

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "НОВИ САД"
40 година од оснивања Подружнице
20 година од оснивања Друштва
КУЛТУРНО-ПРОСВЕТНА ЗАЈЕДНИЦА ВОЈВОДИНЕ

"Меморијал Професора ЖИВОЈИНА ЂУЛУМА"

СЕМНАР

**"САВРЕМЕНА
АСТРОНОМИЈА И КОСМОНАУТИКА"**

Нови САД, 8. новембар 1994.

Рецензент:
Проф. др Ђуро Паунић

Технички уредник:
Проф. др Божидар Д. Јовановић

Коректор:
Проф. др Божидар Д. Јовановић



Проф др Живојин Тулум
1911-1991

ОДБОР "МЕМОРИЈАЛА ПРОФ. ЖИВОЈИНА ЂУЛУМА"

Проф. др РУЖА ХАЛАШИ
Председник Културно-просветне заједнице

"Меморијал професора Живојина Ђулума" је утемељен 27. децембра 1991. године на седници Председништва Културно-просветне заједнице Војводине. Имајући у виду изузетан значај научног и педагошког рада професора Ђулума, који је цео свој живот посветио развоју просвете и популаризацији науке у овој средини, настојало се да се његово име и дело обележи на достојан начин.

У сарадњи са надлежном Комисијом Скупштине града Новог Сада предложено је, да име професора Ђулума понесе нека образовна установа или улица у Новом Саду. Састављени су радни материјали на основу којих су могли да се упознају са животом и радом професора Ђулума сви заинтересовани у широј јавности.

19. фебруара 1993. године конституисан је Одбор "Меморијала професора Живојина Ђулума" у чији су састав ушли др Ружа Халаши, др Драгутин Зеленовић, др Божидар Јовановић, др Ђура Паунић, др Дивко Ђирић, др Живојин Гавриловић, Јарослав Францети, мр Тибор Халаши, Илија Дрезгић, Мирон Кањух, др Мирослав Ламбић, Оливера Маринков и Ирена Папуга, секретар Одбора. За председника одбора изабрана је др Ружа Халаши, професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, од које је и потекла идеја утемељења меморијала.

Одбор је са ентузијазмом радио од оснивања до данас. Одржавају се радне седнице. На другој седници Одбора усвојен је радни план у чијем су садржају планирани циклуси предавања посвећени животу и раду професора Ђулума, односно областима у којима је стварао. Планирано је издавање рукописног материјала професора Ђулума који је сачинио за живота. Уз рукопис је сачувана богата документација која ће допринети новом сазнању о његовом животу и раду. Истог дана 15. априла 1993. године предложено је да се реализује назив студентског дома по имену професора Ђулума, имајући у виду да је он највећи део научног и стручног рада посветио младима-студентима. На трећој седници меморијалног одбора 24. септембра 1993. године дате су темељне информације о иницијативи за реализацију научно-образовних предавања из астрономије с тим да се прво предавање посвети животу и раду професора Живојина Ђулума.

Меморијални одбор је дао подршку да се установи плакета професора Живојина Ђулума са новчаном наградом за успешни рад на популаризацији природних наука професорима који раде са младима. Исто тако је одбор подржао да се и даље одржавају циклуси научно

образовних предавања, које сваке године у периоду октобар-мај организује Астрономско друштво и носе наслов "Покренуо професор Живојин Ђулум 1954. године". Исто тако дата је подршка за сталну поставку Астрономске изложбе чији ће се део посветити животу и раду професора Живојина Ђулума.

26. октобра 1993. године на седници меморијалног одбора у Културно-просветној заједници уз ширу консултацију и у сарадњи са Студентским центром Универзитета у Новом Саду донета је одлука о називу студентског дома у Новом Саду у улици Деспота Стефана број 5 по имену професора Живојина Ђулума. На згради Дома је постављена бронзана плоча са натписом "Студентски дом професор Живојин Ђулум". Плочу је открио министар просвете у Влади Републике Србије Миливоје Лазич 8. новембра 1993. године. Истога дана у организацији Меморијалног одбора одржан је и научни стручни скуп и свечаност посвећена животу и раду професора Ђулума о развоју природних наука у нашим просторима као и заслугама овог значајног народног просветитеља.

Др Божидар Јовановић нас је упознао са научним и стручним радом професора Живојина Ђулума, а др Драгутин Зеленовић је приказао научника и колегу са Факултета техничких наука.

На дан 8. новембра 1994. године Меморијални одбор поново се подсећа на научника, доброг професора, великог педагога и безграничног пријатеља младих и организује научни скуп као дар професору за његове изузетне резултате и за његове тешко преживеле дане и непрестану борбу за живота. У част професора Ђулума одржаће савремена предавања из астрометрије, астрофизике и космонаутике под насловом "Савремена Астрономија и Космонаутика"... наши најеминентнији стручњаци из тих области: г-ђица др Софија Сацаков, г.г. др Милан Димитријевић, научни саветници Астрономске опсерваторије у Београду и широм земље популарни Миливоје Југин.

ЖИВОТ И РАД ПРОФ. ДР ЖИВОЈИНА ЂУЛУМА

Проф. др БОЖИДАР Д. ЈОВАНОВИЋ, редовни професор
на Пољопривредном факултету у Новом Саду,
члан Председништва Астрономског друштва "Нови Сад"

1. Биографски подаци

Проф. др Живојин Ђулум је рођен 8. новембра 1911. године у Батајници где је завршио основну школу. Гимназију је похађао у Земуну. У њој је матурирао 1931. године. Уписао се на Филозофски факултет у Београду, на Групу за Астрономију. Касније је прешао на Групу за математику и на њој дипломирао 1935. године. Школу за резервне официре је завршио 1936. године.

Од 1937. до 1939. године је био суплент у гимназији, васпитач и економ у ђачком интернату у Горњем Милановцу. По службеној потреби је 1939. године премештен у гимназију у Сремским Карловцима. Овде је наставио свој рад и као васпитач у школском интернату. Професорски испит је положио 1940. године. Спасевајући се од усташког терора пребеглао је у Србију па је у Пожаревцу постављен за професора у гимназији.

После рата, 1944. године се преселио у Нови Сад. Од тада па до 1949. године предаје као професор у Средњој техничкој школи. Наставу из физике је истовремено држао и у Индустриско-занатској школи за ратом ометене ученике, као и у Школи за васпитаче, у истом граду.

1949. године је изабран за професора на Вишој педагошкој школи у Новом Саду. На њој је држао наставу из појединих области математике и из физике. 1962. године прелази на Машински факултет у Новом Саду, касније Факултет техничких наука, и предаје физику.

Пензионисан је као редовни професор 1981. године.
Преминуо је 10. октобра 1991. године у Новом Саду.

Подробан опис свих осталих делатности је веома обиман па ћемо навести само поједине од њих.

Почев од 1945. године је био осам година директор официрских течајева при Дому ЈНА у Новом Саду.

Председавао је у Друштву математичара, физичара и астронома САПВ, од 1949. до 1973. и од 1975. до 1980. године.

Био је стални члан Комисије за стручне испите из физике за наставнике основних школа у Војводини од 1950. до 1962.

Од 1964. до 1969. године је Председник Извршног одбора Покрајинске заједнице за образовање.

Од 1965. године, па до смрти, је био члан Секретаријата одељења за природне науке у Матици српској.

Председник је Удружења универзитетских наставника и ван-универзитетских научних радника САПВ од 1968. до 1973. године.

Почев од 1969. године је четири године био републички посланик у Културно-просветном већу Републичке скупштине СР Србије.

Од 1969. године је био председник Савета Издавачког предузећа "Научна књига" у Београду.

Два мандатна периода је, почев од 1. априла 1970. године, провео као декан Машинског факултета у Новом Саду.

Од 1974. године до 1976. је био директор Завода за физику и математику у Новом Саду.

У Савету Покрајине је члан од 1974. године до 1982.

Председник је Савеза удружења за соларну енергију Војводине од 1979. године. Касније је постао и члан Извршног одбора Југословенског удружења за соларну енергију.

Објавио је уџбенике, скрипта и приручнике из математике, физике и астрономије, соларистике и космонаутике као и велики број научних, стручних, методичких, научно-популарних радова.

Написао је много рецензија за уџбенике и чланке; био ментор код израде докторских дисертација и дипломских радова; држао саопштења на конгресима, научним и стручним састанцима; организовао конгресе, семинаре, саветовања на којима је активно учествовао; руководио са радом на издавачкој делатности, такмичењима у знању ученика средњих и основних школа; управљао покретом "Наука младима", течајевима у оквиру "Народне технике",...

