факултета и мобилност наставника, биће обезбеђена кроз научне пројекте који се реализују на Факултету, а уколико финансијске могућности дозвољавају и из сопствених средстава Факултета.

## **Укључивање студената у научни рад на свим нивоима студија**

Поред чињенице да студенти мастер и докторских студија учествују у научно-истраживачком раду Факултета кроз израде својих завршних радова, Факултет ће у наредном периоду додатно стимулисати рад Центра за научни рад студената (ЦНИРС). Рад овог центра огледа се у летњим праксама које студенти основних студија раде у истраживачким лабораторијама Факултета. Поред интензивирања рада ЦНИРС-а, Факултет ће додатно стимулисати учешће студената на студентским научним конференцијама и дисеминацију резултата њиховог рада.

## **Издавачка и библиотечка делатност и организација научних скупова**

Кроз издавачку делатност, Факултет ће тежити обједињавању нових научних резултата кроз различите публикације (монографије, поглавља у монографијама, зборници са конференција), промовисању изврности и добре истраживачке праксе.

Факултет ће објављивати уџбенике, монографије, збирке задатака, практикуме, и друге материјале чији су аутори наставници и сарадници Факултета, у складу са савременим токовима науке.

Факултет ће унапређивати библиотечки фонд и обезбети потребну информатичку инфраструктуру за приступ најновијим резултатима истраживања, а посебно ће акценат бити стављен на наставку набавки савремене стране литературе за библиотеку која покрива све области и наставне курсеве на Факултету.

У складу са досадашњом праксом, Факултет ће наставити да учествује у организацији скупа Physical Chemistry, међународне конференције која се одржава сваке друге године у Београду и наставиће да буде организатор

међународне конференције International Meeting on Materials Science for Energy Related Applications (IMMSERA).

### **Систематско праћење и евалуација научних резултата Факултета**

Факултет ће редовно пратити резултате научно-истраживачког рада својих наставника и сарадника. О оствареним научним резултатима и пројектима наставници ће редовно обавештавати Управу Факултета, а резултати истраживања свих наставника и сарадника ће бити сумирани у годишњи извештај Факултета који је јавно доступан на интернет страници Факултета. Такође, редовно ће се слати годишњи извештаји о научноистраживачким резултатима ресорном Министарству, Фонду за науку и надлежним организацијама које финансирају пројекте.

### **Етичка питања**

Етичка питања регулисана су важећим прописима Универзитета у Београду, Кодексом професионалне етике на Универзитету у Београду, и осталим релевантним прописима и законима. Запослени на Факултету ће се строго придржавати ових прописа у свом научно-истраживачком раду.

Реализацијом датог Програма научно-истраживачког рада за период 2021-2028.г, Факултет ће допринети стратегији развоја Републике Србије, деловати друштвено-одговорно, допринети бољој видљивости Универзитета у Београду у свету, и развијати нове генерације високо-компетентних научних радника признатих у земљи и свету.