

**ПЛАН НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОГ РАДА
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У
НИШУ ЗА АКРЕДИТАЦИОНИ ПЕРИОД**

Природно-математички факултет у Нишу је образовно-научна установа која реализује академске студијске програме и развија научноистраживачки и стручни рад у свим областима образовно-научног поља природно-математичких наука. Факултет реализује студијске програме и научна истраживања из одговарајуће научне области преко Департмана као образовне, научне и стручне организационе јединице. На Факултету постоје следећи департмани:

- Департман за биологију и екологију;
- Департман за географију;
- Департман за математику;
- Департман за рачунарске науке;
- Департман за физику;
- Департман за хемију.

ДЕПАРТМАН ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ

1. Досадашња научна делатност

Научноистраживачка делатност на Департману за биологију и екологију је реализована у оквиру ботаничких, зоолошких, еколошких и биотехнолошких истраживачких пројеката.

Реализована су микроморфолошка, фитохемијска и молекуларна истраживања биљака и њихови применљиви аспекти. Проучаван је биодиверзитет, одрживо коришћење и заштита биљног света Србије и Балканског полуострва, као и гајење лековитих и угрожених биљних врста у *in vitro* културама. Вршено је изоловање и идентификација природних производа биљака и лишајева и испитивање њихове биолошке активности и апликативне вредности. Развијане су нове електрохемијске и хемијске методе у синтези органских једињења од интереса за медицину и фармацију.

Спровођена су претклиничка и клиничка истраживањима гена и модулятора редокс ћелијске сигнализације у имунском, инфламаторном и пролиферативном одговору ћелије. Развијана је молекуларна дијагностика глиобластома и примена функционалних угљеничних наноцеви и наночестица злата за припрему дендритских ћелија у терапији

тумора. Радило се је на конструисању виртуелног коштано-зглобног система човека и његовој примени у претклиничкој и клиничкој пракси.

Испитиван је биодиверзитет кључних група артропода и биљних патогена у циљу унапређења коришћења земљишта у Србији.

Развијана је биосенсинг технологија и глобални систем за континуирана истраживања и интегрисано управљање екосистемима. Проучавани су механизми адаптација, биомониторинг и конзервација биодиверзитета.

Запослени на Департману за биологију и екологију су учествовали и у реализацији пројеката Завода за заштиту природе. Вршено је прибављање података и других услуга у циљу успостављања еколошке мреже у Републици Србији и Европској унији. Затим, прибављање података у циљу израде црвених листа појединачних група организама флоре, фауне и гљива у Републици Србији. Спровођен је мониторинг флоре, батрахо- и херпетофауне ПИО „Власина“, ПП „Сићевачка клисура“, СРП „Јелашничка клисура“ и СП „Рипаљка“ код Сокобање. Обављана је инвентаризација и процена стања кључних елемената (флоре, фауне, физичко-хемијских карактеристика станишта) заштићеног природног добра Споменик природе „Лалиначка слатина“.

Резултати истраживања су у периоду од 2018. до 2019. године били објављени у оквиру: 12 радова категорије M21a, 16 радова категорије M21, 20 радова категорије M22 и 26 радова категорије M23.

Научноистраживачка делатност запослених на Департману је реализована и у оквиру већег броја међународних пројеката попут Хоризонт 2020., Erasmus+, билаералних IPA пројеката, COST акција, ESOBIAS-а и др.

Департман за биологију и екологију је организовао међународни научни скуп - 13th Symposium on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions.

Наставници и сарадници Департмана су учествовали у међународним научним скуповима који су били одржани у Србији, Румунији, Мексику, Италији и Новом Зеланду.

2. Планирана истраживања

Департман за биологију и екологију ће се пријављивати на одговарајуће конкурсе за пројекте који се буду појављивали у средствима јавног информисања или на Интернету, самостално или у сарадњи са другим институцијама.

На Катедри за ботанику су планирана таксономска, анатомска, фитохемијска, фитогеографска и еколошка истраживања васкуларних биљака ради таксономске ревизије критичких таксона и процене угрожености одабраних таксона са циљем њихове конзервације. Затим, планира се прикупљање података о распрострањењу значајних (аутохтоних и алохтоних) таксона васкуларне флоре, утврђивање законитости просторног распореда специјског диверзитета, утврђивање степена инвазивности, утврђивање

биоиндикаторског потенцијала биљних врста и могућности примене у фитосанаџиске и фиторемедијацијске сврхе. Наставиће се еколошка и фитоценолошка истраживања одабраних вегетацијских типова. Вршиће се испитивање морфологије и структуре жлезданих трихома ароматичних биљака у односу на процес секреције биолошки активних једињења, као и испитивање ефекта срединских фактора на садржај и састав етарских уља ароматичних биљака и оптимизација услова за продукцију секундарних метаболита у *in vitro* културама изданака. Наставиће се теренска и лабораторијска истраживања флористичких, фитоценолошких и фитохемијских карактеристика пожаришта на планини Видлич и на депонијама и јаловиштима Рударско металуршко хемијског комбината „Трепча“. Планирана су фармаколшка и етнофармаколшка истраживања лековитих биљака југоисточне Србије са посебним освртом на Пиротски округ. Испитиваће се утицај хормоналних и нутритивних фактора на регенерацију врста *Micromeria pulegium*, *M. croatica* и *M. graeca* у култури *in vitro*. Вршиће се оптимизација услова за регенерацију биљака *Pinus heldreichii* и *P. peuce* путем соматске ембриогенезе. Испитиваће се физиолошки одговор биљке хиперакумулатора *Salsola tragus* на стресне услове високе концентрације минералних соли у хранљивој подлози *in vitro*.

На Катедри за експерименталну биологију и биотехнологију је планирано испитивање утицаја биљних уља на параметре оксидативног стреса, њихова генотоксичност и токсичност, као и ефекат нанопартикула титанијум диоксида на преживљавање, плодност, развиће и генску експресију у модел систему *Drosophila melanogaster*. Планиран је наставак прикупљања узорака и парафинских калупа дифузних глиома са циљем детерминације биомаркера специфичних за српску популацију пацијената. Вршиће се квантификација степена метилације промотора гена за O(6)-метилгуанин-ДНА метилтрансферазу (MGMT) у узорцима дифузних глиома методом метилационо-специфичног PCR-а (MS-PCR) и Real Time PCR-а. Затим, детерминација мутација гена за изоцитрат дехидрогеназу 1 и 2 (IDH1 и IDH2) у узорцима дифузних глиома методом PCR-а и секвенцирањем. Спроводиће се евалуација степена метилације промотора гена за протеин налик хитинази 3 (CHI3L1) и његове поузданости за предикцију и прогнозу глиобластома. Вршиће се молекуларно-биолошко истраживање гена (специфичних мутација) одговорних за губитак слуха: изолација ДНК из прикупљених узорака, квантификација изоловане qPCR и алел специфични PCR за селектоване мутације, квантификација узорака-класичан PCR и анализа амплификованих секвенци на генетичком анализатору. Испитиваће се фиторемедијациони потенцијал врсте *Lepidium sativum* у апсорпцији олова, цинка и бакра коришћењем биљних ћелијских култура и одређиваће се леталне и сублеталне концентрације апсорбованих метала. Радиће се на утврђивању ефеката етарских уља ароматичних биљака на раст патогена хране, у моделу хране, са циљем проналазак природних конзерванаса, као и утицаја етарских уља на факторе вируленције врста рода псеудомонас и биофилмове кандиди и стафилокока, на рефрентне сојење и изолате изазиваче ентероколитиса, као и на раст цревних коменсала. Вршиће се испитивање утицаја различитих форми витамина Д на зарастање дефеката у фемуру остеопоротичних пацова.

На Катедри за екологију и заштиту природе планирано је истраживање макроинвертебратских заједница водених екосистема у Србији. Спроводиће се теренска истраживања стајаћица и текућица слива Дунава у циљу утврђивања структуре и динамике заједница риба и макробескичмењака. Испитиваће се утицај честица нанопластике, микроалги и цијанотоксина на заједнице у акватичним екосистемима. Планирана су и еколошко-лишајска истраживања и зонирање квалитета ваздуха употребом, биолошких индикатора (лишаји, маховине) али и имплементацијом методе "лишајске трансплантације". Наставиће се фитохемијска истраживања одабраних таксона лишаја као потенцијалног извора биоактивних једињења и испитивање активности одабраних ензима у односу на различите утицаје абиотичког и антропогеног фактора али и животне средине у целини. Наставиће се мониторинг флоре ПИО „Власина“, ПП „Сићевачка клисура“, СРП „Јелашничка клисура“ и СП „Рипаљка“ код Сокобање. Биће настављена и инвентаризација и процена стања кључних елемената (флоре, фауне, физичко-хемијских карактеристика станишта) заштићеног природног добра Споменик природе „Лалиначка слатина“.

На Катедри за зоологију су планирана таксономска, анатомска и еколошка истраживања животиња са циљем њихове конзервације. Наставиће се проучавања популационе структуре поскока на територији Србије, анализа генетичког диверзитета популација са овог простора, утврђивање ефеката претходне експлоатације на величину популације, фенотипску и генетичку варијабилност, процена нивоа угрожености популација од претпостављених климатских промена у блиској будућности и услед негативног става локалног становништва о овој врсти. Радиће се на препознавању национално приоритетних популација за очување и развијање методологија неопходних за започињање и одржавање дугорочног мониторинга поскока као дивље врсте од значаја за медицину и фармацију. Наставиће се проучавања структуре одабраних популација шумске корњаче на територији Србије и процењивање преференције станишта и антропогеног притиска на врсту ради дефинисања функционалних мера за смањење фактора угрожености. Такође, биће настављена и проучавања просторне динамике заједница врста водоземаца и гмизаваца природних и антропогено измењених локалитета, као и проучавање промена просторног распореда и динамике заједница врста водоземаца у контексту климатских промена и антропогеног утицаја. Планирана су даља испитивања паразитоида и њиховог потенцијала у биолошкој контроли биљних штеточина. Планирано је учешће у билатералном пројекту Србија-Белорусија „Dynamics and main factors of the reduction of amphibian populations in Belarus and Serbia during of their global crisis“, 2020-2021. Радиће се на развоју Биологер базе података, која је доступна на страници biologer.org (и biologer.rs) у циљу израде црвене листе дневних лептира.