За самопрегоран рад је добио бројна одликовања и признања.

Изузетно задовољство је налазио у популаризацији наука - у чему га нико код нас није надмашио.

С обзиром на чињеницу да је тежиште, овом приликом, у области Астрономије, усредсредимо се на то поље рада професора Ђулума.

2. Рад на астрономском подручју

Одавно је био заљубљен у Астрономију да је чак почео и да је студира. Пре II светског рата их се мало уписивало, а још мање их је дипломирало на тој Групи, па је и професор Ђулум на крају завршио високошколско образовање на Математичкој, на Филозофском факултету у Београду. Али, није могао да је заборави нити да је напусти. Увек је окупао сродне душе и са њима пратио оно што се збива на небеском своду. Многе је увео у тајне ове најстарије науке.

Научно-популаризаторски, пионирски рад је отпочео још школске 1939/40. године у Сремским Карловцима. Тада је ученицима гимназије, у којој је предавао математику, физику и космографију (тако се тада звала астрономија у VI разреду), увече тумачио шта се све види на небу.

Слично је и у новосадској Средњој техничкој школи, 1948/49. школске године, после редовне наставе, држао течај из више математике за ванредне студенте на Машинском факултету у Београду. Ретко ко од слушаца је после ових часова одлазио својој кући, него је остајао да види "Небеске посланице", како их је професор називао - дијапозитиве појава на небу - поларну светлост, метеорске ројеве, комете, маглине,... - уз стручне коментаре. Могло се и питати, ако је нешто било нејасно, па је расправа трајала до касно у ноћ...

Свој необично обимни популаризаторски рад није ограничавао само на школе - ишао је тамо где год су га позвали - на радничке универзитете, трибине младих, у земљорадничке задруге, предузећа, месне заједнице, ... аутом, камионом, запрежним колима, па и пешке, по свакаком времену, само да не ускрати некоме, ако је то желео, задовољство које пружа ова наука. На тај начин стечена искуства је користио да напише веома занимљиву књигу "Сунце и његова породица". Изашла је као прва у серији. Велика је штета што и остале нису објављене.

И у последње време је био веран својој великој симпатији: пред појаву Халејеве комете је написао, као први коаутор књигу о њој. Пуна је занимљивих описа и података. Доказ о интересовању читалачке публике је тај што је доживела два издања. Исти феномен је пропраћен серијом објављеном у листу "Дневник".

Објавио је велики број чланака из исте области и у другим новинама и часописима.

Држао је предавања, па и читаве серије на Радио Новом Саду и на телевизији.

Врло брзо, после почетка рада Астрономског друштва "Руђер Бошковић" у Београду и у Новом Саду се 22. марта 1954. године, оснива Подружница. Председник је био професор Ђулум; седиште јој је била Виша педагошка школа. Број чланова је растао из године у годину. Групно се одлази на Астрономску опсерваторију у Београду. Убрзо се набавља и један астрономски инструмент - дурбин. У сарадњи са метеоролошком станицом на Тврђави обављају се посматрања са тзв. Кавалира и за остале грађане - нечланове Друштва. Ипак су највише били заинтересовани ученици. Уз помоћ надлежних покушава да за Подружницу добије сталне просторије. На жалост, са престанком рада Више педагошке школе замире и рад ове групе ентузијаста.

1974. године оснива Астрономско друштво "Нови Сад". Све до 1980. године председава му и чини све како би разгранао рад и учврстио темеље. Захваљујући професоровом утицају Друштво добија

од разних заједница материјална средства за набавку инструмената и друге астрономске опреме. Предаје неуморно. Тражи и даље место за Народну опсерваторију. Тек 1985. године Друштво добија стару и запуштену стражарску кућу на доњем платоу Тврђаве, која после вишегодишње и заморне адаптације, уз много компликација, постаје стално седиште - предаваоница и осматрачница.

Упоредо дела на припремним радовима за изградњу и опремање планетариума у саставу Друштва.

Недостатак новца је успорио остварење оба пројекта.

У оквиру Покрета "Науку младима" је за менторе, а на Радничком универзитету у Новом Саду, за опште образовање радника, држао семинаре из Астрономије.

За време геофизичке године, 1957.-1958. је предавао на много места о вештачким сателитима. И из космонаутике је саставио две серије дијапозитива пропраћене са обимном књижицом у којој су дата подробна објашњења и обавештења.

У оквиру редовне практичне наставе из физике је студенте на Вишој педагошкој школи у Новом Саду учио како да сами направе наставна средства из Астрономије да би се надокнадила штета коју су проузроковала ратна разарања у току II светског рата.

На све ово се надовезује стручни чланак који обрађује опремање школе са наставним средствима из астрономије, саопштен на Конгресу Савеза друштава математичара, физичара и астронома Југославије, на Охриду 1970. године. Бавио се и перманентним образовањем из исте области, о чему је говорио 1977. године на Конференцији астронома Југославије у Београду.

У оквиру VII националне конференције астронома Југославије, у Београду 1984. године, је саопштио рад о популаризацији Астрономије у Војводини после II светског рата. Том приликом је предавао у секцији "Старија историја Астрономије".

Ономе који му је, како је сам причао, док је читао књигу "Кроз васиону и векове", ужегао жижак који се распламсао у неугасиви пламен љубави према Астрономији, своје каснијем професору на Универзитету, одужио се на скупу "Живот и дело Милутина Миланковића", одржаном 1979. године у Српској академији наука и уметности у Београду, приказом значаја Миланковићевих резултата у проучавању осунчавања Земље за савремена истраживања примене соларне енергије.

1961. године је, у сарадњи са члановима београдског Астрономског друштва "Руђер Бошковић", био на Хвару да помоћу одговарајућих инструмената прати потпуно помрачење Сунца.

Као признање за рад у Југословенском комитету за прославу 500-те годишњице рођења Николе Коперника добио је, од Пољског комитета, "Медаљу Николе Коперника 1473-1973."...

Задовољићемо се да овом приликом само оволико наведемо о заслугама и о раду професора Живојина Тулума на астрономском пољу.

Завршићемо цитирајући Дучића:

"Године и звезде су пролазиле, а његов дух би је увек засењен том светлошћу звезде која није хтела да изађе из своје тајне"...

"Тако је прошао цео живот тог човека заљубљеног у звезду.

Али он је умро срећан јер је цео живот живео у светлости звезде која је била лепша и већа него све друге звезде"...

"Њена светлост је била толика да тај човек никад у животу није знао ни за мрачну шуму ни за тамну стазу."

ФОРМИРАЊЕ УПОРИШНОГ КООРДИНАТНОГ СИСТЕМА ПРИМЕНОМ НОВЕ ТЕХНИКЕ ПРИ ПОСМАТРАЊУ НЕБА

Др СОФИЈА САЦАКОВ

Астрономска опсерваторија, Београд, Волгина 7

СПОНЗОРИ

Д.Д. ВАГАР
21000 Нови Сад
Темеринска 47

ПП МЕТАЛПЛАСТ
21400 Бачка Паланка
Змај Јовина 69А

Небески координатни систем (NKS) се заснива на некој кинематичкој апроксимацији апсолутног координатног система (KS), а материјализује се помоћу фундаменталног каталога звезда карактеристичних тачака и тачности своје звездане реализације.

Циљ формирања небеског координатног система је материјализација координатног система чији је циљ представљање разних кретања тела која се посматрају у систему Земља-Месец, у Сунчевом систему и у целој Басиони. Ни једно кретање се не може проучавати уколико није на неки познати начин повезано са неким координатним системом за који се могу поставити динамичке једначине кретања. То значи, да се посматрања морају вршити тако, да се могу изразити у односу на координате у томе систему. Нпр., у случају небеског координатног система, посматрања се врше у односу на звездану позадину, при чему звезде представљају материјализацију координатног система.

Теоријски најједноставнији је инерцијални координатни систем. У њему се диференцијалне једначине кретања могу написати без укључења ротационог члана. Такав систем је по своме карактеру динамички и може се конструисати само помоћу изучавања кретања једног или више небеских тела, као што су Месец или планете, али под условом, да су све дејствујуће силе и почетни услови правилно оцењени. То значи, да мора постојати правилан модел динамичког система.

