



ФИЗИКА У СРБИЈИ



**ОД ИНДИВИДУАЛНИХ НАПОРА
ДО ИНСТИТУЦИЈА**



Марко М. Поповић

Институт за физику, Београд

e-mail: *marko@phy.bg.ac.yu*





САДРЖАЈ:



- Уводне напомене

- Период истакнутих појединаца

- Нуклеарни програм - *Национални институт Винча*



- Развој других истраживачких центара

 - Институт за физику*

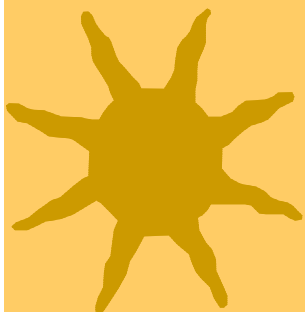
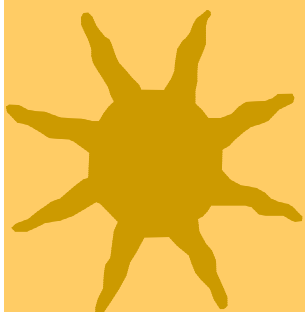
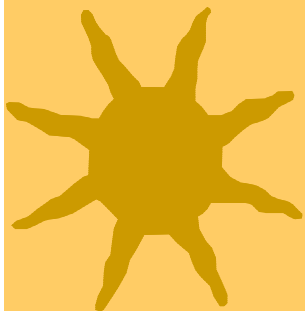


- Борба да се одрже истраживања у условима изолације и рата

- Садашње стање и перспективе



УВОД



Полазимо од претпоставке да за сваки успешан научни рад морају бити испуњене основне три претпоставке, и то:

1. појединац или група морају имати довољно знања из области физике којом се баве (знање);
2. способност тог научника или групе да користе то знање, што значи: како, где и са ким да га искористе да би решили проблем који је предмет истраживања, и
3. услови у којима се ради који се стварају било државним фондовима (за базна или друга истраживања), сарадњом са индустријом, универзитетом или ма којим другим партнером који има интереса да инвестира да та знања буду реализована од стране научника, нешто као тржиште знања треба да буде реализовано.



УВОД - наставак



Кроз историју физике у Србији, испуњавање сва та три услова, заједно са њиховим погодним подешавањем увек је као резултат имао успешност, понекад и веома значајну.



Карактеристични периоди у развоју физике у Србији били су следећи:

- период индивидуалних прегнућа, од 1801. до другог светског рата
- нуклеарни програм који је трајао до 1960,
- време формирања различитих институција у којима се негује физика, од 1960 –1990, **Институт за физику**
- период стагнације и изолације, и
- садашње стање.



Покушаћемо да укратко опишемо те карактеристичне периоде развоја физике.



Период истакнутих појединаца



Ово је најдужи период развоја физике у Србији започет са припремама за отварање Велике школе, а завршен крајем другог светског рата.



Истакнути појединци и њихови напори да ураде нешто значајно карактерише тај период. У том раздобљу, наравно, није постојала и поред напора да се организује, никаква организована институција у којој би се могао одвијати научни рад.



Даћемо неколико примера који могу да послуже као репрезентативни за тај период.



Атанасије Стојковић

Сматрајући да је дошло време да се у Србији оснује Велика школа, Велики српски просветитељ Доситеј Обрадовић, приликом једног пута по свету срео је србина *Атанасија Стојковића* (1773-1832), који је предавао физику на Универзитету у Кракову. Доситеј је успео да га убеди да и он помогне реализацији идеје Велике школе. Резултат тога је био да се први пут на српском језику појавила тротомна **ФИЗИКА**, 1801., 1802. и 1803. године.



Ђорђе Станојевић



Поменуо бих и **Ђорђа Станојевића** (1858-1921), професора физике, метеорологије и астрономије на Великој школи и потом на Универзитету у Београду.