Департман за биологију и екологију планира организацију међународног научног скупа - 14th Symposium on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions, редовно издавање часописа *Biologica Nyssana* и објављивање неколико монографија од националног значаја. Очекују се публикација добијених резултата истраживања у већем броју научних часописа категорија M21, M22, M23.

3. Перспектива развоја

Планирано је аплицирање за на националне и међународне пројекте у складу са текућим позивима, као и учешће на актуелним домаћим и међународним научним скуповима у виду предавања по позиву или усменог излагања резултата истраживања. Очекује се увођење младих истраживача у научни рад, као и одбрана неколико докторских дисертација.

Осим тога, радило би се на успостављању и ширењу сарадње са академским и научним домаћим и иностраним институцијама и на сарадњи са локалним образовним, административним, научним, стручним и информативним организацијама кроз трибине, научно-популарна предавања, специјализоване информативне емисије електронских медија, чланци и фељтони у писаним медијима и сл.

ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ

1. Досадашња научна делатност

Департман за географију Природно-математичког факултета у Нишу у оквиру своје делатности, осим образовања, интензивно развија и научноистраживачки рад као основну поставку развоја и осавремењивања високошколске наставе. У оквиру научноистраживачке делатности, департман обавља и развија научни рад самостално или у сарадњи са другим научним институцијама на националном и међународном нивоу. Научне активности се одвијају у оквиру фундаменталних и примењених истраживања из области регионалне географије, демографије, геопросторних основа животне средине и туризмологије.

Програм научноистраживачког рада био је фокусиран на три основна приоритета:

1. научноистраживачког рада у оквиру постојећих пројеката,
2. подстицање и почетак рада на припреми нових научноистраживачких пројеката међународног и националног значаја,
3. рад на побољшању услова за повећање обима и квалитета научног истраживања у наредном периоду.

Научноистраживачки рад Депармана за географију одвијао се у сагласности са постојећим циклусом истраживања по Конкурсу за пројекте основних истраживања, технолошког развоја, интегралних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2019. година, који је расписало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Кроз постојеће пројекте финансиране од стране Министарства, током овог циклуса на Департману су се реализовала два пројекта основних истраживања и један пројекат из области интегралних интердисциплинарних истраживања, при чему Департман није био

носилац ових пројеката. Што се тиче билатералних пројеката, Департман је носилац реализације једног пројекта.

Пројекти одобрени на основу Конкурса за пројекте основних истраживања за период од 2011. до 2019. године Министарства просвете, науке и технолошког развоја на којима су били ангажовани наставници и сарадници Департмана за географију а носиоци су друге НИО су:

1. Развојни програми ревитализације села Србије (176008);
2. Одрживост идентитета Срба и националних мањина у пограничним општинама источне и југоисточне Србије (179013).

Пројекат ИИИ истраживања на којем су учествовали наставници и сарадници са Департмана, а носилац је друга НИО је:

1. Нове технологије за мониторинг и заштиту животног окружења од штетних хемијских супстанци и радијационог оптерећења (43009).

Истраживача са Департмана за географију ангажовани су на истраживању комплексних геопросторних проблема и процеса руралних простора. Истраживачки рад обликован је циљевима и задацима постављеним националним пројектом основних истраживања Развојни програми ревитализације села Србије“ број ОИ 176008. Досадашња истраживања била су усмерена на анализу могућности ревитализације демографски и социо-економски угрожених руралних насеља на простору Србије.

Истраживачи на пројекту ИИИ 43009 су били ангажовани на проучавању интензитета ерозивних процеса, као и њиховој просторној и временској дистрибуцији, на више локалитета у нашој земљи коришћењем различитих метода: теренских, лабораторијских, емпиријских, а највише коришћењем просторне и вертикалне дистрибуције радиоактивног Cs-137 и хидротехничких метода. Проучаван је и утицај различитих фактора средине на овај штетни процес. Различитим статистичким методама изучаван је тренд промене водности река, као и вредности климатских елемената који имају утицаја на тренд протицаја. У оквиру пројекта ИИИ 43009 остварена је научна сарадња са истраживачима Института за нуклеарне науке „Винча“. Сарадња је резултирала учешћем на друга два међународна пројекта: Strengthening the Capacities for Soil Erosion Assessment Using Nuclear Techniques to Support Implementation of Sustainable Land Management Practices (SRB5003), 2018–2019, International Atomic Energy Agency, као и COST Action – CA15211 – Atmospheric Electricity Network: coupling with the Earth System, climate and biological systems. Научна сардања је остварена и са следећим институцијама:

1. Међународном агенцијом за атомску енергију IAEA – Emil Fulajtar;
2. Департманом за Географију, урбанизам и просторно планирање Универзитета Кантабрије у Сантандеру – Pablo Fernandez de Arroyabe Hernaez;
3. Департманом за земљиште и воду, EEAD-CSIS, Сарагоса, Шпанија – Ana Navas.

У претходном периоду, научноистраживачки рад из области туризма одвијао се у оквиру неколико научних пројеката (Националном, Билатералном, Еразмус+ и ИПА) и бавио се

истраживањем планинског туризма, сезоналним кретањима туриста у планинским центрима Србије и Словеније, бањским туризмом, израдом Стратегије за развој спорта и туризма града Пирота и Вршеца (Бугарска), бањским туризмом, спортским туризмом, испитивањем сегментације туристичког тржишта, маркетингом, хотелијерством и културним туризмом. Такође, истраживања су вршена из области конкурентности у туризму и економских ефеката развоја туризма. Посебна пажња је била усмерена ка истраживању и квантификацији утицаја информационих технологија и људских ресурса на конкурентност дестинација.

Истраживачки рад се одвијао и у оквиру пројекта “Дигитализација културних и верских објеката на територији заједнице српских општина и стварање базе гео-просторних података”, који се реализовао на Универзитету у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици. Пројекат се односио на стварање геобазе података у општинама са српском већином на Косову и Метохији.

Научноистраживачким радом у оквиру пројекта Одрживост идентитета Срба и националних мањина у пограничним општинама источне и југоисточне Србије (179013) сагледан је привредни, социјални, еколошки и културни капацитет сваке општине понаособ, као и идентитет Срба и мањина у интеркултуралној и прекограничној перспективи, ради формулисања опште и посебних стратегија одрживог развоја.

2. Планирана истраживања

У наредном периоду планиране су активности везане за учешће у међународним пројектима, заједничка научна истраживања са институцијама у земљи и региону, мобилности студената и наставника, као и учешће наших наставника као гостујућих професора на домаћим и страним универзитетима.

Планира се наставак започетих истраживања и отварање нових тема из области регионалне географије, демографије, геопросторних основа животне средине и туризмологије.

Циљ истраживачког рада у периоду 2020 - 2024. године биће проучавање свих фактора и одредница привредног и демографског развоја као и савременог стања и перспективе популационе политике на простору Републике Србије. Истраживачким радом највише ће бити обухваћени трендови у кретању броја становника, промени просторног размештаја становништва, густине насељености, природном кретању али и развоју свих осталих демографских структура (биолошке, социо–економске...). Истраживачи са Катедре за регионалну географију ће фокус истраживања усмерити и на савремене рурално-урбане везе и односе (како демографске, привредне тако и физиономско-функционалне). Посебна пажња посветиће се примени савремених геопросторних технологија у отклањању актуелних проблема руралних простора као што су прекомерна сеча шума, појава шумских пожара, ефикаснија организација пољопривреде и друго. Потенцијални проблеми дефорестације у руралним подручјима ће се пратити употребом слободних

података сателитских платформи као што су Лендсет 5-8 (Landsat 5-8) и Сентинел 1 и 2 (Sentinel 1 & 2).

Истраживачи са Природно-математичког факултета у Нишу који су били ангажовани на пројекту ИИИ 43009 планирају наставак ранијих и почетак нових теренских истраживања у оквиру нових пројектних активности. Планира се завршетак узорковања земљишта у околини локалитета Бабин Кал. Нова узорковања земљишта обавиће се и на простору око Власинског језера, западно од већ узоркованог локалитета Угљарштина, ради поређења степена ерозије на блиским локалитетима. У оквиру истраживања планира се и проспекција других терена, нарочито оних који су угрожени штетним процесом ерозије, као што су делови Старе планине, сливови Црвене и Кутинске реке и др. План је да се током периода истраживања формира што већа база података у циљу борбе против ерозије.

Планирана је набавка неколико уређаја неопходних за истраживачке активности током наредних неколико година. Потребна је набавка квалитетног корера ради узорковања земљишта без ремећења земљишних хоризоната и земљишних слојева. За потребе израде прецизних 3D модела терена, неопходних за исправну интерпретацију дистрибуције концентрација ^{137}Cs , планира се прикупљање геопросторних података даљинском детекцијом коришћењем дрона са камером као и ручног LIDAR уређаја.

Очекује се да ће резултати истраживања показати јачи степен ерозије на подручју Бабиног Кала и слабију ерозију на подручју Власинског језера. Очекују се резултати који ће потврдити поузданост методе коришћења просторне и вертикалне дистрибуције радиоактивног ^{137}Cs за утврђивање степена ерозије земљишта. На основу података добијених теренским истраживањем очекује се објављивање више научних радова у међународним и домаћим часописима.

Израда модела терена добијеног фотограметријским снимањем уз помоћ дрона и Lidara-а 3D модела високе резолуције који би се могао искористити за утврђивање индекса конективности (Connectivity Index - IC) и WATEM/SEDEM модела. То ће помоћи у утврђивању места ерозије и депозиције (акумулације), олакшати анализу и разумевање процеса и дати могућност предлагања мера за успоравање и сузбијање ерозионог процеса. Оба модела и индекс конективности и WATEM/SEDEM модел имају примену у прецизнијем утврђивању интензитета ерозије. Када се сакупе сви подаци, провериће се корелације између индекса конективности и ^{137}Cs , нутријената у земљишту и осталих мерљивих параметара и видети како оне утичу на одређивање ерозије.

У наредном периоду планира се наставак започетих истраживања, као и отварање нових тема у области бањског, спортског и градског туризма. Радиће се на изучавању нових видова кретања, туристичком планирању простора одређених бањских центара и могућностима за прављење нових пројеката и израдом Стратегија за развој различитих видова туризма у бањским и планинским центрима, као и могућношћу пвезивања више врста туристичких кретања у оквиру једног туристичког места. Посебан акценат ће се ставити на планински, бањски и спортски туризам, туристичку опремљеност, кретање туриста и поставке које су неопходне туристичким центрима како би изашле и пружиле

понуду страним туристима на међународном туристичком тржишту. Поред тога, истраживање ће бити усмерено и на однос туриста према новонасталој Covid-19 пандемији.