Овај услов је веома тешко остварити, јер постоји код месецовог кретања (Mulholland, 1979.) и планетарних кретања (Duncombe, 1975) једна тешкоћа чисто динамичког карактера, а то је, његово постојање при посматрању, на основи симултаног посматрања најмање једног од небеских тела, коришћених за дефинисање тог система. То значи, потребно је добро познавати положаје и кретања не једног, него много више небеских тела у овом систему па их користити као основне тачке, које га материјализују. Тако се добија динамички дефинисан небески координатни систем.

Списак звезда са одређеним положајима за одређену епоху, сопствена кретања у односу на координатни систем, чине фундаментални каталог, који материјализује небески координатни систем.

Једноставнија дефиниција небеског координатног система се добија преко удаљенијих небеских објеката, као што су звезде и

галаксије: оне су довољно далеко од Земље и могу се сматрати за непомицне, значи, веома полако се крећу по небу па могу послужити за моделирање. Овакве звезде или галактички објекти, такође служе за материјализацију небеског координатног система. Такав небески координатни систем је у овом случају кинематички дефинисан. Пошто је број ових звезда и галактичких објеката (за сада недовољно познатих) недовољан, потребно је повећати њихов број како би се добиле координате и сопствена кретања познатих звезда на идентичан начин, као што је то било и код динамички дефинисаног небеског координатног система.

Постојање два теоретски - иако не и практички - различита концепта о једном небеском координатном систему навело нас је да се издвоје појмови прецизности са којом је остварена ова реализација. Узета су у обзир два приступа, тј. две дефиниције и то: (1) тачност небеског координатног система је уствари процена одступања динамичке или кинематичке дефиниције координатног система, која проистиче од одступања у састављању модела или у одређивању кинематичких услова. Ако конструкција каталога уноси нова систематска одступања, тада су она укључена у тачност. (2) Прецизност небеског координатног система карактеришу одступања која се надовезују на систематска одступања, која су резултат нетачних положаја и сопствених кретања звезда фундаменталног каталога (случајна, регионална, евентуална, систематска итд.).

Карактеристике садашњих звезданих каталога

Од појаве првог фундаменталног Ауверсовог каталога, идеја о чисто кинематској дефиницији координатног система није озбиљно разматрана. Један од разлога је тај, што звезде које имају велика сопствена кретања, имају неслучајне компоненте у пољу брзине, као што је нпр. Сунчево кретање у односу на најближе звезде. Главни разлог прилаза таквом проблему је тај, што астрономи увек инсистирају да фундаментални систем буде дефинисан преко екваторских координата, а то повлачи са собом и елементе који описују ротацију Земље у простору (прецесију и нутацију), као и кретање екваторијалног система. То значи, да је укључено целокупно динамичко кретање, за дефинисање координатне равни и почетка, користећи сва кретања Земље. Ово се дефинише дефиницијом Земљине путање око Сунца и динамичким приказивањем кретања екватора. Формуле које дају положај правог екваторијалног система и правог екватора су у функцији времена у фиксном координатном систему и дају динамичку дефиницију координатног система, као и кретања правог екваторијалног координатног система.

Метода које се користе да вежу положај звезда за Сунце и планете, нећемо приказивати, али треба нагласити, тј. подвући, да су суштинске при одређивању екваторијалног каталога звезда. Посматрања Сунца, појединих планета и Месеца се користе за одређивање поправке

екваторијалног каталога. Фрике је 1979. године на основи дотадашњих добијених резултата из посматрања небеских тела добио да постоји међу њима дисперсија у границама $\pm 0^{\circ}.05$. Из овога се може закључити да је тачност око $\pm 0^{\circ}.01$ за столеће, за тај део система. У пракси се јављају и друге тешкоће при одређивању динамичког екваторијалног каталога за почетак ректасцензија звезданих каталога, што доводи до несагласности између дефиниције и реализације коришћених звезда, нарочито када се ово неподударање корелира са извођењем ефемеридског времена.

Теоријски, прецесију треба дефинисати динамички. Међутим, услед систематског тренда у звезданим сопственим кретањима, који долази од галактичке ротације стварају се тешкоће. Кинематичка одређивања константе прецесије коришћењем галактичких модела ротације су тачнија од чисто динамичких решења. Треба рећи и то, да се у пракси користи динамика и кинематика, заједно или независно, како би се добили што је могуће бољи резултати.

Овакав прагматички приступ је омогућио, коначну тачност, која је могућа са расположивим резултатима посматрања реда $0^{\circ}.15$ за столеће, каталога ФК5.

Како повећати тачност напред наведених досадашњих резултата?

Два доминантна ограничења тачности ФК5 чине тешкоће, да се обезбеди тачно и независно динамичко одређивање константе прецесије, а друго је, ограничена тачност посматрања Сунца и планета при везивању за звезде.

Да би се дошло до било каквог побољшања система ФК5 разматра се систем заснован на динамичкој дефиницији и познавању кретања једног небеског тела, у нашем случају Месеца, где постоје резултати петнаестогодишњег циклуса посматрања помоћу ласера. Постоји резултат који се односи на кретање неке одређене тачке близу центра Месечеве масе, која се креће и описује у пречнику од 40 cm путању, што одговара $0^{\circ}.001 - 0^{\circ}.002$ у лонгитуди у динамичком координатном систему за више од 10 година. Ово је већ тачније, него што је тачност данашњих небеских координатних система. Ипак до сада није било експлицитних покушаја да се не искористе ови подаци (резултати) за побољшавање система. Међутим, постоје тешкоће, као што је познавање Месечевог кретања, у односу на које су данашња одступања реда $0^{\circ}.3$, а и у рђаво одређеном систематском одступању центра привидне Месечеве фигуре и померености његовог центра маса. Једна од великих тешкоћа је та, што има мали број зодијакалних звезда у фундаменталном каталогу са којима окултује Месец. Ради се сада на томе, да се на основи Месечевих ласерских података побољшају параметри, који се користе при класичном одређивању небеског координатног система; изгледу су много лошији ако би се покушала потпуно нова метода за извођење небеског координатног система, заснованог једино на кретању Месеца. Пре него што би такав покушај био

извршен, потребно је имати велики број врло тачних посматрања окултација, користећи тачне податке поправки кретања.

Пређимо сада на кинематичку дефиницију система и на посматрања вангалактичких радио извора помоћу дугобазичне интерферометрије (VLBI). Ови извори се користе као основне тачке једног фиксног небеског координатног система. Потребно је знати тачно положај екуатора у систему, јер се посматране деклинације повезују са тренутном осом ротације Земље. Добијају се само релативне ректасцензије, а ово рађа проблем независног одређивања еквинокција. Према предлогу методе из 1979. године Counselman и Shapiro, поред одређивања праве тренутне деклинације неког пулсара помоћу VLBI, еклиптичка лонгитуда и латитуда могу да се изведу из резултата анализе закашњења пулсева, током Земљиног кретања по орбити око Сунца. Прецизност ове методе је већа од $0''.1$, али не достиже ону тачност, која је потребна за побољшање, да би постојећи систем био још тачнији.

По једном алтернативном приступу, поступак је обрнут и VLBI се користи за извођење независно чисто кинематичког - у ствари геометријског - координатног система при чему се не узима у обзир Земљино кретање. У принципу, једина физичка претпоставка је отсуство трансверзалне компоненте у космолошком ширењу. Красински (1975) је показао да је могуће, извести један фиксни координатни систем до тачности реда прецизности индивидуалних VLBI посматрања. Ово се изводи коришћењем узајамних угловних даљина између извора изведених посматраних деклинација и релативних ректасцензија. Координатни систем изведен из координата фиксних објеката је такође фиксан. Осе тога система могу да имају било који правац, и да буду потпуно независне од било кога правца везаног за Земљу или било које друго тело. Тачност не зависи од времена: нема погоршања које је последица сопствених кретања и нагомилавање посматрања, само може да га побољша. Проблем који постоји са таквим системом је у томе, да објекти којима је он дефинисан, могу да служе за материјализацију система само за радио посматрачку технику. Број екстрагалактичких извора, који су довољно тачности и стабилни, а који се могу користити за астрометрију веома је мали: свега око 150; њихови оптички еквиваленти нису увек добро дефинисани. У сваком случају, они су сви врло слаба сјаја и потребно је одредити њихове положаје у односу на звезде, које могу бити кандидати за фундаментални каталог добијен на основи независних оптичких мерења. Урађено је више таквих програма и њихово извођење је у току. У току је главни део задатка, наиме формирање координатног система.

