

ИНСТИТУТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Српске академије наука и уметности

НАУКА И ИНЖЕЊЕРСТВО МАТЕРИЈАЛА У ИНСТИТУТУ ТЕХНИЧКИХ НАУКА САНУ

Драган П. Ускоковић

Историјат Института

Институт техничких наука Српске академије наука и уметности, под именом „Машински институт Српске академије наука“, основан је 15. VII 1947. године од стране Комитета за научне установе, универзитет и високе школе, као израз потребе за постојањем посебне установе која ће се бавити научно-истраживачким радом у области машинства. За првог управника Института именован је академик Владимир Фармаковски, редовни професор Машинског факултета у Београду. У знак заслуга за велики развој Института, након његове смрти 1954. године, Институт је преименован у Машински институт Српске академије наука „Владимир Фармаковски“. Од 1. јуна 1963. године, решењем Савета за научни рад Социјалистичке републике Србије, сагласно уредби о оснивању Института, Институт се преименује у Машински институт „Владимир Фармаковски“, а његови оснивачи су Извршно веће СР Србије, Српска академија наука и уметности и Машински факултет у Београду.

Утражењу најрационалнијих путева организације научно-истраживачког рада у Одељењу техничких наука САНУ, на годишњој скупштини Академије 25. априла 1968. године, донета је одлука да се Институт припоји Академији као научна јединица и његова активност прошири на области техничких наука. На тај начин, САНУ, сада као једини оснивач Института, 8. априла 1969. године поново припаја Институт Академији и преименује га у Институт техничких наука Српске академије наука и уметности.

Даље организационе трансформације допринеле су учвршћењу статуса Института као научне јединице Академије. Споразумо уређивању међусобних односа од 17. априла 1985. године, а у складу са Законом о удруженом раду, Законом о научно-истраживачкој делатности и Статутом Српске академије наука, као и

трансформација са II седнице Председништва САНУ од 12. маја 1994. године, ишли су у том правцу. Према најновијем Статуту, Управни одбор се формира на паритетној основи, као и код других Института чији је оснивач Република, тако да Председништво САНУ именује Управни одбор од осам чланова, од којих једну половину предлаже Институт, а другу Председништво САНУ. С обзиром на знатно проширење истраживачких програма, Статутом је утврђено да је „Институт техничких наука Српске академије наука и уметности научна установа која обавља научно-истраживачку делатност из области техничко-технолошких и природних наука, да подстиче развој ових наука и унапређује основна и примењена истраживања у њима и у сарадњи са привредом или самостално остварује примену својих достигнућа“. Сходно Закону о научноистраживачкој делатности из децембра 2005. и Закону о САНУ, који је у Скупштинској процедури, ускладиће се статус и акта Института.

Почетак рада у области материјала

Активности у области науке и инжењерства материјала у Институту су започете 1974. године, најпре у области синтеровања и металике, да би то данас израсло у модеран Центар са основним програмима усмереним у правцу синтезе нових материјала процесирањем прахова и нанотехнологија. Програми са којима се у то време започело били су из области синтеровања и синтерованих материјала, које је покренуо, у то време новоизабрани члан САНУ, Момчило М. Ристић, и металике, коју је водио академик Александар Деспић. Оба пројекта су финансирана из основних истраживања, односно хемије, тадашње Заједнице наука. Тај период је обележен тиме што је уз мањи број истраживача



Академик Момчило М. Ристић је иницирао прва истраживања у Институту у области синтеровања и синтерованих материјала 1974. године.

у Институту постојала интензивна сарадња са низом екстерних организација и сарадника. Крајем осамдесетих и почетком деведесетих година, под руководством академика Пауле Путанов, у Институту се реализује пројекат *Идентификација каталитичких механизма за потребе нових технологија*.

Прекретница започиње почетком осамдесетих година када у Институт улази већи број млађих сарадника који кроз истраживачке програме Института се усавшава, најпре магистрира, а потом и докторира и израста у истраживаче високог ранга. Они ту остају и интензивно развијају своју област, а мањи број иде у свет и тамо прави запажену каријеру.