У наредном периоду истраживања биће усмерена ка модификацији постојећих модела за мерење конкурентности привреде и дестинације, као и истраживању утицаја корона вируса на конкурентност привреда и дестинација, али и испитивању промена економских ефеката развоја туризма у новонасталим условима.

3. Перспектива развоја

Перспективе научноистраживачког рада истраживача који се баве руралним просторима биће усмерени у два смера.

- Планира се промоција досадашњих резултата најпре на локалном нивоу у циљу подизања свести локалних самоуправа и друштвене заједнице о значају проблема депопулације, пре свега у истраженим руралним срединама. Резултати добијени овим истраживањима могу да послуже као основа за креирање популационе политике у будућности и тиме буду интересантни привредним субјектима или доносиоцима одлука ради привлачења инвестиција као што су Европски фондови или фондови Уједињених нација (United Nations Development Programme).
- Други смер будућих истраживања руралних простора биће усмерен на природне непогоде и појаве које су евидентирани у истим просторима. Савременим геопросторним технологијама уз примену геостатистичких метода (Просторна аутокорелација, Аналитичко-хијерерхијски процес и друге) анализираће се осетљивост и рањивост терена сеоских насеља од појаве поплава, клизишта и других ерозионих процеса.

Резултати истраживања о стању ерозије на истраживаним подручјима биће промовисани преко научних и научно-популарних предавања која ће се организовати како на Природно-математичком факултету у Нишу, тако и у простору институција са којима су истраживачи остварили научну сарадњу у оквиру ових истраживања, пре свега Институтом за нуклеарне науке „Винча“. Резултати истраживања ће свакако бити интересантни и локалним и регионалним властима посебно из крајева у којима ће се вршити истраживања.

Један од важних задатака Факултета и Департмана у наредном периоду биће подизање нивоа научне компетенције, што би за резултат имало повећање броја пројеката, а самим тим и створило могућност за освремењивање опреме и квалитетнија теренска истраживања.

ДЕПАРТМАН ЗА МАТЕМАТИКУ

1. Досадашња научна делатност

На Департману за математику вршена су истраживања из функционалне анализе, теорије оператора, линеарне алгебре и опште алгебре, статистике, стохастике, теорије диференцијалних једначина и диференцијалне геометрије.

Изучавана су разна својства Банахових и C^* -алгебри, пре свега у вези са инвертибилношћу и уопштем инвертибилношћу елемената у тим структурама. Испитивани су разни видови парцијалних уређења. Неки резултати су доказани у општим алгебарским структурама (прстени са или без инволуције, Берови прстени).

Изучавани су ограничени и затворени линеарни оператори на Банаховим просторима, Хилбертовим просторима и Хилбертовим C^* -модулима. Испитивана су спектрална и Фредхолмова својства ових оператора. Нека својства су у вези са уопштем инвертибилношћу у смислу Мур-Пенроуза или Дразина. Формиране су разне методе за решавање операторских и матричних једначина. Изучавана је Силвестрова операторска једначина.

Изучавани су семи-Б-Фредхолмови оператори, дата је карактеризација ових оператора преко тополошког униформног пада и квази-Фредхолмности, и као последица добијени су резултати у вези унутрашњости, рубова и полиномијално конвексних љуски одговарајућих спектра.

Уведен је и изучаван појам генералисане Като-мероморфне декомпозиције и генералисано Дразин-мероморфно инвертибилних оператора. Такође су изучавани оператори које се разлажу на суму једног мероморфног оператора и једног одоздо ограниченог (сурјективног, горњег (доњег) семи-Фредхолмовог, горњег (доњег) семи-Вајловог) оператора.

Примењени су добијени резултати на разне карактеризације уопштене инвертибилности комплексних матрица, као и примене на разне типове матричних једначина и парцијалних уређења у скупу матрица.

Између осталог радило се на проблемима комплетирања операторских матрица. Специјално наше истраживање је обухватило разматрање следећих проблема:

- комплетирања операторске матрице $M(X)$ до инјективности на Банаховим и Хилбертовим просторима,
- комплетирања операторске матрице $M(X)$ до Като несингуларности на Банаховим и Хилбертовим просторима,
- решавање различитих типова операторских једначина.

Спроведена су истраживања везана за отворене проблеме теорије уопштених инверза и њихове примене, специјално у решавању одређених типова једначина. Разматрани су следећи проблеми:

- закона обрнутог редоследа у случајевима $\{1,3\}$, $\{1,4\}$, $\{1,2,3\}$, $\{1,2,4\}$ и $\{1,3,4\}$ инверза на простору ограничених оператора, у оквиру кога су се разматрале неистражене инклузије за n елемената,
- закона обрнутог редоследа Дразиновог инверза, у оквиру кога се радило на проналажењу потребних и довољних услова за важење овог закона на скупу матрица у случају произвољног броја елемената; овај проблем је разматран и на скупу регуларних оператора и регуларних елемената Банахових алгебри и прстенова,
- примена Дразиновог инверза и закона обрнутог редоследа за Дразинов инверз у решавању неких једначина.

Истраживања у теорији фиксне тачке и примена су била фокусирана на конусне метричке просторе са потпуно измењеним приступом који је подразумевао комбиновања истраживања из теорије оператора и класичне функционалне анализе. Остварени резултати се односе на уопштења познатих теорема из теорије фиксне тачке попут Јунгове, Тирићеве, теореме Харди-Роџерса, теореме Даса и Наика и многих других. Већи сегмент истраживања се односио на резултате Перова, али на конусним метричким просторима, те широк спектар примене који ови резултати омогућавају. Акцент је стављен на решавања диференцијалних, интегралних и операторских једначина, али и на испитивање Улам стабилности ових типова једначина. Поред тога, остварени су одређени резултати и на b -метричким и парцијалним метричким просторима.

Изучавано је асимптотско понашање решења нелинеарних диференцијалних једначина и нелинеарних диференцијалних једначина применом теорије правилно променљивих функција и низова.

Проучавани су различити стохастички популациони модели, посебно модели који укључују Алее ефект. Као илустрација добијених теоријских резултата разматрани су услови који обезбеђују опстанак, односно истребљење конкретних. Случајни утицаји средине на стабилност тривијалног и/или ендемског еквилибријума проучавани су за моделе болести које преносе вектори, ХИВ моделе, моделе хероинске зависности и друге епидемиолошке моделе.

Проучавања конвергенције и стабилности имплицитних нумеричких метода за класу високо нелинеарних стохастичких диференцијалних једначина са константним кашњењем довела су до применљиве методе за велику класу експлицитно нерешивих једначина.

Истраживања из области backward стохастичких диференцијалних једначина резултирала су тиме да су добијени неопходни услови при којима се веома комплексне backward Volterra стохастичке диференцијалне једначине могу свести на једноставније. Поред тога, разматрани су услови егзистенције решења doubly backward стохастичких диференцијалних једначина са непрекидним коефицијентима, теореме упоређивања и егзистенција минималног и максималног решења.

Разматрано је бесконачно мало савијање кривих и чворова у R^3 , промена Вилморове енергије, као и Мебиусове енергије под бесконачно малим савијањем чворова. У случају

савијања површина проучавано је варирање величина као што је оператор облика. Оператор облика је добар начин за мерење начина на који се регуларна површина савија.

Разматране су различите класе пресликавања Ајзенхарт-Риманових простора, као на пример геодезијска, скоро геодезијска F -планарна, холморфно пројективна пресликавања. Изучавани су разни инваријантни објекти оваквих пресликавања. Дефинисана је нова класа генерализаних Келерових и пара-Келерових простора помоћу две различите врсте коваријантних извода. Наглашена су нека својства тензора кривине, као и својства одговарајућих Ричијевих тензора нових генерализованих пара-Келерових простора.

2. Планирана истраживања

Планира се наставак започетих истраживања, као и отварање нових тема у области функционалне анализе, теорије оператора, линеарне алгебре, статистике, стохастике, теорије диференцијалних једначина и диференцијалне геометрије.

Изучаваће се нови типови операторских и матричних једначина са применама на нумеричке методе линеарне алгебре.

Планира се изучавање оператора који су директна сума једног оператора који има тополошки униформни пад и једног квази-нилпотентног оператора.

Изучаваће се даљи видови уопштене инвертибилности у разним структурама, са применама на парцијална уређења и спектралну теорију оператора. Изучаваће се даљи видови стохастичких особина оператора на дискретним и непрекиндим Лебеговим просторима. Развијаће се теорија линеарних оператора на Хилбертовим C^* -модулима.

У наредном периоду планира се да се настави са започетим проучавањима у области стационарних и нестационарних временских низова са целобројним вредностима. Посебна пажња биће посвећена конструкцији и проучавању особина временских низова којима се могу објаснити многобројне појаве везане за управо завршену пандемију и активности одговарајућег вируса.

Предмет истраживања из области диференцијалних једначина биће у два правца:

- асимптотско понашање решења нелинеарних диференцијалних једначина и нелинеарних q -диференцијалних једначина применом теорије правилно променљивих низова и теорије q -Караматиних функција,
- глобална анализа стабилности и бифуркациона анализа математичких модела у епидемиологији.

Биће показано како примена теорије правилно променљивих низова и теорија фиксне тачке даје могућност показивања егзистенције и добијања прецизних асимптотских формула позитивних решења нелинеарних диференцијалних једначина другог и вишег реда, као и цикличних система нелинеарних диференцијалних једначина типа Emden-Fowler. Наше истраживање ће бити усмерено и ка обједињавању и уопштењу резултата о асимптотским

својствима решења диференцијалних и диференцијалних једначина разматрајући квалитативну структуру решења полулинеарних q -диференцијалних једначина другог реда и нелинеарних q -диференцијалних једначина другог реда уз примену теорије q -Караматиних функција.

Други правац истраживања биће усмерен ка формирању и глобалној анализи стабилности нових математичких модела у епидемиологији – математичких ХИВ/АИДС модела, математичких модела туберкулозе и грипа, математичких модела ширења злонамерних софтвера у рачунарским мрежама, као и бифуркационе анализе формираних модела у зависности од кључних параметра система.