Претпоставимо да такав VLBI систем постоји и назовимо га

$$B_v(\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3);$$

базу код одговарајућег координатног система чине $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$. Проблем је у томе, како да се прошири тај систем да би обухватио конвекционал-

ни небески систем, који садржи много звезда. Те могућности су следеће:

1. Први начин се састоји у одређивању положаја основних радио извора и њихових привидних промена у току времена у оквиру једног прелиминарног система (нпр. FK5) дефинисаног базом

$$B_p(t)[\vec{e}'_1(t), \vec{e}'_2(t), \vec{e}'_3(t)]$$

која се може кретати у току времена. Програми на којима се сада ради обезбедиће те положаје. После одређивања тих положаја систему B_p се намеће фиксна ротација R и брзина R' , тако да је

$$B_v = B_p(t) \cdot (R + R' t)$$

Примена ове трансформације на положаје радио извора у оба система ће омогућити одређивање R и R' , и тиме ће се каталог у бази B_p трансформисати у каталог у бази B_v .

Наравно, примена овог поступка у пракси неће бити тако једноставна због отступања која се уносе при одређивању оптичких извора, а могу се појавити отступања која ће повећати постојећа отступања при материјализацији прелиминарног система. Може се показати потребним да се примени поступак аналоган ономе што су предложили Губанов и Кумкова (1978) али овим би била деградирана тачност поступка. Само по себи се разуме да, ако је достигнута тачност од само $0''.1$ при повезивању звезда за екстрагалактичке изворе фотографским путем, може се очекивати да ће коначна тачност бити умањена до тог истог реда величине. Значи, може се превазићи само коришћењем много тачнијих одређивања релативних положаја звезда и радио извора. Такву могућност пружиће астрометријско коришћење савремених инструмената и метода мерења.

Велике тешкоће настају због ограниченог видног поља сателита Земље (СТ) $70'$, квадратних и због чињенице да је доња граница магнитуда сувише велика ($m > 10$ или $m > 11$). Пошто постоји најмање једна звезда у АГКЗ унутар $15'$, око највећег броја радио извора, могуће је повезати звездани систем са VLBI или визуално галактичким системом.

2. Другу методу је предложио Ковалевски (1975, 1979) по којој се користи као посредник један терестрички координатни систем. Ако претпоставимо да се Земљина ротација непрекидно одређује у два небеска координатна система, нпр. коришћењем класичних астрономских инструмената (база B_p) и VLBI (база B_v), под претпоставком да су оба система била идеално тачна, посматрана Земљина ротација у оба система би била иста. Ако ово није случај, разлика представља отступање и ротацију B_p , у односу на B_v .

3. Трећа метода захтева коришћење радио извора. Постоји изван број звезда које су радио-одашиљачи, а које су сјајније од 10^m

тако да се лако могу обухватити једним фундаменталним каталогом. 100 таквих извора добро распоређених по небу би идеално послужило овој сврси. Нажалост, упркос усавршавању радио технике далеко је још да се постигне напред наведен услов (Балтерова листа броји 25 Ri са $m < 11$ и неколико других кандидата). То није урађено још због осредњих резултата у астрофизици, али остаје и даље да је овај програм веома важан за астрометристе. Претпоставком да су ове радио-звезде посматране помоћу VLBI у две епохе, њихови положаји и сопствена кретања ће бити добијени у Bv систему са могућом тачношћом већом од $0''.001$ за годину. Упоредјујући их са сопственим кретањима ових истих звезда у Vr систему, можемо објаснити разлике одступањем и ротацијом Vr у односу на Bv.

Како повећати тачност небеског координатног система?

Два фактора играју доминантну улогу у умањењу материјализације, помоћу звезда небеског координатног система:

1. Случајна одступања у положајима и сопственим кретањима звезда се рефлектују у одступањима реализације система, преко ових звезда. Прецизност у ФК4 је реда $0''.08$, док је у ФК5 $0''.04$.

2. Густина звезда које припадају фундаменталном каталогу се одражава у практичној реализацији система у датом делу неба. Број звезда у ФК5 је у односу на ФК4 (1535) удвостручен, али је и тачност смањена, док у неким специфичним примерима, као што су ширинска мерења (ПЗТ каталог), то није случај. Обично се не може очекивати тачност виша од $0''.25$ а некада и $0''.4$ (АГКЗ и САО) вероватно у вези са неким смањењем тачности. Другим речима, кад се директно користе звезде из ФК4 или ФК5 настају компликације због истовременог коришћења и других каталога, које су оптерећене случајним и другим одступањима, а то онемогућава постизање жељене тачности система. Иако каталог звезда ФК5 има скоро три пута више звезда него ФК4, ипак су остале тешкоће, као што су обезбеђење добрих положаја и сопствених кретања звезда који се користе за фотографску астрометрију или програм окултација.

Велики напредак се очекује у остваривању напред наведеног циља од програма Хипархос. Три године посматрања 100 000 звезда ће обезбедити положаје и сопствена кретања са тачношћом од $0''.002$ за годину. У принципу све сјајне звезде до $8^m.5$ биће укључене заједно са многим звездама слабијег сјаја, посебно са великим галактичким и еклиптичким латитудима. Систем Хипархос неће бити инерцијалан. Интерна сагласност посматрања ће изабети свако регуларно одступање које се може открити, али координатни почетак оса мораће да се дефинише а priori, а резидуална ротација система је неизбежна. Овај ће систем бити повезан са VLBI помоћу једног од напред набројаних услова, најбоље трећег. Због тога се може очекивати да ће каталог Хипархос представљати једну геометријски сталну небеску сферу,

одређену са тачношћом од $0''.002$ лагано умањујућом прецизношћу због нагомиланања случајних одступања у сопственим кретањима.

Проблем координатног почетка и правца оса остаје отворен. Из историјских разлога може бити екваторијалан, али ни у ком случају се не сме повезати за било који параметар Земљиног кретања. Фиксни систем Хипархос се мора користити као референца за сва кретања и формуле за израчунавање онога што се зову "прави положаји", али не сме да буде део система.

Даља проширења рада

Систем Хипархос ће представљати изразито побољшање данашње ситуације и ситуације која се очекује, када постоји нови фундаментални каталог ФК5. Да би се повећала тачност, извршиће се поновна посматрања са VLBI, како познатих радио извора, тако и нових радио извора које треба открити међу сјајним звездама. До већег повећања тачности и прецизности очекује се да ће се доћи лансирањем неког другог сателита сличног Хипархосу.

Распоред звезда и Хипархосов каталог би морао бити довољан у многим применама за све астрономске технике одређивања поларног кретања и Земљине ротације (астролаби, ПЗТ, ЗТ) за Месечеве окултације или за упоришне звезде код посматрања великих планета. Број упоришних звезда у фотографској астрометрији, мора бити већи од две звезде на $(1^0)^2$ што сада пружа Хипархос. Често је ради избегавања крупних утицаја звездане величине, потребно имати врло слабе упоришне звезде са магнитудама које су упоредиве са магнитудама објеката који се одређују. Зато ће бити потребно да се каталог Хипархос допуни многим звездама већих магнитуда. Оваква ситуација неће бити ништа ново и сличне потребе постоје већ и сада. Проширена употреба Шмитових телескопа у одређивању тачних положаја врло слабих објеката (оптички еквиваленти радио извора, мале планете, сателити), чине потребним коришћење упоришних звезда са магнитудама величина $10^m - 15^m$. Астрографски каталог је исувише нетачан да би обезбедио добре положаје, а звезде данашњих упоришних каталога (АГКЗ, САО, Јелска зона) су сувише сјајне. Значи да треба извршити проширење слабијим звездама.

Аутоматски фотоелектрични меридијански кругови, који су у данашње време најпрецизнији, дају одступања положаја звезда реда $0''.10$, до 13^m , и врло су ефикасни. Поменимо само меридијански круг из Карсберга којим се у току године посматра 100 000 звезда са тачношћом $0''.20$, затим Токијски меридијански круг којим је одређено 3972 положаја звезда у зони $40^\circ < \delta < 60^\circ$ из 21 012 посматрања у току 111 ноћи и то са тачношћом $0''.1$.

Реализацијом проширеног каталога Хипархос, који одређује пола милиона звезда са тачношћом од $0''.10$ до $0''.15$ и $0''.015$ за годину дана, задовољиће се практично све потребе астрографске фотометрије,

која користи класичан астрограф или Шмитове телескопе. Како је потребно да се располаже са две епохе са размаком од најмање 10 година, пожељно је да се сви аутоматски меридијански инструменти укључе у рад, а класични модернизују, како би се напред поменути задаци могли реализовати што боље и брже.