Други талас уласка млађих сарадника је остварен почетком деведесетих година, а трећи и највећи почев од 2000. године. Данас у Институту постоји 26 сарадника који се у потпуности финансирају преко пројеката Министарства за науку и технологију из области хемије, за директна истраживања у домену теоријских и експерименталних активности синтезе, процесирања, карактеризације и апликације

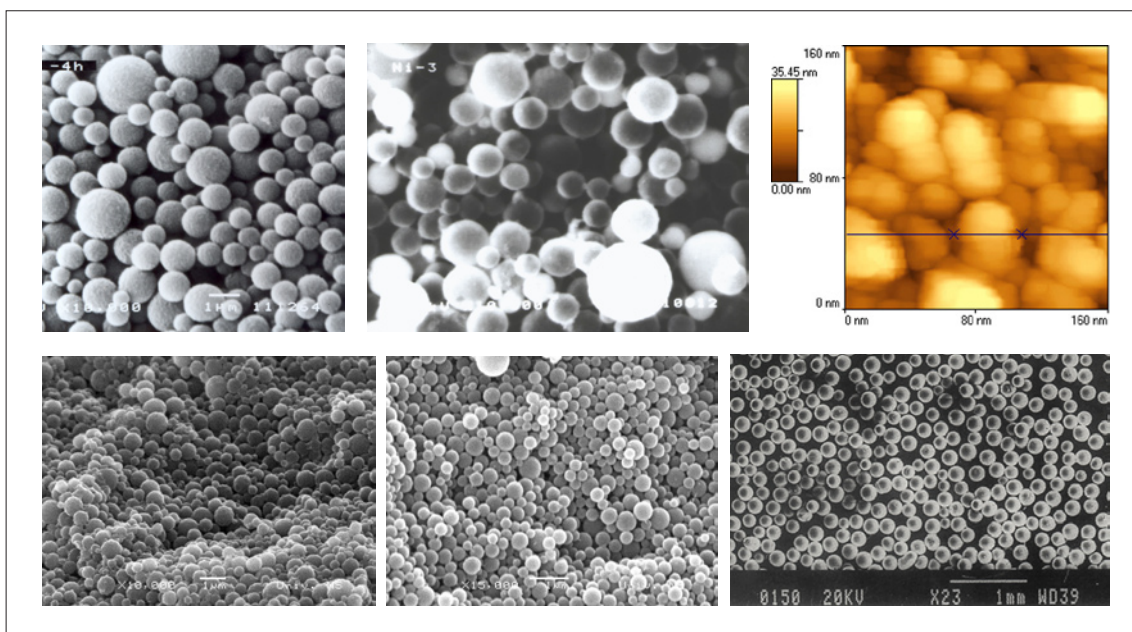


Др Оливера Милошевић и др Миодраг Здујић су прошли дугачак пут истраживања у Институту, почев од стипендиста последипломаца, па до највиших научних звања и при том остварили значајну личну афирмацију и завидан углед Институту.

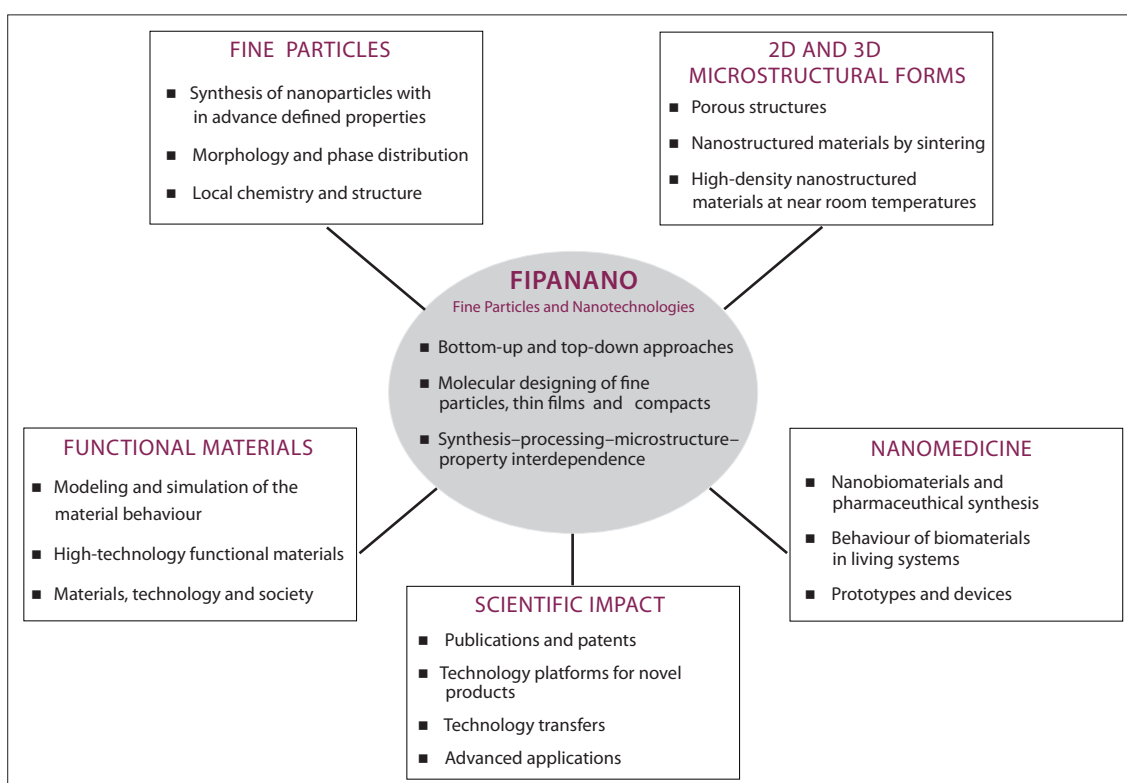
нових материјала. Девет доктора наука са широким спектром активности, девет млађих сарадника који се припремају за довршавање својих докторских дисертација и седам млађих сарадника који раде своје магистарске радове, представљају солидну базу за креативан рад у овој области.