Планира се наставак и проширење започетих истраживања на пољу стабилности различитих типова стохастичких популационих и епидемиолошких модела, при чему се добијени резултати илуструју реалним примерима. Наставља се истраживање из области упоредне анализе неких својстава тачног решења неутралних стохастичких диференцијалних једначина са кашњењем и апроксимативних решења, генерисаних применом различитих нумеричких метода. Ослабљују се услови који омогућавају да једначине, добијене развојем коефицијената различитих типова стохастичких диференцијалних једначина у Тејлоров ред, представљају добре апроксимације решења полазних једначина. Проширују се истраживања везана за егзистенцију, јединственост и зависност од параметара решења backward стохастичких диференцијалних једначина.

Осим наставка досадашњих истраживања планирана су и нова истраживања у области нумеричке анализе, која ће се бавити проблемима конструкције итеративних метода за решавање нелинеарних једначина. Ова истраживања би обухватила следеће проблеме:

- Конструкција итеративних n -корачних метода за решавање нелинеарних једначина високог реда конвергенције;
- Анализа својстава оптималности реда конвергенције и рачунске ефикасности добијених метода и дефинисање почетних услова за гарантовану конвергенцију;
- Већ остварени резултати на пољу примене теорема из теорије фиксне тачке на проблем стабилности функционалних једначина ће бити потенцијално продубљени са освртом на примену и шири спектар покривености и утицаја у односу на класичне резултате, између осталог, Улам стабилности. Проучаваће се и обрада слика и утицај неких класичних резултата на ову област.

Планирано је даље изучавање простора несиметричне афине конекције, генерисаних Риманових простора, разних генерализација Келерових простора, као и геодезијских, скоро геодезијских, холморфно пројективних, бихолморфно пројективних и других пресликавања ових простора.

Планирано је даље истраживање облика кривих, чворова и површи као и примена на изучавању биолошких система.

Релације везане за различите врсте Римановог простора, специјално за генерисане Риманове просторе и просторе несиметричне афине конекције резултираће синтезом различитих резултата који се тичу геометрије површи и понашања геодезика на њима, као

и техникама које се могу применити у истраживању пресликавања различитих многострукости.

3. Перспектива развоја

Будућа истраживања покривају веома актуелне теме из различитих области математике. Досадашњи научни резултати у овим областима оправдавају даља истраживања. Очекује се продубљивање постојећих резултата на решавање конкретних проблема са непосредним применама у математици и другим наукама. Очекује се одбрана неколико докторских дисертација у овој области, као и увођење младих у научни рад.

ДЕПАРТМАН ЗА РАЧУНАРСКЕ НАУКЕ

1. Досадашња научна делатност

Досадашња научно-истраживачка делатност на Департману за рачунарске науке обављала се највећим делом кроз научноистраживачке пројекте Министарства просвете, науке и тех-нолошког развоја, у оквиру Програма основних истраживања. У периоду од 2011. до 2019. године наставници и сарадници са Департмана су били укључени у реализацију 3 научно-истраживачка пројекта МПНТР:

1. Развој метода израчунавања и процесирања информација: теорија и примене, носилац: Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, руководилац: проф. др Мирослав Ћирић, 22 учесника са Департмана за рачунарске науке;
2. Теорија графова и математичко програмирање са применама у хемији и рачунарству, носилац: Математички институт САНУ, Београд, руководилац: др Татјана Давидовић, 3 учесника са Департмана за рачунарске науке;
3. Геометрија, образовање и визуелизација са применама, носилац: Математички факултет Универзитета у Београду, руководилац: проф. др Зоран Ракић, 1 учесник са Департмана за рачунарске науке.

У том периоду, они су публиковали 280 научних радова у часописима категорија М21а, М21, М22 и М23, од чега 73 у часописима категорије М21а, 106 у М21, 69 у М22 и 32 у М23. Објављене су две монографије међународног значаја и једна монографија националног значаја, и одбрањено 12 докторских дисертација.

Наставни и научни кадар са Департмана за рачунарске науке имао је и интензивну међународну научну сарадњу. У периоду од 2011. до 2019. године реализовано је више међународних научних пројеката са научницима из Немачке, Кине и Словачке, а такође је остварен и велики број личних научних контаката, у оквиру чега је на радовима наших аутора било више од 130 коаутора из 34 стране земље.

2. Планирана истраживања

- Развој општих метода за решавање једначина и неједначина дефинисаних резидуираним функцијама;
- Развој метода за решавање разних типова фази релацијских једначина и неједначина и матричних једначина и неједначина за матрице над max-plus кванталом;
- Позициона анализа у више-модалитетним фази социјалним мрежама, изучавање бисимулација за фази социјалне мреже;
- Изучавање уопштених инверза матрица, тензора, пресликавања, ..., уопштени инверзи у разним алгебарским структурама (полугрупе, прстени, ...), развој директних и итеративних метода за израчунавање уопштених инверза;
- Развој метода за решавање матричних једначина са полу-тензорским производом, развој метода за израчунавање уопштених инверза матрица у односу на полу-тензорски производ;
- Развој симболичких метода за израчунавање уопштених инверза, примена симболичких израчунавања у разним областима математике и рачунарских наука, примена симболичких израчунавања преко специјализација и коришћењем Гробнерових база;
- Изучавање тежинских контекстно независних граматика и потисних аутомата са различитим видовима прихватања, изучавање max-plus аутомата;
- Изучавање бисимулација за фази модалне логике и фази дескрипционе логике над разним фази структурама;
- Развој метода за решавање разних оптимизационих проблема, у области нелинеарног програмирања, вишекритеријумске оптимизације, решавања локацијских проблема, минимизације квадратних форми и примене у израчунавању уопштених инверза;
- Примена вештачких неуронских мрежа у решавању система линеарних једначина и матричних једначина, у решавању оптимизационих проблема и израчунавању уопштених инверза;
- Примена GPU програмирања у неуронским мрежама и на проблеме триангулације;
- Примене ретко-поседнутих (*sparse*) и структурираних матрица у матричним израчунавањима, теорији графова и рестаурацији слика;
- Обрада говорног језика - екстракција информација, семантичко парсирање, аутоматско постављање питања и одговарање на питања;
- Мулти модално закључивање у неуронским мрежама које као улаз користи текст, слику, видео и аудио сигнале;
- Интелигентна обрада слике, видеа и аудио сигнала;
- Предикција временских серија;
- Спектрално кластеровање;
- Учење сигналом појачања;
- Паралелне и дистрибуиране архитектуре и алгоритми машинског учења;
- Алгоритми и методи учења аутомата;
- Бисимулација и редукција пробабилистичких аутомата;

- Алгоритми за генерисање секвенци целих бројева индукованих различитим Каталановим објектима. Методе за триангулацију конвексних полинома. Примена бинарних низова који су Каталанови објекти у криптографији.
- Конструкција, поређење и редукција мрежа насталих из великих и комплексних скупова података (Big Data);
- Наставак истраживања бесконачно малих деформација у Еуклидском простору на кривама и површима, посебно на чворовима. Израчунавање разних врста и облика енергија дефинисаних на геометријским фигурама, њихове промене при бесконачно малим деформацијама, са посебним нагласком и фокусом на чворове. Визуелизација добијених резултата и визуелизација расподела енергија по геометријским фигурама без, као и са примењеним деформацијама;
- Ново истраживање бесконачно малих деформација на кривама и површима у Римановим просторима. Израчунавања енергија и визуелизација расподеле по кривама и површима;
- Унапређење перформанси постојећих и истраживање нових алгоритама за налажење најкраћих путева у графу (безусловних и под додатним условима);
- Примене нових алгоритама на графовима, такође и у геометрији на површима.

3. Перспектива развоја

Даљи развој научно-истраживачке делатности на Департману за рачунарске науке биће оствариван кроз учешће истраживача са Департмана у реализацији разних пројеката Фонда за науку Републике Србије, као и кроз још интензивније учешће у реализацији разних међународних научних пројеката.

Истраживачи са Департмана за рачунарске науке пријавили су један пројекат код Фонда за науку Републике Србије у оквиру Програма за развој пројеката из области вештачке интелигенције, а припремају се и пријаве за више пројеката из Програма ИДЕЈЕ.

Пријављени су и научни пројекти са Џишоу Универзитетом (Jishou University) из Кине, у оквиру Програма заједничког финансирања истраживачких и развојних пројеката од стране влада Републике Србије и Народне Републике Кине, као и са Ланцоу Универзитетом (Lanzhou University) из Кине, у оквиру Програма суфинансирања научне и технолошке са-радње између Републике Србије и Народне Републике Кине. Осим тога, у припреми је и пројекат са Институтом за технологију и науку Бирла, Пилани, Индија, и Индијским инсти-тутом за технологију, Делхи, Индија, који ће бити пријављен у оквиру Програма суфинанси-рања научне и технолошке сарадње између Републике Србије и Републике Индије, а истра-живачи са Департмана ће узети учешће и на пројекту који се за овај исти програм припрема са Националним технолошким институтом, Сурат, Индија.

ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ

1. Досадашња научна делатност

(а) Електрични пробој гасова и гасна пражњења. Генерализована је статистика електронске емисије и заснована на мултиелектронској емисији и биномној расподели. Развијена је теорија корелације статистичког и времена формирања пражњења и одређени су корелациони коефицијенти у широком опсегу електронских приноса. Испитиван је меморијски ефекат у гасовима и уведени су меморијски коефицијенти за његову квантификацију. Развијен је флуидни модел за моделовање времена формирања, статичких пробојних напона, Пашенових кривих и облика пробојних импулса. Експериментално и теоријски је доказано постојање другог реда површинске рекомбинације атома азота на површинама стакла и нерђајућег челика у синтетичком ваздуху који прелази у први ред. Развијени су нумерички модели за израчунавање концентрације електрона, јона и атома азота у синтетичком ваздуху у стационарном стању и релаксацији. Развијен је Монте Карло модел за транспорт електрона, који је верификован помоћу Ридовог модела, а затим примењен за описивање електронских лавина у гасу. Генерализована је статистика развоја електронске лавине и заснована на мултиелектронској емисији и негативној биномној расподели. Испитиван је утицај статистике емисије електрона на статистику развоја електронске лавине. Статистика стационарне електронске емисије је описана Поасоновом расподелом и број емитованих електрона је параметар у негативној биномној расподели која описује расподелу броја електрона у лавини. Нестационарна електронска емисија је описана модификованом Поасоновом расподелом, а лавинска статистика у том случају смешом негативних биномних расподела.