На крају треба рећи и то да се много очекује у повећању тачности при примени VLBI, сателита Хипархос-а као и аутоматских меридијанских кругова при посматрању звезда и других небеских тела. Ова посматрања ће омогућити одређивање положаја слабих небеских објеката, који до сада нису посматрани или нису довољно посматрани, како би се добила жељена тачност положаја и сопствених кретања.

Литература:

- Counselman, C.C. 1974, New problems in astrometry
Counselman, C. Shapiro, I. 1979. Bull. Geod. v. 53, 139, Dordrecht, pp. 119 - 124.
Duncombe, R. L. 1978. Bull. Inform. CDS, N° 15, pp. 64 - 66
Duncombe, R. L., Seidelmann, P. K., Van Flandern, T. C. 1975. Proc. IAU colloq. N° 26, pp. 223 - 224.
Gubanov, V. S., Kumkova, I. I. 1978. Mod. Astrometry, IAU colloq. N° 48, pp. 135 - 142.
Fricke, W. 1975. Centre Doun[е Stel. Inf. Bull. N° 15, pp. 70 - 76.
Kovalevsky, J. 1975. Proc. IAU colloq. N° 26, pp. 123- 132.
Kovalevsky, J., Mueller, I. I. et Kolaczek, B 1979. "Reference frames", Kluwer, Acad. Press.
Krasinsky, J. 1975. Proc. IAU, colloq. N° 26, pp. 381 - 393.
Mulholland, J. 1975. Proc. IAU, colloq. N° 26, pp 17 - 47
Mulholland, J. 1979. Proc. IAU, Symp. N° 82, pp. 257 - 261.

РАЗВОЈ АСТРОФИЗИКЕ И НАША ЗНАЊА О ВАСИОНИ

Др МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ
Астрономска опсерваторија, Београд, Волгина 7

1. Развој космичких истраживања и астрофизика

Истраживање Универзума, од нашег Сунчевог система па до највећих растојања, представља једну од најграндиознијих интелектуалних авантура модерног човечанства. Откако је пре 30-так година, лансирање првог сателита означило почетак космичке ере, сведочи смо драматичне промене наших схватања о Васьони. Наш космички хоризонт је у толикој мери проширен последњих деценија, да за то не налазимо примера у досадашњем развоју човечанства.

Астрономија је изласком човека у космички простор постала један од основних стожера развоја науке, чији се утицај шири далеко изван њених граница. Према анализи Европске васьонске агенције (ЕСА), данас само у Европи више од 2000 научника разних профила директно користе резултате космичких истраживања.

Развој космичке ере донео је и развој ванатмосферске астрономије: различити астрономски сателити су буквално "отворили очи" астрономима у спектралним подручјима изван оптичког и "радио-прозора". То је довело до експлозивног развоја инфрацрвене, ултраљубичасте (Ultra Violet), рендгенске и γ -астрономије, као и до читавог низа нових, у неким случајевима револуционарних открића. Читаве мале револуције изазвали су резултати добијени у току IUE (International Ultraviolet Explorer) мисије, када је 1978. год. у орбиту око Земље лансиран UV телескоп од 45 cm, или помоћу сателита HEAO-2, који је назван "Ајнштајнова опсерваторија", а на коме је од 1978. до 1981. год. радио рендгенски телескоп од 58 cm. Овај телескоп је омогућно да се сагледа потпуно ново и непознато рендгенско небо. Велики значај има и 2,4 метарски космички телескоп лансиран у орбиту око Земље 1990. год. Овај инструмент је добио име Хаблов телескоп.

Овај телескоп ће проширити наше космичке видике за више од 2 реда величине и драматично побољшати познавање размера и старости Универзума, и тако покушати да да одговор на питање да ли је космос бесконачан или затворен у простору.

Субмилиметарска област је последња астрономски неистражена област електромагнетског спектра. У плановима НАСА-е је развој и лансирање 20-метарског радио телескопа, који би требало да обухвати област таласних дужина од 0.03 mm до 1 mm. Такав систем захтева технологију напреднију него што је она данас и помоћ људских руку приликом расклапања 20-метарске антене у васьони. У Европском васьонском програму предвиђено је лансирање антене за субмилиме-

тарско подручје и одговарајућег пријемника (хетеродин), који ће европским научницима дати јединствену прилику да преузму вођство у проучавању формирања звезда и планетарних система, настанку и еволуцији галаксија и истраживању позадинског зрачења, с обзиром да нам проучавање ове области спектра даје податке о физици и хемији "хладног Универзума" у опсегу температура од 3 К до 10000 К.

Развој технике апертурне синтезе, односно синтезе отвора (апертуре) великог телескопа поступком који помоћу интерферометрије омогућује да више малих телескопа раде заједно, као делови отвора великог телескопа, донео је Мартину Рајлу Нобелову награду 1974. године. То је омогућило конструкцију радио интерферометра од два или више удаљених радиотелескопа који истовремено посматрају исти објекат. Оваква мерења су ограничена највећим међусобним растојањима на које се могу поставити два радиотелескопа на Земљи. Зато радио астрономи са нестрпљењем очекују лансирање радиотелескопа у васиону који би, повезан са мрежом таквих уређаја на Земљи, отворио нове видике за радиоастрономију. За крај миленијума предвиђена је мисија QUASAT у оквиру које ће у елиптичку путању око Земље бити лансиран 15-метарски радиотелескоп. Он ће у комбинацији са системом радиотелескопа на Земљи, дати радио слике 40 до 200 пута оштрије него до сада.

У наредној деценији човек ће наставити са истраживањем објеката у Сунчевом систему.

"Galileo" који је посетио Венеру, астероид 951 - Гаспру и 243 - Иду, стиже на Јупитер крајем 1995. године.

Пет месеци раније упутиће ка Јупитеровој атмосфери модул који треба да врши испитивања све док на дубини од 130 km до 150 km од горњих слојева не буде уништен. "Галилео" ће 10 пута обићи Јупитер и проћи на 35000 km око Европе и 1000 km од Ио-а прекривеног сумпорним вулканима.

За крај 1997. предвиђено је полетање мисије "Cassini" која ће 4. фебруара 2000. посетити Јупитеров систем, а септембра 2004. стићи до Сатурна и упутиће модул "Huygens" ка површини Титана, кроз његову атмосферу богату органским једињењима. За крај миленијума предвиђен је и почетак мисије чији је циљ Плутон, последња планета коју још нису посетили космички бродови.

Међу осталим космичким плановима посебно је занимљива америчко-немачка CRAFT мисија (Comet Rendezvous and Asteroid Flyby) која треба да посети неколико астероида и у току више година из непосредне близине прати активност комете, да узме узорак њеног језгра и евентуално га врати на Земљу.

Најамбициознија мисија према кометама носи назив "Rozeta", према имену камена са записом који је помогао да се одгонетну египатски хијероглифи. Она треба да крене 2003. године према једној од комета, узме узорак њеног језгра и врати га на Земљу. То ће омогућити

проучавање најпримитивнијег материјала у Сунчевом систему и анализу физичких и хемијских процеса који су се одигравали у самом почетку, пре 4,6 милијарди година.

2. Сунчев систем

Развој космичких истраживања потпуно је изменио наше познавање Сунчевог система.

Да ли је Меркур најмања планета? Тако се веровало до 1978. године када је откривено да је Плутон у ствари много мањи него што се мислило.

Фотографије Меркура које је послао "Маринер-10" неодољиво подсећају на Месец. Ипак, разлике које се јављају услед двоструко веће гравитације, око стручњака одмах запажа. Планине на Меркуру нису тако високе, а његови кратери су плићи него Месечеви исте величине.

Венера је друга планета у Сунчевом систему. Децембра 1970. године на површину планете се спустила космичка станица "Венера-7". На месту њеног спуштања температура је била 450°С што је распршило жеље сањара о животу на Венери, сестри Земље. Притисак на површини је такође велики и износи око 90 атмосфера.

Гасовити омотач планете састоји се од 97% угљен диоксида и 3% азота. Висока температура на површини планете објашњава се ефектом стаклене баште. Наиме, угљен диоксид је прозрачан за све видљиве и ултравиолетне зраке, али веома јако апсорбује топлотно, односно инфрацрвено зрачење. Зато знатна количина енергије долази на површину планете, али се зрачење загрејане површине апсорбује у атмосфери.

Интересантно је да се облаци који скривају површину планете од наших погледа састоје од капљица концентроване сумпорне киселине. Ови густе облаци ипак пропуштају и мало светлости. Према мерењима космичких апарата који су се спустили на површину Венере, осветљеност на овој планети износи око 10% осветљености на Земљи, односно тамо је сумрачно као у тмуран дан. Но, то није сметало да се начине прекрасни снимци површине Венере при природном осветљењу.