Низ фундаменталних и инжењерских дисциплина представљају основу за развој широке класе нових материјала – од нано до макро нивоа. Између њих су свакако различите атомизационе методе растопа и раствора, аеросол синтеза, високоенергетско механичко мљење, сонохемијска синтеза, синтеза самораспростирућим таласом сагоревања, сол-гел и хемијска преципитација, као и различити полимерizacionи процеси и методе за добијање неорганско-органских нанокомпозита и хибридних материјала. Честице са врло уским расподелама од нано до макро нивоа се добијају у количини од стотинак милиграма па најчешће до десетак грама и неколико стотина грама, као што је у случају центрифугалне атомизације процесом ротирајуће електроде. Добијене нано и микрочестице се директно користе у неким истраживањима или надаље процесирају у високоугусте дводимензионалне и тродимензионалне микроструктуре. Широка класа функционалних материјала, од електронских, електрохемијских, оптичких и каталитичких, преко биоматеријала до фармацеутских материјала у виду носача за контролисано отпуштање лекова, су фокуси истраживачких програма из области нових материјала и нанотехнологија. Све то има за циљ да се приближимо решењима неких критичних проблема одрживог развоја у области здравља и околине, енергије, воде и других глобалних изазова који доминирају како данас тако и у блиској будућности..

Прихваћен од стране Универзитета, других научно-истраживачких организација и индустрије као водећи центар са јасном препознатљивошћу, он окупља широку лепезу истраживача са мултидисциплинарним обележјем и представља стожер ове области у земљи. Иако је тренд од самог почетка био да се резултати истраживања публикују у чланцима који ће наћи своје место у значајнијој периодици и због релативно уске области, највећи број је штампан у Зборницима конференција, истина најпознатијих светских издавача. Релативно рано, од почетка деведесетих година, чланци су штампани и у еминентним часописима, тако да се је каснијих година та пракса наставила у још већој мери. Укупан досадашњи збир се вероватно креће и преко 400 SCI публикација. Према SCOPUS-у, од 1996. године закључно са 16. новембром 2007. године укупно постоји 365 публикација које су цитиране 1404 пута, што у просеку износи око 30 публикација годишње, дакле нешто више од 1 чланка годишње по финансираном истраживачу, односно 3 по доктору наука. Цитираност чланака је такође сасвим солидна и у просеку износи око 120 годишње, мада у периоду од 2003. стално расте од 117 до 250 последње две



Фине сферне честице оксидних, неоксидних, металних, полимерних и композитних материјала од нано до макро нивоа за широк спектар високих технологија добијене различитим поступцима синтезе, представљају „brand“ Института познат широм света.



Глобална шема активности у области финих честица и нанотехнологија

године. И Хиршов индекс је сасвим у реду и за цео истраживачки период од 1996. године износи 19, односно 19 публикација је цитирано најмање 19 пута. Исто тако у протеклом периоду значајни резултати су остварени кроз публиковање низа књига и монографија, како у земљи, тако и у иностранству.