б) Истраживање односа између физичке и менталне каузалности, као и метафизичког статуса принципа Узрочне затворености физичког домена. Са тачке гледишта физике посебно је важно указивање на релевантност разматрања везаних за интерпретацију Другог принципа термодинамике и мисаоног експеримента са Максвеловим демоном за дубље разумевање интеракције свести посматрача са његовим физичким својствима.

(в) Проучавана је електромагнетно индукована транспарентност у стационарном режиму у полупроводничким наноструктурама користећи полукласични модел и модел квантно-конфинираног атома, као и у атомским системима са дегенерисаним нивоима. Такође је проучаван и транзијентни период при успостављању наведеног кохерентног ефекта у полупроводничким наноструктурама.

(г) Рађења су истраживања у области радијационе физике. Мерена је радиоактивност узорака из животне средине и израчунавана одговарајућа доза. Одређиване су концентрације радона у затвореним просторијама и одговарајуће ефективне дозе.

(д) Досадашња научна делатност укључивала је истраживања из области фотонике и нелинеарне динамике. Проучавани су екстремни догађаји у контексту фоторефрактивних

кристала и суперконтинуума. Показано је да неуронске мреже могу да се користе за идентификацију и класификацију естремних догађаја у фоторефрактивним кристалима. Проучавана је и статистика ових догађаја у Салерно решетки са два типа нелинеарности, локалном и нелокалном. Показано је да неке статистичке мере могу да се користе као критеријум за разликовање динамичких режима екстремних догађаја као и показатељи постојања ових догађаја у систему.

(ђ) Употреба примера из биомеханике у настави механике. Пре наших публикација, у литератури није постојао ниједан пример употребе дизања тегова (*powerlifting*) за подучавање физике. Остварени су и публиковани следећи резултати: (а) извршена је анализа како распоред масе у плочама утиче на извођење вежбе, чак и ако је маса тега једнака; (б) израчуната је сила која делује на лумбални део кичме приликом подизања терета; (в) израчунат је момент силе који се јавља у коленима приликом извођења вежбе чучањ. Добијени теоријски резултати на једноставним моделима у одличном су слагању са публикованим експерименталним резултатима из биомеханике.

Проучавање силе трења – статичког, клизања и котрљања. Осмишљен је низ демонстрационих огледа и спроведено иницијално педагошко истраживања са ученицима гимназије „Бора Станковић“ у Нишу. За потребе тог истраживања отпочело је креирање концептуалног теста о трењу.

Нормална сила у динамици крутог тела. Представљен је „парадокс“ са оријентацијом нормалне силе, пружено адекватно објашњење и осмишљен једноставан оглед који потврђује дато објашњење.

(и) Разматрани су минисуперпросторни космолошки модели чији се класичани Лагранжијани погодним трансформацијама могу свести на Лагранжијан два декуплована осцилатора или на Лагранжијан слободне релативистичке честице. У случају двоосцилаторних модела извршена је класификација у зависности од тога да ли су декупловани осцилатори хармонијски или инвертовани хармонијски, да ли су истих или различитих фреквенци и да ли им се енергије сабирају или одузимају у укупном Хамилтонијану система. Модели су разматрани у класичном, стандардном квантном, p -адичном и некомутативном случају. У класичном случају за све моделе су, након написаних Лагранжијана, одређене класичне једначине кретања (а за конкретне почетне услове и партикуларне једначине кретања и класична дејства) и Хамилтонијани. У стандардном квантном приступу за све моделе написане су Вилер-де Витове једначине, које су потом и решене за два релевантна случаја. У p -адичном приступу за све моделе су написани p -адични пропагатори и одређена су вакуумска p -адична стања са условима за њихову егзистенцију те разматрана могућност иделизације модела. Питање сигнатурне измене је посебно разматрено у класичном и p -адичном делу. У некомутативном делу је разматрана динамика три типа двоосцилаторних модела на некомутативном конфигурационом простору при чему су за њих одређена класична некомутативна дејства и пропагатори изражени преко специфичних коефицијената. На крају дисертације кандидат је резултате добијене за посебан тип модела (*oscillator-ghost-oscillator* систем) применио на разматрање (термо)динамике унутрашњости Шварцшилдове црне рупе.

(ј) Извршена је детаљна анализа настанка вишеструких просторних граничних скупова и хаоса код каскадних нелинеарних *SISO* и *MIMO* система. Примењена је метода *Monte*

Carlo за израчунавање вероватноће настанка просторног хаоса код каскадних нелинеарних *MIMO* система. Такође је анализирано управљање просторном хаотичном динамиком каскадних нелинеарних *MIMO* система применом модификованог *Pyragas*-овог метода.

(к) Развијен глобални модел за описивање хемијске кинетике нискотемпературне плазме на атмосферском притиску, формиране у мешавини инертних (хелијум, аргон) и молекулских гасова (азот, кисеоник) са и без присуства водене паре. Помоћу модела је проучен утицај који неравнотежна функција расподеле електрона има на коефицијенте брзина процеса, хемијску кинетику и састав смеше. Поређени су резултати добијени применом равнотежне Максвел-Болцманове расподеле и неравнотежне, која је инкорпорирана у програм BOLSIG+ за рачунање коефицијената брзина. Поред тога, глобални модел је искоришћен за испитивање продукције хидроксилних радикала OH у импулсној DC наносекундној плазми, са посебним освртом на испитивање утицаја ваздуха и присуства водене паре у хелијумском млазу који се шири у ваздуху.

(л) Схема, тзв., Локалног Времена у квантној нерелативистичкој теорији је анализирана са формално-математичког гледишта као пример динамичке мапе, како за изоловане квантне системе, тако и за отворене системе у дводелним квантним структурама изолованих квантних система.

Разматрани су услови динамичке стабилности отвореног квантног ротатора изложеног слабо нехармоничном (са малим кубним чланом) спољашњем потенцијалу. Анализирана је и стабилност слободног ротатора, као и ротатора у спољашњем хармонијском пољу, како у егзактном, тако и у декохеренцијском режиму. Посебно је истакнут значај ових модела као модела за описивање реалних молекулских пропелера (основне врсте молекулских наноупчаника). Уведен је минималистички приступ појму времена у квантној теорији. Као основа за то коришћен је формализам квантне теорије расејања у многочестичним квантним системима. Изведени су, тзв., Краусови оператори за један отворени кубит (квантни бит) као и за пар интерагујућих квантних битова (кубита).

(м) Вршена је синтеза и анализа поликристалних чврстих раствора облика $Yb_xY_{1-x}F_3$ ($x = 0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.7, 0.9, 1$). Карактеризација материјала вршена је помоћу XRD, SEM и SQUID магнетометара. Израчунати су ефективни магнетни квантни бројеви четири Крамерсова дублета итербијумовог јона који настају услед цепања основног мултиплета итербијума $2F_{7/2}$ у кристалном пољу YF_3 .

(н) Истраживања у области математичке и теоријске физике високих енергија на Департману су почела пре 25 година, пролазећи кроз различите фазе, са фокусом на неколико посебних тема: квантна динамика система на неархимедовим просторима, истраживање описа еволуције система помоћу интеграла по трајекторијама на p -адичним и некомутативним просторима, особине тахионских поља на Планковој скали, квантна космологија и таласна функција васионе на деформисаним просторима. Последњих година објављен је значајан број радова посвећен моделирању космолошке инфлација у просторима са додатним димензијама, односно RSII модел са 3-бранама на асимптотском AdS5 простору базиран на лагранжијанима DBI-типа. При томе су развијени оригинални методи линеаризације нелинеарних динамичких система, као и нумеричке методе

израчунавања опсервабилних параметара инфлације и поређења са најновијим подацима, као што су они добијени од сателита ``Планк``.

(њ) Рачунати су и анализирани тотални и диференцијални ефикасни пресеци за једноструки електронски захват у сударима тешких (потпуно огољених и једноелектронских) пројектила са једно-, дво- и вишеелектронским метама, на средњим и високим енергијама. Рачунати су и парцијални ефикасни пресеци за захват електрона у одговарајуће произвољно стање пројектила које је окарактерисано кватним бројевима $n^i l^i m^i$ из основног стања мете. Коришћене су трочестичне (BCIS-3В) и четворочестичне (CB1-4В и BCIS-4В) квантно-механичке апроксимације. Разматрана су и интермедијална стања електронског континуума и њихов утицај на тотални и диференцијални пресек. Добијено је одлично слагање са многобројним доступним експерименталним подацима.

2. Планирана истраживања

(а) Истраживања модела космолошке инфлације, пре свега вођене тахионским пољем. Посебно RSII и други модели настали применом теорије струна на космолошке моделе у просторима са додатним димензијама. При томе ће се продубити разумевање:

- система са везама,
- динамичких, класични и квантних, система уз примену интеграла по трајекторијама на космолошке и друге моделе,
- локално еквивалентних канонских система, над реалним, p -адичних бројевима и аделима,
- ефеката примене ових метода на добијене опсервабилне параметре инфлације за широку класу модела, уз поређење са постојећим и очекиваним помстрачким подацима,
- ефеката модификоване и квантне гравитације, кроз развој нумеричких метода у оквиру нових међународних колаборација (AEDG и друге) базираних на развоју *нових технологија*.

(б) Проучавање се јон-атомски, јон-јонски и јон-молекулски сударни процеси на средњим и високим енергијама. Посебна пажња биће посвећена захвату електрона из једно-, дво-, више-електронских мета као и из сложених молекула од стране потпуно огољених пројектила. Развијаће се тро- и четворо-честични квантно-механички модели за захват електрона у произвољна стања пројектила из произвољног стања мете. Израчунавање се тотални, парцијални и диференцијални пресеци и очекује се добро слагање са бројним експериментима.

(в) Интеракција полупроводничких наноструктура и атома са пулсним и континуираним ласерима у случају искључивања и поновног укључивања контролног ласера у циљу успоравања и складиштења сондирајуће ласерске светлости и њеној примени у квантној информатици. Контрола стања квантних система помоћу ласера кроз прављење теоријског модела и нумеричку симулацију.