Он је публиковао бројне радове у области процеса који се јављају при протицању флуида, а посебно из електрицитета и оптике. Посебно треба истаћи његов успешан рад на увођењу електроенергије у Србију и електричног осветљења Београда.





Милутин Миланковић



Веома интрересантна је и личност академика и професора Београдског универзитета **Милутина Миланковића** (1879-1958). Он је био грађевински инжењер, пројектант пруге Беч – Трст, једне од најатрактивнијих и најтежих у Европи, пројектовао је и низ брана на Карпатима, као и бројне зграде у Бечу и Београду (стари Београдски аеродром, дом ваздухопловства у Земуну итд...).



Он је по доласку у Београд за професора радио упорно и поставио теорију Ледених доба, (у свом чувеном раду: **Kanon der Erdbestahlung** 1941), која је потврђена касније модерним уређајима и систематским опажањима и остала важећа до данашњих дана. То дело је једно од најцитиранијих дела из физике уопште.





Драгољуб Јовановић



Имало је и других научника који су на разне начине доприносили развоју науке и настави физике на Београдском универзитету.



Поменуо бих професора **Драгољуба Јовановића** (1891-1970). Био је веома образован физичар, са докторатом у лабораторији Марије Кири у Паризу, која се односила на откриће и мерење релативистичких електрона из природних извора радиоактивности. То је био веома актуелни проблем у то време. Он је помоћу оригинално конструисаног калориметра мерио повећање масе услед убрзања електрона.



Дошавши у земљу схватио је да нема услова да свој рад настави, али он није престао да дела, већ се веома брзо прилагодио стању у коме је и почео је да мери природну радиоактивност вода у Србији, посебно у Сокобањи из које је пореклом. Мерио је, такође, радиоактивност београдске канализације.



Нуклеарни програм Национални институт Винча



Схваћена пре другог светског рата, веома интензивирана током рата, нуклеарна истраживања су постала доминантна светска наука после другог светског рата.



Истраживања су пре свега имала војни карактер, али и енергетске могућности фисије су биле привлачне.



Научни резултати, а посебно нове технологије које су у оквиру тих истраживања се развијале биле су строго чувана тајна. То је био разлог да су се многе земље, а међу њима и тадашња Југославија одлучиле да развијају свој сопствени нуклеарни програм.



Оснивачи Винче



У том околностима формирани научни институт Винча се веома брзо развијао. За успешан рад на нуклеарном програму потребан је значајан развој истраживања у разним основним природним наукама, као и јединствен и веома скуп развој технологија.

Лидери и креатори пројекта Института Винча били су:

Павле Савић (1909-1994) и
Robert Jenet Walen (1912-1994)

са групом сарадника:

Физичарима **Александром Милојевићем** (касније оснивачем Института за физику) и **Милорадом Млађеновићем**, технологом **Зденком Диздаром**, хемичарем **Слободаном Рибникаром**, биолозима **Петром Мартиновићем** и **Душаном Каназиром...**

Сви они спадали су у оне ретке у Србији који су имали неко искуство у научном раду или у најмању руку контакте са научницима у свету.





Павле Савић и Роберт Вален



Павле Савић, радио је у Паризу у Институту за радијум заједно са Иреном Жолио-Кири (Irene Joliot-Curie) пре светског рата, а од краја рата радио је у Институту физичких проблема у Москви, заједно са П. Л. Капицом.



R. J. Walen, физичар холандског порекла, радио је у истом Институту за радијум са Фредериком Жолио-Кири (Frederic Joliot-Curie). Докторирао је из нуклеарне физике на Сорбони 1945 а од августа 1948, позван од Савића, преселио се у Винчу где је остао 6 година. Водећи Физичку лабораторију, започео је широку активност у њеном опремању, кроз грађење апаратура. Међутим, његов највећи допринос је образовање истраживача и увођење нових области истраживања. Може се рећи да је он учинио да физика као наука дође и у Србију.





Опремање Винче

Прва научна библиотека, са часописима и књигама, је настала такође у Винчи. **200 keV – ски акцелератор** сами су направили (1950), такође **електронски аналогни рачунар** (1952) и **нуклеарни реактор нулте снаге** (1958). Било је саграђено много уређаја: **бета, неутронски и масени спектрометри, електромагнетни сепаратор изотопа, итд...** 1952 Винча је почела да издаје свој **научни часопис**, а 1956 је основала **Центар за перманентно образовање**. 1955 **тешководни нуклеарни реактор** купљен је у СССР-у. Он је пуштен у рад 1958.



Атоми за мир



Све ово резултирало је у запаженим радовима, како на *Првој међународној конференцији о мирнодопској употреби нуклеарне енергије* (Atoms for Peace) у Женеви (посебно радови: *М.Шушић* - Methods for Uranium determination, и *С. Рибникар* - Catalytic production of heavy water), тако и на *Другој женеvској конференцији 1958.*

У то време, рад и резултати рада у Винчи, били су на нивоу сличних институција у много развијенијим земљама са дугогодишњом научном традицијом.



Међутим

"Са садашње тачке гледишта све то преставаља велике амбиције и херојске постигнућа. А, у ствари, све је било одвојено од реалног живота изван Винче",

**каже Милорад Ристић,
један од директора Винче из тог периода.**



Застој у развоју



Убрзо, политичари су почели су да се повлаче пред све сложенијим и скупљим пројектима. У Загребу и Љубљани се оснивају нови Институди, што умањује Винчину научну базу.



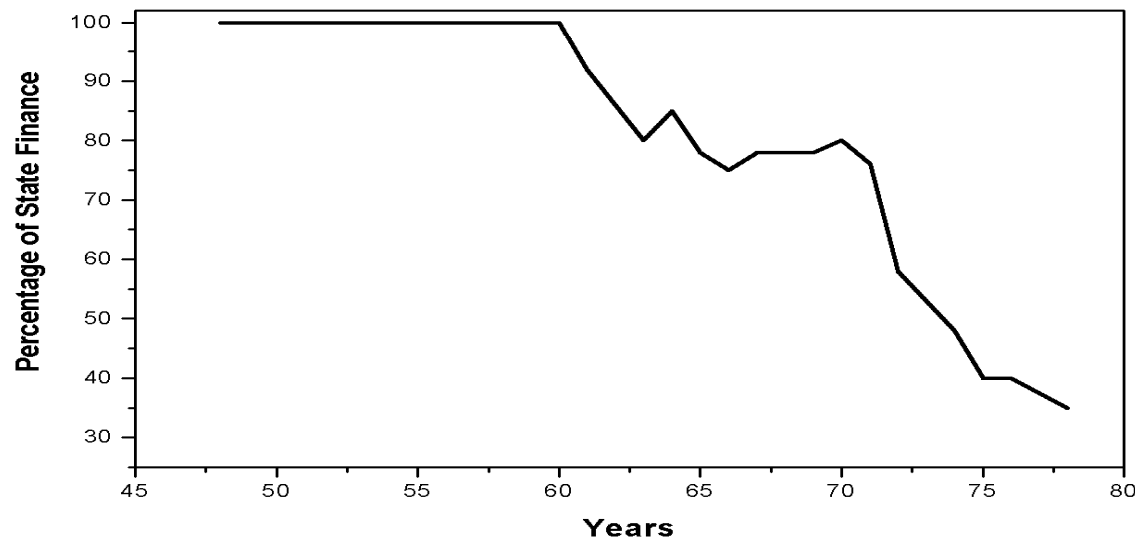
Уместо да се повећавају средства за све веће потребе, финансијска подршка стагнира и полако постаје мања него раније.



То је главни разлог што научници из Винче почињу да прелазе на Универзитет. Они такође прелазе и у новоформиране институте за електронику (Институт Михаило Пупин) и физику (Институт за физику), а све више и у индустрију и пројектне организације.



Полако, од доминантно нуклеарног, Винча постаје мултидисциплинарни институт, ипак највећи, али не и водећи у појединим областима истраживања у природним наукама, посебно у физици.