Међународна сарадња

Сарадници Института имају успостављену интензивну сарадњу са бројним истакнутим научницима и институцијама у свету. У оквиру тога, политика Института је да формира заједничке истраживачке

пројекте у оквиру чега подстиче боравак и размену својих сарадника у иностраним лабораторијама ради стицања међународног искуства. Посебно добра формална или неформална сарадња постоји са низом институција из САД, Јапана, Европске Уније, Русије, Украјине, Словеније и др. Највећи део истраживачких пројеката у Институту је садржан у VI и VII Оквирном програму Европске Уније, а неки од програма су укључени у различите нивое сарадње.

Институт је један од фундамената Међународног Института за науку о синтеровању (www.iiss.sanu.ac.yu). Бројне активности у више од 35 година дугој историји Међународног Института за науку о синтеровању, помогла су да истраживања која се раде у Институту постану препознатљива у светским размерама. Посматрано са ових данашњих позиција та активност у дугом временском периоду, нарочито у време хладно-ратовске поделе света, одиграла је огромну улогу у окупљању најпознатијих научника са истока и запада у области синтеровања, што је за много година претходило данашњој глобализацији. Скоро четрдесетогодишње излагање часописа *Science of Sintering*, официјелног гласила Међународног института за науку о синтеровању, резултирало је и у његовом укључењу у листу SCI часописа.

Институт је иницијатор формирања и стожер Друштва за истраживање материјала (www.yu-mrs.org.yu) које окупља најеминентније истраживаче и институције из области науке и инжењерства материјала у земљи и које је до сада организовало девет конференција (1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006 и 2007. године). Зборнике одабраних радова са ових Конференција публиковао је *Trans.Tech.Publications*, Zurich, Switzerland у едицији *Mat. Sci. Forum* (Vol.214, 282-283, 351, 413, 453-454, 494, 518, 555). На тај начин успели смо да у овој области објединимо највећи део потенцијала у земљи и остварили да у последње четири године Зборник одабраних радова израсте до око 90 радова, од којих је 35-40% иностраних или



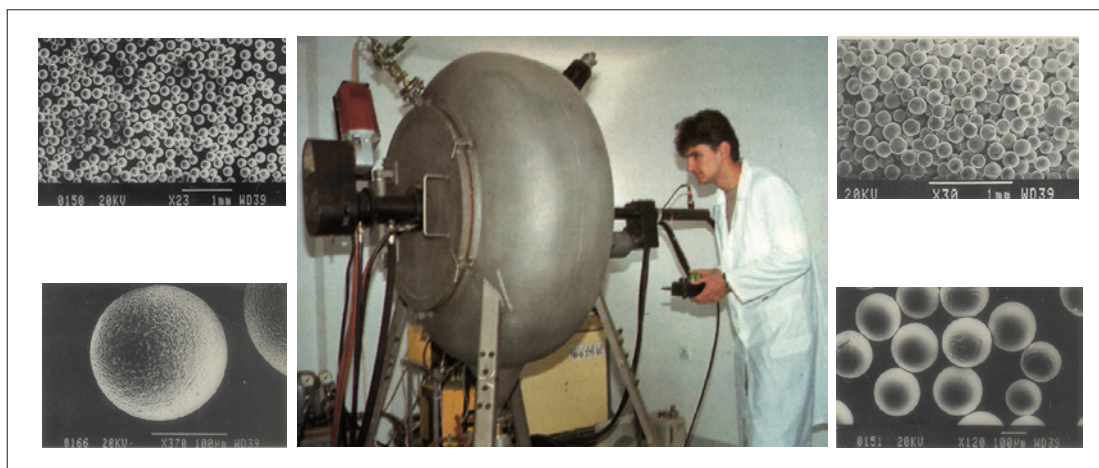
Др Ненад Игњатовић отвара Пети сусрет младих истраживача децембра 2006. године у САНУ, где је педесетак младих истраживача говорило о својим истраживањима из области науке и инжењерства материјала.