(г) Истраживање ће бити обављено у више линија и истраживачких тема. Прво, примена неких модела квантне теорије отворених система и посебних метода статистичке анализе у сврху изучавања динамичке стабилности молекулских зупчаника. Очекује се обogaћење постојећих (у оквиру овог пројекта добијених) поступака за оптимизацију стабилности вртње молекула. Друго, извођење Краусових оператора за потпуно позитивну динамику (Марковљевог типа) трокубитног система, у различитим сценаријима интеракције кубита и окружења. Циљ истраживања је изучавање преноса енергије и динамике корелација у трокубитном систему одакле би требало да следе временске скале у равнотежења појединачних кубита, као и различитих структура трокубитног система. Треће, у оквирима заснивања теорије отворених квантних система биће изучена могућност ансамбалског тумачења динамике отвореног система. Очекује се да је стандардна ансамбалска (Гибсова) концептуализација статистичког ансамбла неодговарајућа. Тиме се отварају темељна питања у заснивању математичке теорије вероватноће, као и у оквирима заснивања и тумачења квантне физике. Коначно, биће настављен рад на проширењу наше оригиналне квантне теорије Локалног Времена као нове и опште квантномеханичке основе са нагласком на неансамбалски опис динамике вишечестичних квантних система.

(д) Наставак истраживања из области фотонике и нелинеарне динамике. Наставиће се истраживање и тестирање могућности неуронских мрежа у контексту предвиђања настанка и динамике екстремних догађаја у фотонским структурама. Ови догађаји ће бити разматрани у фоторефрактивним кристалима, као и у контексту суперконтинуума. Генерално, наставиће се проучавање екстремних догађаја у дискретним системима, како би се боље разумео механизам њиховог настанка и њихове особине, а све у циљу ефикасног предвиђања појављивања ових догађаја.

(ђ) Истраживање електричних пробоја гасова и статистике електронских лавина са мултиелектронским иницирањем за стримерни и Таунзендов механизам пробоја. Комплетирање теорије мултиелектронског иницирања за лавинску статистику и прелаз на статистику времена формирања пражњења код електричних пробоја гасова. Интеракција гаса и нискотемпературне плазме гасних пражњења са површинама и површински процеси. Одређивање коефицијената површинске рекомбинације атома азота на различитим материјалима, механизма рекомбинације и адсорпционих изотерми, утицај температуре и притиска. Проучавање меморијског ефекта у гасовима.

(е) Посматраће се систем са три нивоа у лествичастој конфигурацији и његова интеракција са ласерима у случају искључивања и поновног укључивања контролног ласера, као и контрола складиштења сондирајуће ласерске светлости у средини – полупроводничкој наноструктури или атому – и примени у квантној информатици.

(ж) Истраживањем биће обухваћена детаљна анализа настанка хипер хаоса код каскадно повезаних МИМО система (система са више улаза и излаза) и процена вероватноће настанка хипер хаоса код ових система. Такође, биће анализирано ново селективно управљање овим хипер хаотичним системима.

(з) Даљи развој самонапајајућих сензора и система, као електронских компоненти и уређаја који електричну енергију за напајање обезбеђују из околине у којој се налазе (energy harvesting systems). Део истраживања биће усмерен на развој блока напајања на бази коришћења соларне енергије и његове интеграције са сензорима.

(и) Наставља се са синтезом чврстих раствора YF_3 допираних ретким земљама. Проучаваћемо се структурне, магнетне и оптичке особине добијених чврстих раствора користећи XRD, SEM, SQUID магнетометар и луминесцентна мерења.

(ј) Одређивање еколошког утицаја на околину и економске исплативости фотонапонске соларне електране од 2 у реалним климатским условима. Испитивање енергетске ефикасности соларних модула у зависности од њихове географске оријентације, угла нагиба, њихове температуре и степена њихове задржаности у реалним климатским условима. Испитивање повећања енергетске ефикасности соларних модула применом различитих техника пасивног и активног хлађења.

(к) Наставак истраживања у области нискотемпературне, неравнотежне плазме на атмосферском притиску. Проширивање постојећег глобалног модела у циљу повезивања са моделима вишег реда за израчунавање снаге предате плазми и расподеле електричног поља. Побољшање перформанси постојећих система за формирање плазме, са посебним освртом на одређивање идеалног састава смеше и електричних параметара спољњег кола, у циљу максимизације производње реактивних једињења битних за примене атмосферских плазми у индустрији и биомедицини. Примена побољшаног модела на испитивање плазме у смеси инертни гас (хелијум или аргон) + HBr , CH_4 са циљем истраживања могућности замене гасова са ефектом стаклене баште (флуориди, SF_6) у производњи интегрисаних компоненти.

(л) Наставак истраживања односа између физичке и менталне каузалности, као и метафизичког статуса принципа Узрочне затворености физичког домена, у склопу трагања за бољим разумевањем перспективе и граница даљег рафинирања представе о физичкој реалности.

(љ) Наставак рада на развоју примера из биомеханике за потребе наставе физике, у покушају да се теми приступи интердисциплинарно, а све у циљу практичног образовања. На основу реализованих статичких и квазистатичких модела, планира се развој динамичког модела за подизање терета. Да би се модел прилагодио учионици, планира се употреба сензора присутних у мобилном телефонима за мерење убрзања различитих сегмената тела, а да се онда употребом инверзне анализе и нумеричких метода израчунају силе којом су оптерећени зглобови.

Такође, планиран је рад на концептуалном тесту о трењу и педагошко истраживање које ће обухватити више земаља у региону. Планиран је и рад на развоју модела који би на школском нивоу објаснио микроскопско порекло контактних сила.

(м) Истраживања се одвијају у неколико праваца. У класичној, Ајнштајновој, теорији гравитације мапирањем просторно-временске структуре различитих космолошких модела идентификују се они чија је структура осцилаторног типа са коректним физичким интерпретацијама који се могу довести у везу са особинама црних рупа и/или развојним фазама универзума. Други правац истраживања се базира на анализи утицаја ГУП и некомутативности на ране космолошке фазе са предикцијама вредности одређених параметара и сагледавања њиховог могућег утицаја на космолошку инфлаторну фазу и димензије универзума. Ради се и на пољу неархимедовске (p -адичне и аделичне) структуре простор-времена раног свемира али и на новим аспектима везаним за одређивање матрице густине у неархимедовом случају.

3. Перспектива развоја

(а) Група истраживача из области космологије и астрофизике је већ 15 година укључена у ширу регионалну сарадњу кроз SEENET-MTP мрежу са седиштем у Нишу, као и кроз билатералну и мултилатералну сарадњу са институцијама као што су: CERN, MPI и LMU из Минхена, ICTP и SISSA из Трста, UNESCO, Институт ``Руђер Бошковић`` из Загреб и другим. Садашњи и будући студенти и млади истраживачи имају одличну перспективу усваршавања кроз низ програма и пројеката који већ функционишу: CERN-SEENET-ICTP PhD programme, ICTP programme ``Cosmology and Strings``, CEEPUS programme ``Gravitation and Cosmology``, неколико COST пројеката и друге облике сарадње. Преспективе би биле суштински ојачане приступањем Србије великим међународним организацијама за истраживање свемира, рецимо Европској свемирској агенцији (ESA), за шта је истраживачка група са Департамента већ покренула, неформалну, иницијативу. Такође, поред већ поменутог међународног пројектног финансирања, од суштинске важности је значајније финансирање на националном нивоу кроз најављене механизме Фонда за науку.

(б) Дугогодишња истраживања у области соларне енергетике, добро опремљена лабораторија, велики број објављених књига и радова у међународним часописима, као и учешћа на домаћим и међународним пројектима су добар показатељ актуелности тренутних истраживања и добра основа за даље унапређење и осавремењавање лабораторије кроз капиталне инвестиције предлогом нових иновативних истраживачких активности.

(в) Покретање примењених истраживања у правцу развијања хибридног система за пречишћавање штетних гасова из котларница и индивидуалних кућних ложишта на територији града Ниша. Систем би се базирао на најсавременијим физичким и хемијским технологијама које се тренутно развијају у свету, ка којима је усмерен део истраживања која се реализују на Факултету. Факултет би имао улогу у повезивању различитих група истраживача са факултета у Нишу и шире, као и са истраживачким Институтима у Србији и иностранству. Покренула би се идеја за заједничку активност различитих пројектних тимова у циљу синергије знања и размене идеја. Биле би препознате компаније у Нишу и

околини које би се укључиле у активности, са могућношћу и њиховог учешћа у развоју прототипа постројења за пречишћавање штетних гасова. Посебна пажња би се посветила еколошком и биолошком аспекту загађења животне средине и бенефитима који би били остварени на очувању биљног и животињског света, и на здравље људи.

(г) Добијање капиталних инвестиција планирано је предлагањем пројеката и аплицирањем на конкурсе различитих Министарстава РС, и компанија попут НИС-а и Phillip Morris (у случају адекватних конкурса).

(д) Добијени теоријски диференцијални, парцијални и тотални ефикасни пресеци имају и имаће широку примену како у физици (астрофизици, физика плазме,...) тако и у медицини (хадронској терапији кацера,...).

ДЕПАРТМАН ЗА ХЕМИЈУ

1. Досадашња научна делатност

Наставници и сарадници са Департамана за хемију Природно-математичког факултета у Нишу су у пројектном циклусу од 2011. до 2019. године учествовали у реализацији 11 пројеката у оквиру Програма основних истраживања, Програма технолошког развоја и Програма интегралних и интердисциплинарних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. У оквиру тих 11 пројеката за 4 су руководиоци били са Департамана за хемију.

У наставку су дати резултати пројеката чији су руководиоци били наставници Департамана за хемију.

Резултати остварени у оквиру пројекта *„Природни производи биљака и лишајева: изоловање, идентификација, биолошка активност и примена“*, Евиденциони број: ОИ 172047, чији је руководилац била професор Гордана Стојановић за период 2011-2019.

Одређен је хемијски састав етарских уља "head space" компоненти и екстракта одабраних биљних врста методом гасне хроматографије-масене спектрометрије (GC-MS). Састав екстракта лишајева је поред GC-MS одређиван и методом течне хроматографије под високим притиском (HPLC). Изоловане су лишајевске киселине из лишајевских екстракта. Одређен је састав масних киселина у одабраним врстама печурака. Антиоксидативна активност је одређена за одабрана етарска уља, екстракте, изоловна једињења, чајеве, пива, чоколада и замеса теста. Испитивана је и активност на бактерије, гљивице, холинестеразу и број микронуклеуса у хуманим лимфоцитима. Урађена је анализа одабраних узорака макро- и микроелемената методом оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно куплованом плазмом (ICP OES). Добијени резултати су статистички обрађени у циљу добијања података о међусобној корелацији састава и активности. Валидиране су методе за одређивање полицикличних ароматичних једињења и примењене на реалне узорке земљишта и корена купине.

Део добијених резултата је публикован. Укупно је објављено: једно поглавље М13, 3 поглавља М14, 3 рада М21а, 21 рад М21, 48 радова М22, 104 радова М23, 8 радова М33,

85 рада M34, 6 радова M51, 14 радова M52, 2 рада M53, 8 радова M63 и 70 радова M64. Одбрањено је 10 докторских дисертација и две магистраске тезе које имају захвалницу пројекту.

Резултати остварени у оквиру пројекта: „**Комбинаторне библиотеке хетерогених катализатора, природних производа, модификованих природних производа и њихових аналога: пут ка новим биолошки активним агенсима**“, евиденциони број: ОИ 172061, чији је руководилац био професор Нико Радуловић за период 2011-2019.

Извршена је анализа хемијског састава етарских уља и/или екстраката великог броја биљних врста, лишјајева и јетрењача (преко 100 таксона из породица Alliaceae, Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cupressaceae, Dipsacaceae, Geraniaceae, Hypericaceae, Lamiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Parmeliaceae, Porellaceae, Primulaceae, Resedaceae, Rosaceae, Rutaceae и Zingiberaceae), као и микроорганизама рода *Streptomyces*. На овај начин је лоциран велики број секундарних метаболита који су даље послужили као стартери за формирање циљних комбинаторних (синтетских) библиотека. Сва једињења из библиотека, чији укупни број прелази хиљаду, у потпуности су спектрално окарактерисана (NMR, IR, MS, UV-Vis и где је било могуће кристалографска анализа). Тестирана је биолошка/фармаколошка активност појединих сирових екстраката, као и чистих једињења било изолованих, било добијених синтезом. Добијени резултати су послужили као основа даљих SAR (structure-activity relationship) анализа. Приступ комбинаторних библиотека се показао нарочито погодним за идентификацију метаболита који нису могли да се изолују у чистом стању из биљног матрикса. Тада је на основу доступних података (масеног спектра, ретенционог индекса, дериватизационих реакција) претпостављена структура, а идентитет потврђиван синтезом библиотеке могућих изомера. Овакав приступ је омогућио и детекцију једињења која нису била циљна, услед постојања детаљних спектралних података свих чланова библиотека, а и омогућио је тестирање активности и утврђивање SAR веза упоређивањем чланова библиотека. Једињења која су показала најбољу активност/селективност су послужила као основа за синтезу нових библиотека једињења која су у себи садржала и неприродне структурне фрагменте (нпр. металоценско језгро или координиран метални катјон), а који су појачавали активност/селективност. На овај начин пронађена су једињења која имају јаку антимикробну, антиоксидантну, антиинфламаторну, цитотоксичну, аналгетску, хепато-, нефро- и гастропротективну активност, са могућом применом у медицини/пољопривреди. Механизам уочених активности је испитиван на три начина: *in silico*, *in vitro* и *in vivo*. Развијен је мултиваријантни статистички приступ интерпретацији података о хемијском саставу и биолошким активностима, а који омогућава брзо и непристрасно лоцирање активних једињења у екстрактима и њихово међусобно поређење. Развијене су нове NMR методологије за одређивање структуре и (релативне и апсолутне) стереохемије једињења директно из меша, уз помоћ лантанидних реагенса хемијског померања. Примењиван је широк спектар органских реакција за синтезу једињења библиотека, при чему су током пројекта откривене до сада незабележене реакције (синтеза ацетала помоћу $\text{PPh}_3/\text{CCl}_4$, редукације Биђинелијевих производа, пиролиза *N*-нитрозоариламина), које су оптимизоване и чији је механизам испитиван, а помоћу којих је даље припремљен велики број нових једињења различите структуре. Даље, извршена је припрема серија чврстих

катализатора различитим модификованим методама синтезе, њихова физичко-хемијска карактеризација (XRD, SEM, TG/DTA итд), а који су примењени у фотокаталитичким процесима конверзије/деградације органских једињења и процесима за добијање биогорива. Поред лаке и ефикасне сепарације фаза, и могућности поновне употребе без регенерације, две серије наведених материјала су показале јако антимикуробно дејство. Синтетисани и примењени катализатори се могу користити у реакцијама оксидације/редукције, те другим реакцијама конверзије органских једињења у фармацеутској/прехранбеној индустрији. Дакле, лоциран је доступан (биљни) материјал, детектовано је присуство и идентификовани су метаболити од интереса, њихова структура је потврђена синтезом, као и припремљен низ сродних једињења, која су у потпуности хемијски и спектрално окарактерисана, тестирана је њихова активност, затим су синтетисани деривати/аналози са већом активношћу/селективношћу, и утврђен је њихов механизам дејства.

Активности на пројекту 172061 које су омогућиле остваривање циљева се могу најбоље илустровати конкретним примером резултата. Један од секундарних метаболита који је по први пут икада идентификован као природни производ у току рада на овом пројекту, а који показује највише потенцијала за могућу примену у медицини, представља испарљиви састојак биљне врсте *Choisya ternata* (Rutaceae), мексичка наранџа. Ово једињење није могло да се изолује из етарског уља јер је у њему присутно са мање од 1%, поред више од стотину идентификованих других једињења. Етнофармаколошка примена мексичке наранџе је сугерисала да она садржи једињења која би могла потенцијално да буду антиноцицептивни агенси. Доступни спектрални и хроматографски подаци, из GC-MS анализа, омогућили су да се скуп могућих структура сузи на региоизомере пропил- или изопропил-(метиламино)бензоата, међу којима има структурно сличних једињења са познатим антиинфламаторним лековима (парацетамол, аспирин). Да би се одредила тачна структура, синтетисани су сви региоизомерни естри *n*-пропанола и изопропанола са *o*-, *m*- и *p*-(метиламино)бензоевим киселинама. Кохроматографија узорака чланова овакве библиотеке са етарским уљем је показала да је у уљу присутан *o*-изомер, тј. изопропил-*N*-метилантранилат, коме је наденуто тривијално име тернантранин. Пошто је синтеза библиотеке укључивала и корак добијања одговарајућих метил естара, било је могуће у истом етарском уљу идентификовати још један сродан састојак, метил-*N*-метилантранилат. Доступни синтетски узорци су тестирани на антиноцицептивно дејство, у неколико модела хемијске и термалне ноцицепције код глодара, када је показано да оба антранилата имају веома снажно дејство у дози од 0,3 mg/kg, а које испољава аспирин у дози од 200 mg/kg, те да од њих потиче активност самог уља. Даље је испитан механизам којим делују ова два антранилата у *in vivo* моделима уз коришћење одговарајућих а(нта)гониста, при чему је показано да делују на адренергичке, нитрергичке, серотонинергичке и опиодине путеве. Показујући овако широк спектар утицаја, ова два антранилата, и други чланови синтетских библиотека са неприродним фрагментима, тестирани су у другим животињским моделима, и показано је да оба природна производа показују хепато-, нефро- и гастропротективно дејство, затим да делују као анксиолитици и продужавају сан изазван диазепамом, а сами не изазивају сан. Иако је познато да су антранилати фототоксични, оба природна антранилата нису била акутно токсична (р.о. и

i.p.) у дози од 2,5 g/kg. Следећи корак је било испитивање метаболизма ових антранилата код пацова, где је по први пут успешно примењен нови приступ, комбинаторних библиотека, за идентификацију уринарних метаболита ових ксенобиотика. Додатно је испитано како би се N-нитрозо дериват, који би могао да настане у дигестивом тракту у присуству нитрита из хране, понашао при загревању. Нитрозо једињење је подлегло бројним трансформацијама, међу којима је откривена потпуно нова реакција која резултује у једињењима фенантридиноноског прстена. На основу наведеног и тога да је развијена њихова кратка/економична синтеза, природни антранилати, који су течности пријатног мириса на грозђе, показују велики потенцијал за примену као аналгетици/антиинфламаторни лекови. Резултати свих истраживања спроведених у оквиру пројекта 172061 су објављени у више од 170 научних радова М20 категорије (53 М21(а), 84 М22, укључујући и ревијалне по позиву). Одбрањено је 20 докторских дисертација, презентовано више од 250 радова на научним скуповима, међу којима и пленарна предавања и предавања по позиву на међународним скуповима (Н. Радуловић, П. Благојевић и М. Генчић). Н. Радуловић и П. Благојевић је додељена медаља Српског хемијског друштва за прегалаштво, а Н. Радуловић је проглашен за заслужног члана друштва. П. Благојевић, А. Милтојевић и М. Генчић су добитнице L'OREAL-UNESCO националне стипендије “За жене у науци”. Истраживачи су освајали и друге награде и били на више постдокторских усавршавања у иностранству.

Резултати остварени у оквиру пројекта: *„Развој и карактеризација новог биосорбента за пречишћавање природних и отпадних вода“*, Евиденциони број: ТР 34008, чији је руководиоца био професор др Александар Бојић, за период 2011-2019.

Развијени су поступци за добијање нових сорбената биолошког и минералног састава; развијени су унапређени оксидациони процеси базирани на фотохемијским и електрохемијским техникама, за пречишћавање природних и отпадних вода. Биосорбенти и активни угљеви лигно-целулозног порекла и сорбенти на бази соли и оксида метала су се показали као ефикасно и економично средство за уклањање тешких метала, неорганских ањона и различитих органских полутаната и микроорганизама из загађених вода. У спрегу са хомогеним и хетерогеним фотохемијским процесима на бази UVA и UVC зрачења и електрохемијским процесима постиже се уклањање заостале органске фазе и дезинфекција воде. Карактеризацијом сорбената методама: SEM-EDS, BET, XRD, FTIR, TG, ICP, AAS, испитани су елементни и хемијски састав, специфична површина, димензије и расподела пора, морфологија и елементни састав површине, функционалне групе, термичке особине, капацитет сорпције полутаната. Модификацијом биосорбента добијени су производи побољшаних и специфичних карактеристика. Хемијским модификовањем, поред присутних функционалних група, уведене су нове функционалне групе, чиме је проширен спектар загађујућих супстанци и повећан афинитет сорбента. Термичком модификацијом постигнута је карбонизација и настајање хидрофобних структура, способних за сорпцију мање поларних супстанци. Поред тога, вишеструко је повећана специфична површина и порозност материјала. На основу резултата добијених карактеризацијом и другим анализама сорбената, као и резултата њихове примене, извршена је оптимизација параметара процеса, као што су: рН, време, температура, доза

сорбента, иницијална концентрација, хидродинамички услови (проточни систем, ултразвук). На сличан начин испитани су и оптимизовани услови за примену унапређених оксидационих процеса и електрохемијских процеса, имајући у виду и специфичне параметре: врсту светлосног извора, интензитет зрачења; јачину струје, потенцијал, врсту електродног материјала. Сви испитани процеси и материјали су обједињени у јединственом проточном лабораторијском систему за пречишћавање и дезинфекцију воде.