Од лансирања совјетског космичког брода "Венера-1", 12. фебруара 1961. године, ову планету је посетило више од 20 космичких бродова који су нам разгрнули густе вео њене атмосфере и омогућили да је боље упознамо.

На карти Венере, планинске области су сличне континентима на Земљи. Депресије које би биле аналогне океанима на Земљи, али овде у њима нема воде, заузимају само 1/6 површине према 2/3 на Земљи. Два платоа, да их назовемо континенти Венере, су Земља Афродите, што је грчко име Венере, и Земља Иштар, што је Вавилонско име богиње љубави. У близини Земље Иштар налазе се Максвелове пла-

нине, масив који се над средњим нивоом уздиже читавих 11 km, па је много виши од Монт Евереста на Земљи. Западно од Максвела лежи прилично тамна (а то значи глатка) област крушколиког облика која је названа Лакшми плато. Мада се налази на висини од 2.500 m до 3.000 m ово је најглаткија велика површина на планети.

Две друге светле области назване су Алфа и Бета. На југу области Алфа налази се прстенасти објекат који је добио име Еве и вероватно представља стари ударни кратер пречника око 200 km. Предложено је да светла тачка у центру кратера означи нулти меридијан на Венери.

Област Бета, по свему судећи, представља два огромна вулкана који су по облику слични вулканима на Хавајима. Као и њихови земаљски двојници они се уздижу до 4.000 m висине, али заузимају неупоредиво већу површину.

Од свих планета, Марс је одувек највише подстицао машту сањара. Још почетком 19. века било је познато да се око своје осе обрне готово тачно за 24^h и да је његова оса, слично Земљиној, нагнута у односу на раван путање за око 24° .

Знајући да је пречник Марса упола мањи од Земљиног, а сила теже на површини планете свега 0.38 Земљине, астрономи су још у то доба закључили да атмосфера Марса мора бити много ређа од наше. Типичан метеоролошки извештај са Марса био би: "Максимална дневна температура око -30°C . У току ноћи температура ће опасти до -86°C ".

Мада се на сателитима спољашњих планета водени лед налази у великим количинама, Марс је једина планета осим Земље на којој је у прошлости површином текла вода. Остаци старих речних токова и трагови дејстава воде јасно се виде на фотографијама.

Једна од најупечатљивијих појава на Марсу је систем огромних кањона који се у дужини од 4.000 km простиру готово паралелно са екватором. То су Vales Marineri која се протеже 2.700 km и кањон Копрат који се наставља на њу. Овај систем колосалних кањона има на појединим местима ширину и од 500 km и дубину од 6.000 m. Кањон на крају нестаје у Бисерној земљи која се са Земље види као тамна област.

Осим кањона и вулкани на Марсу имају циновске димензије. Огромни вулкани налазе се у области Тарсис, а највећи од њих зове се Никс Олимпика, односно снегови Олимпа, због белих облака који га често прекривају. То је истовремено највиши вулкан у Сунчевом систему, његова висина је 26 km.

Данас, ми познајемо Марс боље него што смо до почетка космичке ере познавали Месец. Космички бродови "Викинг-1" и "Викинг-2", посетили су Марс 1976. године. "Викинг-1" је радио током 4 године, а други орбитер 2 године. Заједно су нам послали више од 55.000 фотографија. Они су сакупљали податке о времену на површини

планете и то о температури, притиску, брзини и правцу ветра дуже од целе Марсовске године.

Шта данас после проласка "Пионира-10" и "Пионира-11" као и "Војадера-1" и "Војадера-2" знамо о краљу планета? Јупитер, који с правом заслужује ово име, не само да је највећа планета него је скоро два и по пута масивнији од свих осталих планета заједно. Познато је да је хемијски састав Јупитера сличан саставу Сунца. Он је готово у целини течено тело, осим малог гвоздено силикатног језгра у центру у коме температура достиже 30.000 K. Изнад овог језгра налази се слој теченог водоника дебљине 70.000 km који заузима готово целу запремину планете. Полупречник Јупитера на екватору је 71.398 km. Дебљина атмосфере је око 1.000 km. Присуство аморфног црвеног фосфора, водоничних и амонијачних полисулфида и сумпора, боји Јупитер црвеном, браон и жутом бојом. У екваторијалним областима ветрови дувају брзином од 400 km на сат, а према олујама и пражњењима на Јупитеру урагани и муње на Земљи су дечија играчка. Јупитер краси и велика црвена пега коју је Касини открио 1665. године. Данас се сматра да је то око циновског торнада који траје стотинама година.

Један од сензационалних резултата мисије "Војадер" је откриће прстена око ове планете. Јупитеров прстен је дебео мање од једног километра, широк 6.000 km, а налази се на 128.000 km од центра планете. Састављен је од веома тамних честица, па је његов сјај више од 10 хиљада пута слабији од сјаја Сатурнових прстенова.

Данас знамо за 16 Јупитерових сателита. Четири највећа открио је 1610. Галилеј па се Ио, Европа, Ганимед и Калисто називају још и Галилејеви сателити. То су тела планетарних димензија. Сви су већи од Плутона а Ганимед и од Меркура. Нарочито је интересант Ио. То је после Земље, прво небеско тело на коме су откривени активни вулкани ("Војадери" су снимили 8 ерупција). Сателит има ретку атмосферу, коју због мале масе стално губи. Од њених остатака, око Јупитера се дуж путање сателита формирао торус од водоника и још један који садржи плазму.

Вековима је Сатурн означавао границу Сунчевог система и мада су га људи од давнина гледали како се креће међу звездама, у свој својој лепоти се представио тек када се у XVII веку астрономи добили телескоп. За Сатурн се, као и за Јупитер, може рећи да је "промашена" звезда.

То је готово потпуно течено тело. У центру се налази мало камено језгро пречника 20.000 km, окружено слојем леда дебљине 5.000 km. Све ово налази се у океану водоника са нешто хелијума, чија дубина иде и до 35.000 km на екватору.

И у атмосфери Сатурна су уочене творевине сличне великој црвеној пеги на Јупитеру. Тако је 16° од Северног пола удаљена Велика смеђа пега слична оној на Јупитеру, само живахнијих боја и мањих димензија. Видљиву површину Сатурна представљају облаци, начи-

њени од кристалића амонијака помешаних са капљицама метана, који-ма живе боје дају угљоводоници, сумпор и фосфор. Ови облаци пливају над слојем аеросола дебљине 80 km који ублажава контуре и доприноси пастелним тоновима боја.

"Војадери" су открили и постојање диновског торуса неутралног водоника око планете. Он се протеже од орбите сателита Рее до путање Титана, на који се указује као на највероватнији извор неутралног водоника у торусу. У орбити Рее лежи још један мањи торус који садржи плазму.

Систем Сатурнових прстенова представља једно од чуда видљивог Универзума које се може у повољним приликама видети и јачим догледом. Према класичној подели, систем Сатурнових прстенова се састоји од три главна подпрстена која се означавају словима А, Б и Ц. Они леже у екваторијалној равни у слоју који се простире од 12.500 km до 77.400 km изнад врхова облака. После лета "Војадера-2", прстенови су се пред очима изненађених научника раздвојили на стотине мањих. Истраживања су показала да се прстенови највероватније састоје од силикатних честица око којих се акумулирала вода. На основу анализе простирања радиоталаса установљено је да величина већине честица варира од 1 cm до 5 m. Оне одбијају светлост у свим правцима. С обзиром да је оса Сатурна нагнута под углом од $26^{\circ}45'$, у односу на раван еклиптике, изглед Сатурнових прстенова са Земље се мења.

Најбоље се виде када је један од полова највише окренут Земљи, што се дешава два пута за време његовог сидеричног периода од 29 и по година. Када се Земља налази у равни прстенова, невидљиви су и за велике опсерваторијске инструменте.

Око Сатурна кружи 18 познатих сателита. Највећи од њих је Титан, који је 1665. године открио Хајгенс. Већи је од Меркура и Плутона и дуго се веровао да је највећи сателит у Сунчевом систему. Титан има густу атмосферу која скрива његову праву величину. Полу-пречник чврстог тела Титана, према мерењима "Војадера-1" је 2575 km, док Јупитеров сателит Ганимед, према истим мерењима има полу-пречник од 2640 km.