Као потврду, у уводу изнете тезе, да мора постојати `купац` за сваки производ, па такође и за производ научног рада, показаћемо на графикону **процентуални преглед улагања државе у активности Института Винча** у току првих 30 година његовог постојања.



Развој других истраживачких центара



Трећи период почињење `60-их, а завршава се крајем `80-их. Можемо рећи да је то најуспешнији период у развоју физике у Србији, када се за нашу физику чуло свуда. **Успостављена је сарадња са колегама из целог света.** Нису постојале унапред задате области истраживања, али су знање, научници и пратећи услови иницирали неке од њих.

Све више научника је школовано у иностранству. Они су били у способности да раде на међународним пројектима воде наставу на универзитетима и рада у институтима код нас и у свету.



Развој других истраживачких центара 2.



Више примењених пројеката је успешно реализовано пошто је било потребе за њиховим резултатима па су стога и пристојно финансирани (на пример: **развој ласера, компоненти за ласере и ласерски уређаји, развој неких материјала – полупроводници, суперпроводници, сензори ...**).

Ниво публикавања, вредност и број публикованих радова био је врло висок у односу на број истраживача, а посебно у односу на финансирање које је издвајала држава. **Сви ти процеси су били и последица тога што смо схватили да не можемо се такмичити са светом у ВЕЛИКОЈ ФИЗИЦИ**, као што су нуклеарна физика и њена примена – бомба и добијање енергије.



Нови универзитети



Почетком `60-их други центри у којима се негују истраживања у физици су почели да ничу. **Настају универзитети у Новом Саду (1960), Нишу (1965), Приштини (1970) и, нешто касније, у Крагујевцу.**



Наравна на сваком је постојао и одсек за физику. На свим тим универзитетима професори физике углавном су долазили из Винче. У почетку, као хоноларци, са делом времена, али постепено бивају потпуно на њима ангажовани. **Тада, због потреба образовања (дипломски, магистарски..) они почињу да формирају лабораторије у којима могу да се одвијају и пројекти који су на нивоу да конкуришу за финансијску подршку из државних фондова.**





Универзитети у Новом Саду и Нишу



У Новом Саду формиране су лабораторије за физику чврстог стања и физику јонизованих гасова. Проучавана је и теоријска физика. А веома јака веза са Институтом Винча била је у области нуклеарне физике.



У Нишу, због присуства јаке електронске индустрије, физика и техника вакуума била је у почетку од посебног интереса. Касније, проучава се кашњење пробоја у пражњењима (постигнути су значајни резултати на међународном нивоу), физика полупроводника, соларна енергетика, примена ласера у медицини, теоријска физика... Научници из Ниша су у сталним везама са колегама из Физичког факултета у Београду, Института за физику, а успостављена је и значајна међународна сарадња.



У Приштини и Крагујевцу нису у почетку оформљене научне лабораторије.



Институт за физику



Влада Србије и Универзитет у Београду формирали су почетком 1960. Институт за физику, са следећим главним циљевима:

- *да обезбеди услове да се у њему одвијају научна истраживања за професоре факултета и стално запослене,*
- *да потпомаже развој истраживања у физици и сродним дисциплинама; постане место окупљања и научних контаката међу физичарима из Србије и колега из света,*
- *да формира центре са савременим програмима из физике, и да ради заједно са Одсеком за физику Београдског универзитета на увођењу највишег нивоа последипломске наставе, и*
- *да развија примењене области физике и помаже у развоју из њих насталих технологија.*



Институт за физику 2.

Од његовог формирања имао је перманентан развој све до краја `80-их и развио се у најважнију научну институцију у области физике, са пет научних центара:

- теоријска физика,
- експериментална физика (претежно у областима гасних пражњења, плазме и ласера),
- атомске и субатомске физике,
- физике чврстог тела и нових материјала, и
- примењене и техничке физике.

Те области су и главни истраживачки правци научног рада у Институту.



Институт за физику 3.



Следећи пример може да илуструје рад и резултате (по критеријуму објављених публикација) Института:



После 15 година од оснивања, у 1976-ој години, Институт је имао 140 запослених и око 70 научника са универзитета из Београда, Крагујевца и Ниша који су обављали свој научни рада у области физике у Институту.



У периоду од оснивања до 1976, 35 докторских и 70 магистраских теза, као и 142 дипломских радова, урађено је у Институту. Такође публиковано је 890 радова у научним часописима и на међународним конференцијама.



Институт за физику 4.



1985, Институт за физику имао је 259 запослених, укључујући 59 доктора наука, 32 магистра. Од укупно 196 запослених 1990 године 60 је имало докторат, а 17 магистратуру.



Крајем 2003, Институт је имао 181-ог запосленог, 66 са докторатом наука 20 магистара и 24 последипломца, радио је на 14 пројеката финансираних од министарства за науку и животну средину, као и на већем броју примењених пројеката. У оквиру Института раде и 4 мале фирме.





Међународна сарадња



Све те нове институције, као и Институт Винча и Физички факултет Универзитета у Београду, имали су веома развијену међународну научну сарадњу.

Они су омогућавали образовање многим младим научницима у познатим светским лабораторијама и Универзитетима. Ти научници, вративши се у земљу, најчешће су формирали своје експерименталне групе настављајући да сарађују на заједничким пројектима са лабораторијама у којима су се школовали.

Током `80-их, само у Институту за физику одвијало се 8-10 заједничких пројеката, финансираних и од стране САД-а (институције као Национални Научни Фонд, Национални Биро за стандарде касније Национални Институт за Технологију) и Србије. Физички факултет је имао 2-3, а Винча 4-6 пројеката из физике.

Поред тога, сарадња са Француском, Западном и Источном Немачком, као и са СССР-ом стално се развијала и имала је институционалне (званичне) токове.



“Златно доба”



Тај период, и поред сталних турбуленција у финансирању и напора да се формира њен идентитет, може се назвати ‘златним добом’ развоја физике у Србији.



Интезиван и разноврсан научни рад у изабраним областима, континуирано прихватање младих научника, добро образовање како у земљи тако и у свету, повећавали су и истраживања у области примењене физике, а доста добра финансијска подршка тих истраживања како од стране војске тако и индустрије, је основна карактеристика тог периода развоја физике у Србији.



Постављало се питање – како даље, која област физике и која институција ће бити водећа?

Одговор је дошао брзо, без икаквог утицаја физичара. Новонастала ситуација је битно утицало на развој физике, а и целог друштва у Србији.



Период стагнације

Напори да се наставе истраживања у физици у условима рата и изолације

Последњу декаду прошлог столећа карактерише потпуни прекид тешко успостављених институционалних контаката са истраживачким центрима широм света и званичне сарадње. Током те декаде само сарадња са Грчком, Русијом и Белорусијом није заустављена. У том периоду `одлив мозгова` се континуирано убрзавао.

Скоро сви успешни дипломирани студенти се усавршавају у иностранству, претежно САД. Да ли ће се вратити и када ће се то десети је непредвидљиво. Водећи истраживачи, који су могли да оду из земље, напустили су своје лабораторије. Пре тога, многи од њих су такође одлазили, али су се многи и враћали. У том периоду, миграција је имала само један смер. Само су понеки индивидуални контакти успевали да се одрже.





Период стагнације 2.



Међународни часописи су одбијали чланке из Србије. Наше Друштво физичара било је искључено из Европског друштва физичара.



Није било средстава за одржавање постојећих апаратура, није било ни наговештаја о куповини или градњи нових.

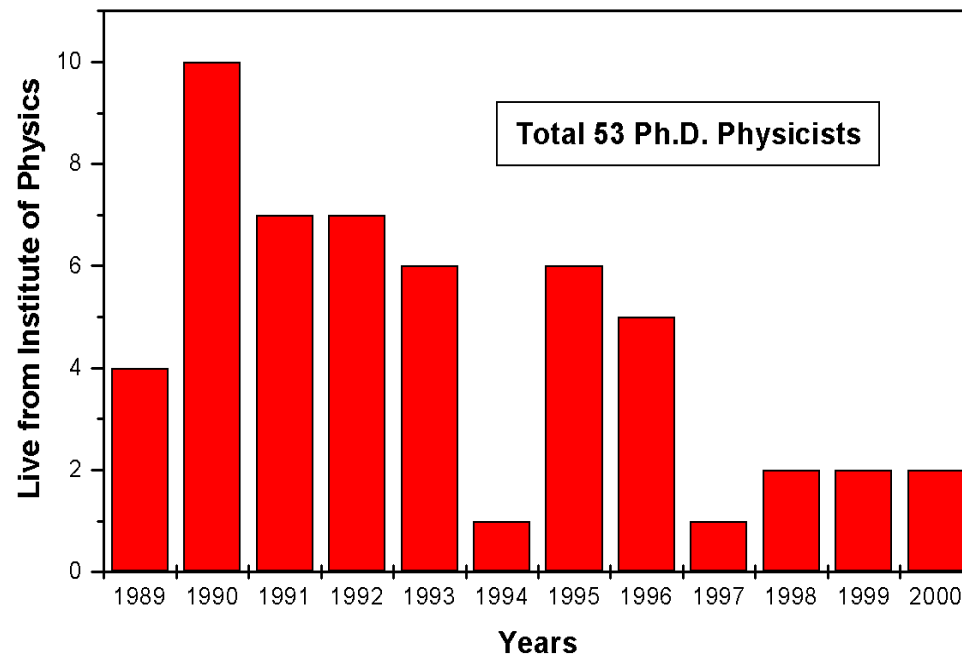


Библиотеке нису биле у могућности да се претплаћују на часописе и купују књиге.

Технички кадар је напуштао институте да би радио нешто од чега се могло преживљавати.

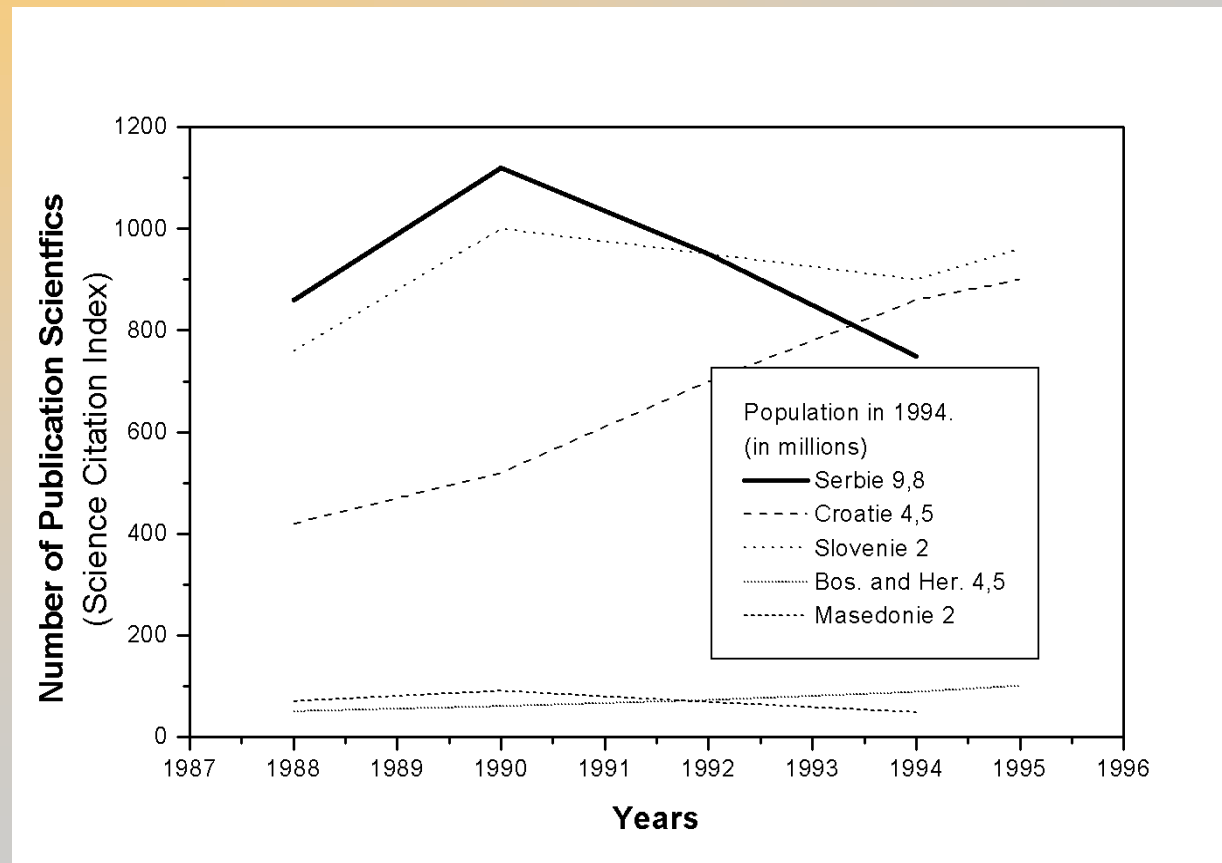


“Одлив мозгова”





Публикације





Период стагнације 3.



И у тим условима ипак су се наставиле неке активности. Чланци су објављивани, али много мање него раније.



Многи индивидуални контакти са страним научницима су се одржали. Учествовало се на неким међународним научним скуповима.



Таква ситуација се одржавала више од десет година изазивајући велике проблеме и стагнацију. Баш у време када су у нашој земљи многе институције улазиле у своју зрелост наступа тај период стагнације и назадовања.



Садашње стање и перспективе



Драстичне промене у друштву у последњих неколико година нису радикалније утицале на промену ситуације у физици.



То је веома кратко време да би се промене осетиле. Међутим, ситуација се мења и све више је средстава и за рад и за опремање лабораторија. Доста је добра ситуација са рачунарском опремом, као и са нормалним интернет комуникацијама.



Треба истаћи, да је и у току `90-их, за време изолације у многим секторима живота, била омогућена коректна интернет комуникација, пре свега захваљујући колегама из Грчке.



Садашње стање и перспективе 2.



Сад би било веома корисно повећати напоре да се успоставе контакти са нашим колегама који раде у свету, засновани на обостраном интересу. **Сарадња са универзитетима и институтима у којима раде треба да се успостави, са циљем да се део посла пресели у наше институције.** То је потребно пошто не постоје услови да се они врате, или да још нису изразили жељу за повратком. То је разумљиво јер су многи од њих постали цењени у академским срединама које их окружују, и заузимају престижна места као добро образовани научници, било у Америци или у некој од земаља Европе.



Садашње стање и перспективе 3.



Морамо се укључити у европске, добро организоване програме. Треба такође да поново успоставимо званичну научну сарадњу са САД.



Неопходна је, и у многим лабораторијама је у току, обнова научне опреме за програме које смо у стању да водимо. Ти програми се морају пажљиво одабрати. Посебна пажња се мора посветити регионалној сарадњи, која је до сад добрим делом игнорисана.



Кратко речено, физика у Србији је сада на новом почетку. Међутим, овога пута физика и физичари имају доста искуства, а и велики број их је добро образован, са добро одабраним областима истраживања, које стално треба унапређивати и прилагођавати савременим достигнућима у физици.



Литература:



❖ Ivan Božić, *THE ORIGINS AND DEVELOPMENT OF THE UNIVERSITY OF BELGRADE*, Belgrade 1988.



❖ Сто година Филозофског факултета (*100 years of the Faculty for Philosophy*), Монографија, Београд 1963.



❖ Пола века Института Винча (1948-1998), (*Half century of the Vinca Institute*), Београд, 2000.

❖ *Activities and Abstracts of Papers of the Institute of Physics, Vol. I-VI*, Ed. Institute of Physics, Belgrade.