насталих у сарадњи са иностраним колегама, са жељом да се то ускоро изједначи. Остварени су значајни контакти на међународном плану, чак и у време наше највеће изолације управо на овим конференцијама, што је допринело да се реализују бројне официјелне и неофицијелне сарадње које су у низу случајева затим прерасле у заједничке истраживачке пројекте. Привукли смо многе наше истакнуте ствараоце из дијаспоре, који су најпре сами, а након тога са својим сарадницима и колегама прихватили ову конференцију као свој форум и на њима представљали своја најновија истраживања и упознавали се са новинама у својој земљи. У сарадњи са Друштвом за истраживање материјала, Институт је такође организовао пет Семинара младих истраживача – Наука и инжењерство материјала, који се традиционално одржавају сваке године крајем децембра у САНУ (организација Шесте конференције младих истраживача је у току). Основни циљ семинара је да окупи младе истраживаче (до 35 година старости) из ове области и да им прилику да прикажу своја најновија истраживања и резултате пред својим колегама, менторима и руководиоцима пројеката, као и да се међусобно упознају и кроз искључиво усмена излагања вежбају за конференције са већим бројем искуснијих учесника. Одабрани радови са семинара се штампају у реномираним домаћим часописима. Ови семинари су проистекли као проширење акције награђивања најбољих магистарских и докторских теза одбрањених између две конференције Друштва, као и најбољих усмених и постерских излагања младих истраживача на самим конференцијама, што траје још од 1999. године. Жеља је била да се стимулише и инспирише рад нових нараштаја истраживача који раде у нашој средини, као и одржавање чврстих веза са младима који су већ напустили земљу.

Сарадња са привредним организацијама и примена резултата научних истраживања.

Од самог почетка активности у области материјала, Институт је имао веома значајну и интензивну сарадњу са потенцијалним корисницима добијених научних резултата. Први кораци су остварени са системом „Крушик“ из Ваљева, на развоју прахова молибдена прерадом шпона и струготина молибдена насталог у њиховим фабрикама из других технологија прераде. Исто тако, развијени су специјални метални филтери који су нашли значајно место у оквиру њихове фабрике микролива.

Најинтензивнија сарадња у области металургије праха остварена је са низом радних организација „Првог партизана“ из Ужица, као и са њиховим Центром за научноистраживачки рад. Низ програма је успешно реализовано, при чему су они дуго година били партиципанти и финансијски подржавали наше пројекте код тадашње Заједнице науке. Одређен број младих људи се у то време образовао у оквиру наших истраживачких програма и помогао да многи резултати настали код нас лакше нађу пут до њихових



Сарадња са индустријом је увек била веома значајна компонента истраживања у Институту. Процес центрифугалне атомизације поступком ротирајуће електроде развијен за потребе „Првог партизана“, прошао је најпре фазу израде прототипа где су сви параметри претходно испитани.

производних трака. Као посебно значајан резултат, настао у оквиру ове сарадње, свакако треба истаћи развој уређаја и поступка за добијање металних прахова и легура центрифугалним распршивањем процесом ротирајуће електроде за потребе добијања специјално одговорних позиција за ваздухопловну и војну индустрију, изостатским топлим пресовањем. Тај уређај и цео поступак није имао за циљ да снабдева произвођача са прахом за изостатско топло пресовање, већ само да их програмски и развојно подржи за један тако високотехнолошки програм добијања титанових позиција за вишенаменске летилице и специјални хеликоптер.

Почетком осамдесетих година је такође покренут истраживачки програм са „Минелом“ из Београда у области развоја нелинеарних отпорника за одводнике пренапона. Изузетно добри резултати су остварени на лабораторијском нивоу тако да су добијене компоненте како за електронику тако и за енергетику које су одговарале карактеристикама најбољих светских произвођача. Нажалост, у фази трансфера технологије од нас из лабораторије у технолошке погоне „Минела“ нису створени адекватни финансијски и кадровски ресурси, тако да програм није доживео потпуни успех који је очекиван. Патент који је био заједничко власништво је лагано „заборављен“, „Минел“ је одустао од сопствене производње и решење нашао у заједничком програму са једним познатим иностраним произвођачем који га је снабдевао са нелинеарним отпорницима.

Последњих година, обзиром на значајно смањен интерес великих привредних организација са новим програмима, наша оријентација је била да свазначајнија истраживачка остварења, осим публикација, буду испраћени и у виду патената, за које би се нашао и потенцијални инострани Стратешки партнер. Изаолованост, којој смо годинама били изложени, нас је у томе онемогућавала. Са све већим отварањем глобалног истраживачког простора, за очекивати је да

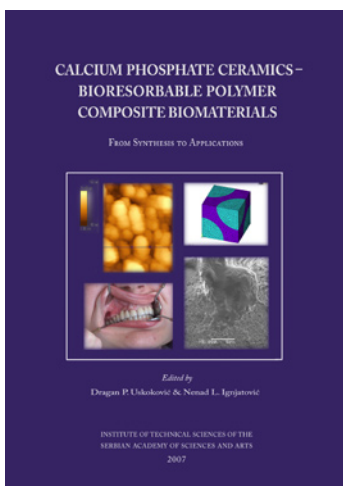
ће многа од тих истраживачких остварења наћи своје значајније место.

Истраживање–образовање–иновације

Значајна активност којој је у претходном периоду посвећена одговарајућа пажња је била у области образовања младих истраживача. У оквиру тога, велики број наших сарадника или сарадника из других институција је обавио истраживања која су представљала основу за израду њихових дипломских, магистарских и докторских радова. Захваљујући квалитетним програмима и доброј сарадњи са низом факултета у земљи и ван ње, више од 60 таквих радова је досада обављено код нас. Највећи број публикација базира на тим радовима, тако да је са тог становишта успостављена потпуна релација на линији истраживање-образовање.

У последње време значајна улога Института је у домену интеграције истраживања, образовања и иновација са жељом обједињавања академских и индустријских истраживања. У оквиру тога, настоји се у максимално могућој мери да се остварене иновације патентирају. Са тог становишта интелектуална својина је веома значајна компонента на коју се много полаже у Институту.

Такође је издата и промовисана књига *Calcium Phosphate Ceramics – Bioresorbable Polymer Composite Biomaterials, From Synthesis to Applications (1999–2007)* аутора проф. др Драгана Ускоковића и др Ненада Игњатовића, која на 413 страна садржи 44 рада из области биоматеријала која су у значајним међународним часописима објавили аутори из Института у сарадњи са колегама из домаћих и иностраних институција. Подељена је у пет одељака, а сваки представља најзначајније резултате у специфичним областима: I Синтеза и производња; II Синтеза, својства и карактеризација биоматеријала; III Механичка својства и моделовање биоматеријала; IV



Коштано ткиво је посебно интересантно поље научних истраживања, како због веома честе појаве оштећења, тако и због саме градивне природе организма. Синтеза калцијум фосфата и хидроксиапатита, као и композита за реконструкцију коштаног ткива, представља значајну активност у оквиру истраживања дела Оделења за нове материјале и процесе Института техничких наука Српске академије наука и уметности. Поред низа научних радова објављених у водећим међународним часописима, предавања одржаних широм света на водећим светским конференцијама и универзитетима, неколико докторских и магистарских радова одбрањених на факултетима у земљи и неколико домаћих патената, истраживачи су поставили основе технолошког поступка и производње малих серија различитих производа развијених у њиховој лабораторији.

Биолошка евалуација биоматеријала, и V Понашање биоматеријала у радијационом пољу.

Закључак

Истраживања у области науке и инжењерства материјала, за нешто више од 30 година (од 1974. године), прошла су у Институту техничких наука Српске академије наука и уметности један лаган али дугачак успон, вероватно својствен многим успешно формираним срединама у свету. Настао као мали истраживачки нуклеус, данас је то један значајан центар који красе модерни истраживачки програми, чинећи га лидером у овој области, како код нас, тако и знатно шире. Истраживачки задаци који се данас из ове области решавају у водећим националним лабораторијама у свету, фокуси

су и наших истраживачких програма. Четрнаест књига објављених код познатих светских издавача, више од 400 SCI публикација, низ међународних и домаћих конференција које су сарадници Института организовали, многе остварене међународне сарадње, сведок су наше значајне „препознатљивости“ у овом сегменту науке и технологије. Шездесетак урађених докторских и магистарских дисертација сарадника Института и других истраживачких институција у оквиру наших истраживачких програма, који данас успешно раде како код нас, тако и широм света, резултат су веома значајне образовне мисије коју је Институт у том периоду остварио. Гледајући саданашњих позиција и имајући у виду постојеће програме, истраживачке и експерименталне могућности, до сада пређени пут, нарочито последњих година, очекују се још значајнија остварења у будућности.