Од најдавнијих времена, па до 13. марта 1781. године Сатурн је обележавао границу Сунчевог система. Тога дана најуспешнији астроном аматер Виљем Хершел, иначе по занимању оргуљаш месне цркве у енглеском граду Бату, открио је небеско тело које је описао као магличасту звезду или можда комету. То је био Уран, нова планета, прва која је откривена од почетка писане историје, прва која је откривена помоћу телескопа.

Уран је изазвао једну од највећих астрономских сензација. Астрономи Елиот, Данхем и Минк су се припремили да 10 марта 1977. посматрају из високолетећег авиона снабдеваног астрономским телескопом окултацију једне слабе звезде Ураном. Посматрали су како се Уран приближава звезди, али изненада, 40 минута пре него што је диск

Урана прекрио звезду, њен сјај је нагло опао да би се убрзо вратио на првобитну величину. Примећено је укупно пет таквих наглих промена сјаја. Пошто је Уранов диск прешао преко звезде, кратковремена слабљења сјаја су се поновила у обратном поретку у истим временским интервалима. Откривени су Уранови прстенови! Заједничка обрада података омогућила је да се закључи да Уран има девет прстенова, а "Војадер-2" је открио и десети. Ова летилица прошла је поред Урана јануара 1986. године шаљући драгоцене податке о планети и породици њених сателита, којих после проласка Војадера има 15.

Зелено плава планета Нептун, названа по богу мора старих Римљана, откривена је "врхом пера", како воле да кажу астрономи. Наиме, користећи Кеплерове законе кретања планета и Њутнов закон гравитације, астрономи су у стању да одреде положај планете на њеној путањи. На основу анализа поремећаја кретања планете Урана, студент универзитета у Кембриџу Џон Коуч Адамс извео је 1841. године прорачуне који су предсказивали положај непознате планете која изазива поремећаје Урановог кретања.

Али нико од астронома није узео озбиљно његове резултате и није тражио планету на предсказаном месту. У исто време овим проблемом се бавио и Француз Жан Жозеф Ирбен Леверје. Он је своје резултате објавио 1845. године и одредио положај непознате планете. Ипак, Париски астрономи нису желели да прекину текући рад и потраже нову планету. Леверје је послао писмо у Берлин, младом астроному Јохану Галеу, који је 23. септембра 1846. године из првог покушаја пронашао планету на предсказаном месту!

Нептун је тада постао најудаљенија планета у Сунчевом систему. До недавно, најудаљенија планета је био Плутон. Међутим, захваљујући карактеристикама Плутонове путање од 22. 1. 1979. године Нептун је, привремено, опет, последња планета.

Августа 1989. године "Војадер-2" је прошао поред Нептуна пославши на Земљу око 9.000 фотографија планете и њених сателита. После ове мисије знамо да Нептун окружују четири прстена. Приликом проласка Војадера кроз раван прстенова снимљене су и три лучне формације. Једна од њих садржи три облака гушће концентрисане материје. Ове формације примећене су са Земље још 1981. године за време посматрања једне окултације. До проласка "Војадера-2" била су позната два Нептунова сателита, Тритон и Нереида, а у току његове мисије откривено је још шест нових.

Плутон је таман и мрачан свет. Орбита му је веома издужена и нагнута за 17° у односу на раван еклиптике. За посматраче са ове планете Сунце је само тачка на небу која му даје 1560 пута мање светлости него Земљи.

Међу најинтересантније новости у планетарној астрономији спада откриће Плутоновог сателита које је направила екипа америчких астронома на челу са Кристијем и Харингтоном 22. јула 1978. године.

Ово откриће је омогућило да се тачније одреди величина Плутона, што је довело до потпуно неочекиваног резултата. Пречник планете процењен је на око 2.300 km што је упола мање од до сада прихваћене процене. До тада се сматрало да је најмања планета Меркур, чији је пречник 4878 km, а данас се зна да је то Плутон, који са својим сателитом Хароном, чини двојни систем много компактнији од система Земља-Месец.

Велику научну сензацију изазвала је ова планета 9. јула 1988. године приликом посматрања окултације Плутоном једне слабе звезде у сазвезђу Девојке. Овај догађај омогућио је астрономима да установе да Плутон има атмосферу. То је било веома необично откриће с обзиром да је Плутон релативно мало тело чија гравитација не може да спречи растурање атмосфере у околни простор. Претпоставља се да је главни састојак атмосфере неон и да је планета успела да је сачува захваљујући својој ексцентричној путањи. Наиме када се Плутон удаљава од Сунца у току његове зиме, атмосфера почиње да се кондензује и смрзнута пада на тло да би се за време Плутоновог лета отопила и поново формирала гасовити омстач.

3. Нобеловци и звезде

Равој астрофизике изменио је и проширио и наша сазнања о звездама и другим објектима у Васиони о чему сведочи чињеница да су шесторица људи, Ханс Бете, Субраманијан Чандрасекхар, Вилијам Фаулер, Ентони Хјуиш, Расел Халс и Џозеф Тејлор добили Нобелову награду за истраживања која су проширила наша сазнања о звездама. Радови Бетеа који је Нобелову награду добио 1968. године, разјаснили су како се у звездама водоник претвара у хелијум, при чему настаје енергија коју звезда зрачи. Чандрасекхар је открио да маса одређује судбину звезде, а Фаулер је објаснио нуклеарне процесе у којима се у звездама стварају хемијски елементи. Они су добили Нобелову награду 1983. године.

Када је 28. новембра 1967. године Ентони Хјуиш, астроном из Кембриџа, уз помоћ великог радио-телескопа открио први пулсар, најпре је помислио да присуствује историјском тренутку успостављања контакта са ванземаљском цивилизацијом. Толико су правилни били необични радио сигнали, који су тачношћу свога понављања могли да конкуришу сваком стандарду времена. Овом необичном објекту, чије му је откриће донело Нобелову награду за физику 1974. године, астроном Хјуиш је, сажимајући назив пулсирајућа звезда, дао име пулсар (Pulsating star).

Откриће пулсара представљало је велику прекретницу у нашем разумевању настанка и коначне судбине звезда и дало подстрек развоју астрономије и физике, нарочито физике звезда, релативистичке астрофизике и релативистичке физике. Наиме, пулсар је небески релативистички објект на којем се Ајнштајнова теорија релативности

могла примењивати и истраживати у пракси. То је било и кључно откриће једног од стадијума звездане еволуције које је дало снажни замах развоју људске мисли. Јула 1974. године, трагајући за новим пулсарима, помоћу циновског (300 метара) радио-телескопа у Аресибоу, Расел Халс и Џозеф Тејлор открили су нови, чудновати пулсар, чији је период био 0.059 секунди. После пажљивог испитивања установили су да он пролази кроз цикличне промене периода и закључили да је то део двојног система. Ово је дало снажан подстрек машиничкој лабораторији, која даје велики допринос разумевању и истраживању релативистичких феномена, појава у двојним системима и гравитационим таласима. За ово откриће Халс и Тејлор су добили Нобелову награду 1993. године.

4. Нова схватања о настанку и судбини универзума

Када бацимо поглед на звездама осутно ноћно небо, може нам се учинити да се звезде и галаксије простиру бесконачно. Али да ли је то уопште могуће? Још 1826. године немачки астроном Олберс показао је неодрживост таквог модела. Ако би то било тачно, на путу зрака који полази из нашег ока до било које тачке на небеској сфери, налазило би се, одавде до бесконачности, бескрајно много звезда. Како сјај звезде опада са растојањем, али је тек у бесконачности једнак нули, свеукупни сјај бесконачно много звезда чинио би да небо бљешти неподношљиво интензивним сјајем. Ми знамо да то није тако и да је архитектура Васионе другачија.

Према СТАНДАРДНОМ МОДЕЛУ ВЕЛИКОГ ПРАСКА ширење је почело пре око 15 милијарди година. У процесу ширења, са опадањем температуре, мењао се садржај Васионе. Грубо се топлотна историја Васионе може поделити на четири периода: (1) **ДОБА ТЕШКИХ ЧЕСТИЦА** када су доминирале масивне елементарне честице (протони и неутрони) и њихове античестице; (2) **ДОБА ЛАКИХ ЧЕСТИЦА** када су електрони и позитрони непрекидно настајали и нестајали; (3) **ДОБА ЗРАЧЕЊА** када је већина слободних елементарних честица нестала и зрачење представљало основни облик енергије и (4) **ДОБА СУБСТАНЦЕ** у ком живимо и у ком су се формирали неутрални атоми, галаксије и човечанство. Опишимо сада подробније поједине периоде.