Резултати пројекта TP34008 објављени су у следећим публикацијама: 10 радова категорије M21, 7 радова категорије M22, 35 радова категорије M23, 22 рада категорије M33, 25 радова категорије M34, 4 рада категорије M51, 3 рада категорије M52, 2 рада категорије M53, 1 рад категорије M54, 10 радова категорије M63, 21 рад категорије M64. Урађена су четири техничка решења категорије M83. Из тематике Пројекта је урађено седам докторских дисертација.

Резултати оставрени у оквиру пројекта *„Развој нових и побољшање постојећих електрохемијских, спектроскопских и проточних (FIA) метода за праћење квалитета животне средине“*, евиденциони број: ОИ 172051 чији је руководилац била професор Весна Станков Јовановић за период 2017-2019.

Значајан део истраживања је био посвећен праћењу различитих параметара у земљишту и биљкама са пожаришта, јаловишта рудника и непосредне близине извора загађивања. Одређиван је садржај макро, микро елемената и тешких метала применом метода ICP OES и ICP-MS. Испитан је хемијски састав испарљивих једињења биљних врста (*Seseli rigidum*, *Seseli Pallasii*) применом GC-MS поредећи класично ињектовање са хедспејс техником. Одређен је хемијски састав хексанског екстракта корена применом методе HPLC-MS. Испитана је антиоксидативна, антимикуробна и антихолинестеразна активност екстраката различите поларности и етарских уља вегетативних делова биљака (*Seseli rigidum*, *Seseli Pallasii*) са пожаришта и у контролним узорцима. Одређивања микро, макро елемената и тешких метала, као и испитивање антиоксидативних, антимикуробних и антихолинестеразних особина секундарних метаболита извршена су за неколико врста поврћа, воћа, лековитог биља и печурака из фамилије Boletaceae и Lactarius. Оптимизована је и примењена качерс техника (примена различитих сорбенаса и система растварача) за припрему узорака земљишта за одређивање полицикличних ароматичних угљоводоника методом ГХ/МС. Метода је примењена за анализу већег броја узорака земљишта. Хемијско-термичке модификације клиноптилолита су примењене као сорбенци у микро екстракцији чврстом фазом, уз различите екстрактанте и дисперзере, оптимизована и валидована метода за одређивање ПАУ у узорцима вода. Метода је примењена за анализу узорака речне воде из слива реке Нишаве. Такође су одређене и друге физичко хемијске особине речне воде и одређен садржај метала. Оптимизована је Боемова метода за одређивање киселих група на површини биоугљева девет узорака биоугљева добијених различитим условима пиролизе. Поређена су два начина уклањања угљен-диоксида из радног раствора, увођењем азота (пре и у току титрације) и таложењем карбоната са баријумом. Добијени резултати су поређени са резултатима добијеним

снимањем раствора инфра-црвеном спектроскопијом, као и снимањем површине биоугљева скенирајућим електронским микроскопом. Развијена је и оптимизована метода за индиректно одређивање бакра у узорцима вина и пијаћих вода, у FIA са амперометријском детекцијом. Оптимизовани су физички и хемијски услови проточно инјекционог система, добијени резултати су поређени са резултатима атомске апропционе спектрометрије. Развијена је FIA метода за одређивање диазепама у узорцима пића. Синтетисани су нови сорбенци на бази минерала клиноптилолита и бентонита за припрему узорака и примењени за припрему узорака земљишта, воде, узорака хране и каснију анализу ПАУ на GC-MS. Оптимизоване су методе за одређивање укупних фенола, флавоноида, танина и сапонина и фенолних компонената екстракта помоћу TXBE су примењене за анализу биљног материјала и хране. Развијене спектрофотометријске методе за одређивање антиоксидативне активности су примењене за анализу узорака биљног материјала и хране. Примењене су наночестице оксида мангана и кобалта као модификатори електроде од стакластог угљеника на одређивање тешких метала. Развијени су и примењени су за развој електрохемијских сензора за одређивање глукозе.

Резултати пројекта су презентовани кроз 36 научних радова у часописима међународног значаја (7 M21, 9 M22 и 20 M23), више презентација на скуповима од националног и међународног значаја.

Одбрањено је 5 докторских дисертација, а једна је пријављена.

Истраживач др Весна Станков Јовановић провела је шест месеци на постдокторском усавршавању на Универзитету Сорбона, Париз VI, Француска, где се усавршавала из области масене спектрометрије и њене примене на различите реалне узорке. У оквиру KA1 Еразмус мобилности као гостујући професор, Весна Станков Јовановић је боравила недељу дана на Универзитету „Ото Фридрих“ у Бамбергу (Немачка), а у оквиру специјалне мобилности Еразмус пројекта NatRisk, као гостујући професор/истраживач је боравила по месец дана на Универзитету Обуда у Будимпешти (Мађарска) и Универзитету за природне ресурсе и науке о животу у Бечу (Аустрија) и две недеље на Универзитету у Месини (Италија).

Професор др Милена Миљковић је у периоду 2011-2020 учествовала на пројекту *„Развој нових и унапређење постојећих технолошких поступака производње техничких текстилних материјала“*, Евиденциони број TR 34020, чији је руководилац био проф. др Душан Трајковић, Технолошки факултет Лесковац. Резултати истраживања проф. др Милене Миљковић у оквиру овог пројекта огледају се објављивању 19 радова категорије M23, 7 радова категорије M24, 26 радова категорије M33 и 9 радова категорије M52.

2. Планирана истраживања

Планирано је да се наставе истраживања у областима за које Департман располаже и опремом и истраживачким кадровима а које су наведене наниже:

- Анализа етарских уља, headspace конституената и екстраката одабраних биљних врста и лишајева методом гасне хроматографије-масене спектрометрије (GC-MS);
- Оптимизација поступка за припрему узорака за анализу полицикличних ароматичних угљоводоника и аминокиселина GC-MS методом;
- Одређивање антимикуробне и антиоксидационе активности узорака различитог порекла;
- Мултиелементна анализа узорака различитог порекла применом атомске емисионе спектрометрије са индукованом плазмом;
- Екстракција биоактивних фенолних једињења, идентификација и квантификација;
- Разрада нових и побољшање постојећих метода за одређивање сапонина и танина;
- Синтеза и карактеризација одабраних комбинаторних библиотека, одређивање *in vitro/in vivo* биолошке активност формираних библиотека природних производа, њихових деривата, аналога и смеша; утврђивање везе између структуре и активности, тј. састава и активности узорака;
- Развој поступака за електрохемијску деградацију полутаната електродама на бази оксида и соли метала;
- Развој синтезе и физичко-хемијска карактеризација нових: биоматеријала, оксида, мултиметалних оксида и карбонизованих материјала, за сорпционо и фотокаталитичко уклањање полутаната из воде;
- Синтеза оксидних и физичко-хемијски модификованих катализатора за добијање биогорива, за могућу примену у биомедицини и заштити животне средине;
- Усавршавање поступка деградације органских полутаната у води техником хладне плазме под атмосферским притиском (корона) ;
- Синтеза и карактеризација сорбенса на бази клиноптилолита и бентонита са циљем њихове примене у припреми узорака различитог порекла за анализу;
- Развој/оптимизација, валидација и примена метода за анализу органских полутаната у узорцима животне средине, хране и биљном материјалу;
- Оптимизација, валидација и примена метода за одређивање антиоксидативног капацитета биљног материјала;
- Оптимизација, валидација и примена нових аналитичких метода за одређивање различитих група пестицида;
- Оптимизација метода за одвајање одређених група пестицида из узорака хране, воде и биљног материјала;
- Оптимизација, валидација и примена метода за одређивање различитих класа секундарних метаболита биљака;
- Паралелно испитивање пасивне и активно-пасивне заштите природних текстилија израђених од памука, целулозе, вуне и свиле ради успостављања конкретних корелација и утврђивања ефикаснијег модела заштите од гљива плесни (антимикотично деловање);
- Проналажење могућности инкорпорирања нових композитних материјала антимикотичног својства на природне текстилије и испитивање њихових физичко-хемијских својстава као и одређивање тачке минималне гљивичне плесивости

(ТМГП) у зависности од одређених параметара средине са посебним освртом на влажност, температуру и UV зрачење;

- Патентираних производа за антимиотичну заштиту у сврху дораде природних текстилија отпорних на гљиве плесни;
- Проучавање могућности израде одређених производа од природних текстилних тканина које су претходно обрађене новим средством за антимиотичну заштиту;
- Објављивање научних радова у реномираним научним часописима и презентовање резултата на научним скуповима.

3. Перспектива развоја

Дисеминација, промоција и популаризација резултата Департмана за хемију се остврује кроз низ активности, од којих су најзначајније публикавање радова у домаћим и иностраним часописима и учешће на научним скуповима и манифестацијама које се тичу популаризације науке. Све то ће омогућити укључивање докторанада и свршених докторанада у рад лаборатрија у установама и индустрији, као и учествовање у националним и међународним научним, иновационим и другим пројектима. Све те активности би омогућиле привлачење инвестиција кроз конкурисање за пројекте Фонда за иновационе делатности, кроз понуду производа и техничких решења на реалном тржишту, као и кроз решавање постојећих и акцидентних проблема у индустријским процесима у фабрикама у окружењу. У перспективи је интензивирање сарадње са: Технолошким, Медицинским, Електронским и Факултетом заштите на раду Универзитета у Нишу, Медицинским факултетом Универзитета у Крагујевцу, Огранком САНУ у Нишу, Хемијским и Рударско-геолошких факултетом Универзитета у Београду, Пољопривредним факултетом, Гоце Делчев Универзитета у Северној Македонији, „French National Institute for Agricultural Research (INRA)“, Department UMR Sciences pour l'Oenologie, са Универзитетом у Месини (Италија). Faculty of Engineering and Science, University of Greenwich, Кент, Енглеска, Brno University of Technology.