ДОБА ТЕШКИХ ЧЕСТИЦА - На самом почетку сва материја се понашала као фотони зато што је почетно стање била хаотична смеша фотона и релативистичких елементарних честица које су се кретале, у основи, светлосном брзином. Како се Васиона ширила и температура опадала, теже честице (хиперони и мезони) анихилирале су се и претварале у стабилне честице.

ДОБА ЛАКИХ ЧЕСТИЦА - После 10^{-4} s, температура је опала испод прага за стварање протона и неутрона па су могле да се стварају само лаке честице.

ДОБА ЗРАЧЕЊА - После стварања елементарних честица главнина енергије у Васиони била је у форми светлости тј. зрачења. У ово доба када је температура пала на милијарду степени, почела је и космичка нуклеосинтеза у којој су створени водоник, хелијум, деутеријум и у траговима литијум и берилијум.

ДОБА СУБСТАНЦЕ - После 2000 година, када је субстанца (водоник и хелијум) почела да доминира Васионом, а зрачење постало само додаток, почело је доба субстанце. Субстанца је била јонизована (плазма) све док температура није опала до тачке на којој је почело да доминира стварање неутралних атома од слободних јона и електрона (рекомбинација).

Прелазак из стања плазме (јонизованог гаса) у стање неутралног гаса доводи до промене у начину преношења енергије тј. зрачења. Док је Васиона била у стању јонизованог гаса, она је била непровидна за зрачење и понашала се као идеално црно тело на одговарајућој температури. Кроз скуп слободних електрона и јона зрачење се преноси низом процеса расејања, апсорпција и емисија. Када зрачење пролази кроз гас од неутралних атома, атоми апсорбују само зрачење одређених таласних дужина. Зрачење са другим таласним дужинама пролази кроз гас и ми га можемо видети, односно овакав гас је провидан.

Око милион година после почетка ширења, када је температура Васионе опала на око 3000 К, јони су почели да се неутралишу и до тада непровидна Васиона постала је провидна.

У том тренутку хипотетички посматрач по први пут би могао да види шта се око њега дешава, по први пут би синула светлост. Реликтно зрачење, тј. космичко позадинско зрачење представља управо ту прву прасветлост која се, охлађена до 2,7 К, још и данас види.

Његово постојање било је теоретски предвиђено половином 20. века. Зовемо га позадинско зрачење зато што представља зрачење позадине неба или реликтно зрачење, зато што представља остатак (реликт) ране Васионе. Установили су га А. Пензијас и Р. Вилсон 1965. године као шум на милиметарским таласима. Откриће реликтног зрачења потврдило је теорију о Васиони која се шири и представља једно од највећих открића нашег времена. За њега су Пензијас и Вилсон добили Нобелову награду 1978. године.

Субстанца је такође, после нестанка спреге са зрачењем, доживела трансформацију. Спрега са зрачењем одржавала је хомогеном, то јест равномерно распоређеном по Универзуму. Сада су мале нехомогености могле да доведу до формирања првих галаксија.

Стандардни модел није могао да да задовољавајући одговор на три суштинска питања.

Зашто у нашем свету постоји изразита асиметрија између материје и антимаерије? Зашто звезде у Васиони нису распоређене равномерно него су почеле да се окупљају у Галаксији? Зашто се ни

приликом посматрања најудаљенијих објеката, са којих је светлост пошла ка нама у доба блиско стварању, када је Универзум био много мањи, не може приметити никакав ефекат искривљености простор-времена?

Одговори на ова питања која даје модерна космологија заносвани су на спонтаном нарушавању симетрије до кога је, према теорији унификације, морало доћи у најранијој историји Васионе. Рани Универзум имао је већи степен симетрије него данас, то јест није било разлике у интеракцији између елементарних честица. Како електромагнетска, тако и слаба и јака нуклеарна сила, манифестовале су се као део јединствене, унифициране силе. Шта се десило када је ова симетрија нарушена?

Посматрајмо на пример хлађење воде: маса је хомогена и изгледа исто из свих праваца, тј. има ротациону симетрију. На тачки мржњења одиграва се фазни прелаз и структура леда који се кристализовао изгледа потпуно другачије. Лед више не изгледа исто из сваког правца, односно ротациона симетрија се губи.

Симетрија спонтано нарушена природним фазним прелазом, може се поново успоставити загревањем и топљењем леда. Теорија унификације предвиђа спонтано нарушавање симетрије основних сила на температури од 10^{27} К, која одговара тренутку 10^{-35} s после Великог Праска. Ово спонтано нарушавање симетрије изазвало је фазни прелаз уз огромно ослобађање енергије које је довело до брзог и великог ширења Васионе (инфлационог процеса) при чему се Васиона раширила за фактор 10^{50} за свега 10^{-32} s, што значи да је растојање између две честице постало 10^{50} пута веће.

Овај период инфлације природно решава проблем равности простора. Најлакше је замислити Васиону која се шири као балон на коме смо ми део површине. Замислимо да су, пре периода инфлације, постојале јако искривљене области простор-времена, као што су кривине на слабо надуваном балону. Ако брзо дувамо у балон ове кривине на његовој површини ће нестати а и искривљеност целе површине постаће мања, балон ће бити равнији. Овај период инфлације, који природно решава проблем привидне равности простор-времена, дао је име целом моделу - модел инфлаторне Васионе. Осим тога Теорија унификације наговештава да су интеракције елементарних честица на температури управо испод 10^{27} К довеле до вишка материје у односу на антимаерију. На крају се и проблем настанка галаксија исто решава фазним прелазом који води до нарушавања симетрије. Посматрајмо као аналогу процес замрзавања површине језера. Лед се не формира одједном хомогено на свим деловима, тј. процес замрзавања, односно физичког прелаза, није идеалан него има дефекте. Ови дефекти имају масу и могу да трају дуго, довољно дуго да постану језгра гравитационих нестабилности које ће довести до формирања галаксија

Постоје хипотезе да је приликом хлађења и ширења Универзума могло доћи до смене различитих фазних прелаза и то у вакууму. Њих физичари дефинишу као стање минимума енергије добијено у одсуству свих честица. Код раног вакуума овај "минимум енергије" је било, у ствари, стање изузетно високе енергије где су се основне силе, тј. електромагнетска, као и слаба и јака нуклеарна сила, манифестовале као део јединствене силе. Приликом фазног (или фазних) прелаза у насталим дефектима остају заробљени делови првобитног вакуума. У оквиру различитих теоријских прилаза ови дефекти могу бити површински (као приликом замрзавања површине језера), али и линијски (струне) или тачкасти (монополи).

Ни монополи ни струне као ни површински дефекти нису до сада виђени. Хипотезу о космичким струнама поставио је Т.В.Б. Кибл са Империјал Колеџа у Лондону 1976. године а 5 година касније су Јаков Зелдович и Александар Виленкин предпоставили да космичке струне, у којима је заробљен високоенергетски вакуум ране Вационе, могу бити узрок груписања субстанце у Вациони. Такве струне имале би дебелину од око 10^{-30} cm и огромну масу. Један сантиметар космичке струне тежио би више од милион милијарди тона!

Да ли ћемо и када добити потврду постојања нових необичних објеката на нашем небу? Да ли су космичке струне довеле до настанка првих галаксија, или су то били дефекти друге врсте? Велики астрономски лов на космичке струне, монополе и друге остатке раног Универзума је у току. Астрономија се развија и напредује из дана у дан и надам се да на одговоре нећемо дуго чекати.

**ПРОГРАМ СЕМИНАРА
"САВРЕМЕНА АСТРОНОМИЈА И КОСМОНАУТИКА"**

*одржаног у Институту за Индустијске системе
у Новом Саду, трг Доситеја Обрадовића 7,
у амфитеатру–наранцастој сали на III спрату,
8. XI 1994. године са почетком у 10^h30^m.*

<i>Отварање</i>	<i>– др Божидар Јовановић</i>
<i>Реч Председника Меморијалног одбора</i>	<i>– др Рожа Халаши</i>
<i>Поздравна реч</i>	<i>– др Илија Ћосић</i>

Предавања:

др Софија Сацаков,

**"ФОРМИРАЊЕ УПОРИШНОГ КООРДИНАТНОГ СИСТЕМА
ПРИМЕНОМ НОВЕ ТЕХНИКЕ ПРИ ПОСМАТРАЊУ НЕБА"**

др Милан Димитријевић,

"РАЗВОЈ АСТРОФИЗИКЕ И НАША ЗНАЊА О ВАСИОНИ"

инг. Миливој Југић,

"КОРИСТИ ОД КОСМИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА"