

ЗБИРКЕ ИЗ АСТРОНОМИЈЕ НА СРПСКОМ

СОЊА ВИДОЈЕВИЋ¹, ВЕРА ПРОКИЋ² и СЛОБОДАН НИНКОВИЋ³

¹Државни универзитет у Новом Пазару, одсек за математичке науке, Вука
Караџића бб, 36300 Нови Пазар, Србија

E-mail: sonja@matf.bg.ac.rs

²Гимназија „Светозар Марковић“, Бранка Радичевића 2, 18000 Ниш, Србија

E-mail: vera.prokic@gsm-nis.edu.rs

³Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија

E-mail: sninkovic@aob.rs

Резиме: Врло мала тј. недовољна заступљеност астрономије у средњим школама је евидентна. Да би се код средњошколаца подигао ниво знања из астрономије и да би се они што боље припремили за домаћа и међународна такмичења Национални астрономски олимпијски комитет (НАОК) организује припреме у виду додатне наставе из астрономије. Како литературе, а нарочито збирки задатака из астрономије на српском језику готово да и нема, учињен је напор да се ове празнине бар делимично попуне. У том циљу чланови НАОК су са руског и енглеског превели најважније збирке и књиге како би се ученицима олакшао самостални рад. Даје се преглед преведене литературе са пратећим коментаром и садржајем.

Кључне речи: Такмичења из астрономије, Збирке задатака

1. УВОД

Национални астрономски олимпијски комитет (НАОК) организује припреме у виду додатне тј. припремне наставе средњошколских ученика за такмичења из астрономије. Јер, врло мала тј. недовољна заступљеност астрономије у средњим школама је евидентна, а заинтересовани ученици су препуштени сами себи. Да би се код средњошколаца подигао ниво знања из астрономије и да би се они што боље припремили за домаћа и међународна такмичења неопходни су извори из којих би учили и додатно се самостално припремали и проверавали своје знање. Како литературе, а нарочито збирки задатака из астрономије на српском језику готово да и није било, учињен је напор да се ове празнине бар делимично попуне. У том циљу чланови НАОК

превели су са руског и енглеског најважније збирке и књиге како би се ученицима олакшао самостални рад.

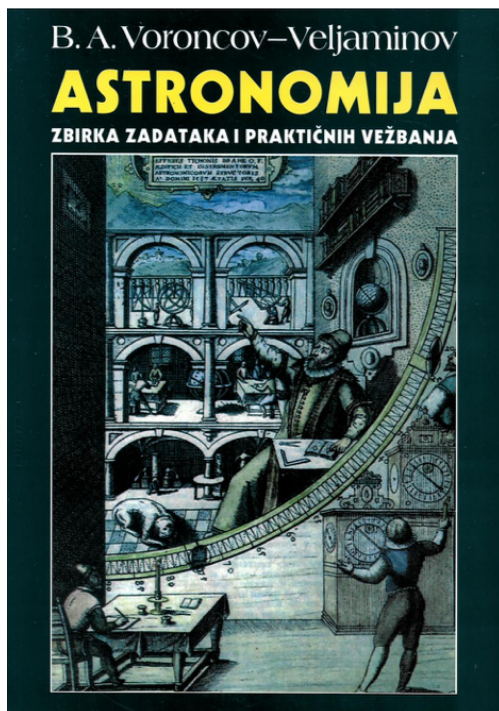
У наставку је представљено 5 збирки решених задатака из астрономије и астрофизике издатих у периоду од 2014 до 2019 године као и један универзитетски уџбеник издат 1998. Наравно, у међувремену је издато много универзитетских уџбеника али је овај значајан зато што се претежно бави сферном астрономијом која нашим ученицима представља велики проблем. Уз сваку библиографску јединицу дат је кратак коментар и слика насловне стране као и садржај. Где је било погодно, у смислу обима чланка и техничких могућности прелома *Зборника*, дат је и импресум књиге.

2. ЗБИРКЕ

Збирке представљамо у редоследу методолошки најбољем за самосталан рад:

- 1) *Астрономија : збирка задатака и практичних вежбања* / од В. А. Воронцов-Вељаминова ; с руског превели Стево Шеган и Слободан Нинковић - Београд : Друштво астронома Србије, 2017 - II, 216 стр. : илустр. ; 25 cm.

ISBN 978-86-912445-4-5



		С А Д Р Ж А Ј Sadržaj	
ISBN 978-86-912445-4-5 Б. А. Воронцов-Вельяминов „Борник задатака и практических упражнений по астрономии“ © 2017, DRUŠTVO ASTRONOMA SRBIJE BEOGRAD ИЗДАВАЧ DRUŠTVO ASTRONOMA SRBIJE BEOGRAD		ПРЕДГОВОР ПРВА ПРВА Задаци 1-162	
ГЛАВА I ОДГОВОРНИ УРЕЂИВАЧ Проф. др. STEVO ŠEGAN РЕЦЕНЗЕНТ Проф. др. NADA PEJOVIĆ ЛЕКТУРА И КОРЕКТУРА Проф. др. STEVO ŠEGAN УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР др. SLOBODAN NINKOVIĆ др. SONJA VIDOJEVIĆ др. STEVO ŠEGAN СЛОГ Проф. др. STEVO ŠEGAN ШТАМПА TONPLUS, Beograd ПОКРЕЗ TONPLUS, Beograd ТИРАЖ 300 ПРИМЕРАКА АДРЕСА ИЗДАВАЧА DRUŠTVO ASTRONOMA SRBIJE VOLGINA 7, 11060 BEOGRAD		ГЛАВА ДРУГА Ређења 163-190 ГЛАВА ТРЕЋА Прилици 191-217	
Предговор преводилаца ГЛАВА ПРВА Задаци 1-162		§ 2.2. Интерполација 163 § 2.3. Небеска сфера 163 § 2.4. Системи небеских координата 165 § 2.5. Кулиминација небеских тела 166 § 2.6. Рефракција 166 § 2.7. Привидно кретање Сунца 167 § 2.8. Време и географска дужина 167 § 2.9. Календар 168 § 2.10. Излаз и залаз небеских тела 170 § 2.11. Прецесија 170 § 2.12. Кретање планета 173 § 2.13. Паралакса и аберација 173 § 2.14. Земља 174 § 2.15. Кретање Месеца и njegove фазе 176 § 2.16. Помрачења 177 § 2.17. Гравитација 180 § 2.18. Астрономски прибори и методи 180 § 2.19. Месец 181 § 2.20. Планете 182 § 2.21. Комете 182 § 2.22. Метеори и метеорити 183 § 2.23. Метеори и метеорити 183 § 2.24. Сунце 184 § 2.25. Кретање и природа звезда 185 § 2.26. Двојне звезде 187 § 2.27. Промениливе звезде и нове звезде 187 § 2.28. Грађа вазоне 188 § 2.29. Меловити одељак 188 § 2.30. Задаци из космоаутике 189	
§ 1.1. Увод 1 § 1.2. Интерполација 2 § 1.3. Небеска сфера 7 § 1.4. Системи небеских координата 9 § 1.5. Кулиминација небеских тела 19 § 1.6. Рефракција 25 § 1.7. Привидно кретање Сунца 27 § 1.8. Време и географска дужина 29 § 1.9. Календар 40 § 1.10. Излаз и залаз небеских тела 42 § 1.11. Прецесија 47 § 1.12. Задаци на небеским глобусом 49 § 1.13. Кретање планета 52 § 1.14. Паралакса и аберација 66 § 1.15. Земља 71 § 1.16. Кретање Месеца и njegove фазе 71 § 1.17. Помрачења 83 § 1.18. Гравитација 88 § 1.19. Астрономски прибори и методи 96 § 1.20. Месец 104 § 1.21. Планете 105 § 1.22. Комете 110 § 1.23. Метеори и метеорити 114 § 1.24. Сунце 119 § 1.25. Кретање и природа звезда 124 § 1.26. Двојне звезде 137 § 1.27. Промениливе звезде и нове звезде 144 § 1.28. Грађа вазоне 150 § 1.29. Меловити одељак 153 § 1.30. Задаци из космоаутике 157		§ 3.1. Таблице 191 § 3.2. Примодбе уз таблице 201 § 3.3. Илустрације 202	

Прва збирка коју представљамо је своје 1. издање доживела давне 1939 (Борис Александрович Воронцов-Вельяминов 1904-1994). Иако је од тада прошло 80 и пар година током којих се астрономија интензивно развијала и дала велике теоријске и посматрачке резултате, у свету, према нашем сазнању, још увек не постоји комплетнија и методолошки боље конципирана збирка задатака која би са становишта логичног закључивања и конкретних нумеричких прорачуна тако добро обухватила све области астрономије средњошколског нивоа засноване на стручним и научним темељима. Пре сваког поглавља дат је кратак преглед теорије са одговарајућим дефиницијама и формулама. Задаци су подељени у два ”прстена” при чему се за решавање задатака ”првог прстена” захтева знање из оквира програма за средње школе док су задаци ”другог прстена” тежи али, знања из математике и физике потребна за њихово решавање, ретко прелазе оквири елементарне тригонометрије и физике. Према подацима на сајту <http://www.astronet.ru/db/msg/1196500> у Русији је 7. издање објављено 1997. године. Преведена је на енглески, француски и шпански језик, а сада је ми имамо и на српском!

- 2) *Астрономске олимпијаде : задаци са решењима* / од В. Г. Сурдина ; с руског превела Соња Видојевић - Београд : Друштво астронома Србије, 2017 - XX, 206 стр. : илустр. ; 24 cm.

ISBN 978-86-912445-3-8



Ово је још један бисер из ризнице руске астрономске литературе. Припреме ученика за било који "Сурдинове" збирке – збирке коју наставници и ученици сада имају и на српском језику. Књига ниво такмичења из астрономије, било домаћа било међународна се не могу замислити без садржи око 450 најбољих задатака са астрономских олимпијада које се одржавају у Москви од 1947. године заједно са свеобухватним решењима и објашњењима. Практична астрономија, астродинамика, астрофизика, планетологија и астронаутика су главне области које збирка обухвата. Сва решења која аутор даје често допуњују, па чак и исправљају грешке класичних решења. Ниво знања потребан на олимпијади је изнад просека тако да ће неки задаци захтевати напоран рад. Већина задатака има неку "цаку", те не треба журити са одговором чак и ако решење на први поглед изгледа једноставно. Аутор Владимир Георгиевич Сурдин (рођ. 1953) нам је љубазно допустио да његову збирку преведемо и са поносом можемо да објавимо да је превод на српски био једини језик на који је ова збирка, по личној изјави аутора, била преведена. Касније је преведена и на енглески. Кореспонденција са аутором (<http://lnfm1.sai.msu.ru/~surdin/>) је обављана путем електронске поште током 2015/16.

Превод књиге:

Астрономические олимпиады : задачи с решениями / В. Г. Сурдин . - Москва : Учебно-научный центр довузовского образования МГУ имени М. В. Ломоносова, 1995. - 321 стр. : илустр. ; 24 см . - ISBN 5-888000-009-4.

Рецензенти: др Слободан Нинковић, проф. др Стево Шеган
Рецензент превода: мр Милена Славих

Издавач: Друштво астронома Србије, Волгина 7, Београд
За издавача: проф. др Стево Шеган, председник Друштва астронома Србије

Корице, припрема за штампу и прелом текста: др Соња Видојевић

Фотографија на корицама: Маглина Вео у сазвежђу Лабуд ©Аматерско астрономско друштво „Тихо Брахе“ Београд, <http://aadychobrahe.blogspot.rs/>

Лектура и коректура: Љиљана Чудић

Штампа и повез: Donat Graf doo, Београд
Формат: 24 × 17 cm
Тираж: 200

ISBN 978-86-912445-3-8

© ДРУШТВО АСТРОНОМА СРБИЈЕ, Београд, 2017.
Ово дело се не сме умножавати, фотокопирати нити на било који начин репродуковати, у целини нити у деловима, без писменог одобрења издавача.

Садржај

Предговор В. Г. Сурдина издању на српском језику	vi
Реч преводиоца	x
I ЗАДАЦИ	1
1 Звездано небо	1
2 Земља: координате, облик, кретање	5
3 Месец. Помрачења Сунца и Месеца	8
4 Привидно кретање небеских тела	12
5 Време и календар	16
6 Координате небеских тела	19
7 Привидни сјај, луминозност, растојање	21
8 Астрономски инструменти и посматрања	26
9 Кретање космичких тела	32
10 Космичке експедиције и природа планета	37
11 Астрофизика	40
12 Астрономски квиз	44
13 Задачи старца Хотабича	46
II РЕШЕЊА	49
1 Звездано небо	51
2 Земља: координате, облик, кретање	58
3 Месец. Помрачења Сунца и Месеца	67
4 Привидно кретање небеских тела	79
5 Време и календар	89
6 Координате небеских тела	96
7 Привидни сјај, луминозност, растојање	101
8 Астрономски инструменти и посматрања	120
9 Кретање космичких тела	139
10 Космичке експедиције и природа планета	157
11 Астрофизика	166
12 Астрономски квиз	184
13 Задачи старца Хотабича	187
14 Референтни подаци	192
Astronomical Olympic Games	206



- 3) *Задаци из астрономије и астрофизике : збирка задатака са Међународне олимпијаде из астрономије и астрофизике (2007-2012) / уредио А. Суле ; с енглеског превела Соња Видојевић - Београд : Друштво астронома Србије, 2014 - XXI, 182 стр. : илустр. ; 24 cm.*
ISBN 978-86-912445-2-1

Међународна олимпијада из астрономије и астрофизике (МОАА, ср. или International Olympiad in Astronomy and Astrophysics – ИОАА, енг.) је први пут одржана 2007. године у Тајланду. Ове, 2023. током августа ће се у Пољској одржати XVI МОАА. Збирка садржи задатке са 6 олимпијада одржаних у периоду од 2007 до 2012 (Тајланд, Индонезија, Иран, Кина, Пољска, Бразил). Међународни одбор олимпијаде је руководиоцу индијског тима Аникету Сулеу поверио задатак да обједини задатке и приреди материјал за штампу. Као резултат настала је књига A Problem Book in Astronomy and Astrophysics која је врло брзо преведена на српски – објављена је 2014. Задаци су груписани у 7 области које одговарају програму од олимпијаде: 1) Основи астрофизике; 2) Координате и време; 3) Сунчев систем; 4) Звезде; 5) Звездани системи; 6) Космологија; 7) Инструменти и космичке технологије. Свака од ових области садржи по три дела: теоријски, обраду података и посматрачки део. На крају поставке сваког задатка дата је ознака која садржи годину када је задатак био дат,

други део ознаке говори у ком делу такмичења је био – теоријском, обради података или посматрачком као и редни број задака на конкретном

такмичењу. Последње слово означава тежину задатка по процени уредника – тежина расте од А ка Д.

iv

Prevod knjige:

A Problem book in Astronomy and Astrophysics : Compilation of problems from International Olympiad in Astronomy and Astrophysics (2007–2012) / Aniket Sule, editor. - Suceava : Cygnus, 2014. - XVII, 236 str. : ilustr. ; 24 cm. - ISBN 978-973-1768-60-1.

Recenzent:

dr Slobodan Ninković, naučni savetnik na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu

Za izdavača:

dr Stevo Šegan, predsednik Društva astronoma Srbije i profesor na Katedri za astronomiju Matematičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Korice, priprema za štampu i prelom: Sonja Vidojević

Fotografija na koricama: Mlečni put nad jezerom Krater, Nacionalni park u Oregonu, SAD,
© Filip Kola (Phillip Colla), <http://www.oceanlight.com>

Lektura i korektura: Ljiljana Čudić

Štampa i povez: Instant system, d.o.o. Beograd

Format: 24 × 17 cm (visina × širina)

Tiraž: 200 primeraka

ISBN 978-86-912445-2-1

© DRUŠTVO ASTRONOMA SRBIJE, Beograd, 2014.

Ovo delo se ne sme umnožavati, fotokopirati i na bilo koji način reprodukovati, u celini niti u delovima, bez pismenog odobrenja izdavača.

Sadržaj

Predgovor	xiii
Reč prevodioca	xv
Konstante	xvii
1 Nebeska mehanika	1
1.1 Teorija	1
1.2 Obrada posmatranja	4
2 Koordinatni sistemi	5
2.1 Teorija	5
2.2 Obrada posmatranja	8
3 Položajna astronomija i vreme	23
3.1 Teorija	23
3.2 Obrada posmatranja	26
4 Optika i detektori	29
4.1 Teorija	29
4.2 Obrada posmatranja	30
5 Fizika zvezda i planeta	39
5.1 Teorija	39
5.2 Obrada posmatranja	41
6 Posmatranja zvezda	45
6.1 Teorija	45
6.2 Obrada posmatranja	47
7 Dvojne i promenljive zvezde	51
7.1 Teorija	51
7.2 Obrada posmatranja	54
8 Galaktička astrofizika	57
8.1 Teorija	57
8.2 Obrada posmatranja	59

xx	SADRŽAJ	
9	Vangalaktička astrofizika	63
9.1	Teorija	63
9.2	Obrada posmatranja	66
10	Posmatranje neba	67
10.1	Noćno nebo	67
10.2	Sjaj i ugaozne veličine	70
10.3	Posmatranja instrumentima	73
10.4	Planetarijum	82
11	Rešenja: Nebeska mehanika	85
11.1	Teorija	85
11.2	Obrada posmatranja	94
12	Rešenja: Koordinatni sistemi	95
12.1	Teorija	95
12.2	Obrada posmatranja	102
13	Rešenja: Položajna astronomija i vreme	105
13.1	Teorija	105
13.2	Obrada posmatranja	112
14	Rešenja: Optika i detektori	115
14.1	Teorija	115
14.2	Obrada posmatranja	118
15	Rešenja: Fizika zvezda i planeta	123
15.1	Teorija	123
15.2	Obrada posmatranja	128
16	Rešenja: Posmatranja zvezda	135
16.1	Teorija	135
16.2	Obrada posmatranja	140
17	Rešenja: Dvojne i promenljive zvezde	145
17.1	Teorija	145
17.2	Obrada posmatranja	151
18	Rešenja: Galaktička astrofizika	155
18.1	Teorija	155
18.2	Obrada posmatranja	160
19	Rešenja: Vangalaktička astrofizika	161
19.1	Teorija	161
19.2	Obrada posmatranja	167
20	Rešenja: Posmatranje neba	169
20.1	Noćno nebo	169
20.2	Sjaj i ugaozne veličine	171
20.3	Posmatranja instrumentima	174
20.4	Planetarijum	175

SADRŽAJ	xxi
A Program MOAA	179
A.1 Opšte napomene	179
A.2 Teorijski deo	179
A.2.1 Osnovi astrofizike	180
A.2.2 Koordinate i vreme	180
A.2.3 Sunčev sistem	180
A.2.4 Zvezde	181
A.2.5 Zvezdani sistemi	181
A.2.6 Kosmologija	181
A.2.7 Instrumenti i kosmičke tehnologije	182
A.3 Praktični deo	182



Dr Sonja Vidojević je magistrirala temu odbranila u oblasti zvezdane astronomije na Matematičkom fakultetu u Beogradu, a doktorsku disertaciju o ohrasti sunčevog vetra na Pariskoj opreventariji. Član je Nacionalnog astronomskeg olimpijskog komiteta stvara od osnivanja, a 2004. je izabrana za predsednika. Organizuje takmičenja i bavi se radom sa nadarenim i nadomislno nericnim zainteresovanim na lepote i čuda vasione još od samih početaka ulaska nacionalnih timova na međunarodna takmičenja iz astronomije i astrofizike. Vise puta je kao rukovodilac nacionalnog tima učestvovala na međunarodnim olimpijskim (Kina 2010, Rusija 2012, Srbija 2013), konvencijama (Indonezija 2015, Indija 2016, Tajland 2017, Kina 2018, Madenka 2019). Zajedno sa takmičarima je proširila kroz radovi i takmičenja, zbog uspešnih rezultata, specijalnih nagrada i podrška, a bilo je tu i posebnog razmatranja. Iskreno se nada da će ova knjiga biti od pomoći budućim takmičarima, a i svim ostalim zaljubljenicima u astronomiju.

Astronomija
Olimpijski zadaci (2007-2014)

DAŠ
2019

Uredio: Aniket Sule • Prevela: Sonja Vidojević

- 4) *Задаци из астрономије и астрофизике : збирка задатака са Међународне олимпијаде из астрономије и астрофизике (2007-2014) / уредио А. Суле ; с енглеског превела Соња Видојевић - Београд : Друштво астронома Србије, 2019 - XXI, 245 стр. : илустр. ; 24 cm.*
SBN 978-86-912445-8-3

iv

Prevod knjige:

A Problem book in Astronomy and Astrophysics : Compilation of problems from International Olympiad in Astronomy and Astrophysics (2007–2014) / Aniket Sule, editor. - Hyderabad : Universities Press India, 2015. - XVII, 236 str. : ilustr. ; 24 cm. - ISBN 978-973-1768-60-1.

Recenzenti:

dr Slobodan Ninković, prof. Mirjana Banjac

Za izdavača:

Vladimir Đošović predsednik Društva astronoma Srbije

Korice, priprema za štampu i prelom: dr Sonja Vidojević

Fotografija na koricama: Mlečni put nad jezerom Krater, Nacionalni park u Oregonu, SAD,
© Džon H. Mur (John H. Moore), <https://johnhmoore.com>

Lektura i korektura: Ljiljana Čudić

Štampa i povež: Donat graf. Beograd

Format: 24 × 17 cm (visina × širina)

Tiraž: 200 primeraka

ISBN 978-86-912445-8-3

© DRUŠTVO ASTRONOMA SRBIJE, Beograd, 2019.

Ovo delo se ne sme umnožavati, fotokopirati i na bilo koji način reprodukovati, u celini niti u delovima, bez pismenog odobrenja izdavača.

Sadržaj

Predgovor	xiii
Reč prevodioca	xv
Konstante	xvii
1 Nebeska mehanika	1
1.1 Teorija	1
1.2 Obrada posmatranja	5
2 Koordinatni sistemi	7
2.1 Teorija	7
2.2 Obrada posmatranja	11
3 Položajna astronomija i vreme	27
3.1 Teorija	27
3.2 Obrada posmatranja	30
4 Optika i detektori	33
4.1 Teorija	33
4.2 Obrada posmatranja	36
5 Fizika zvezda i planeta	45
5.1 Teorija	45
5.2 Obrada posmatranja	49
6 Posmatranja zvezda	55
6.1 Teorija	55
6.2 Obrada posmatranja	57
7 Dvojne i promenljive zvezde	75
7.1 Teorija	75
7.2 Obrada posmatranja	79
8 Galaktička astrofizika	83
8.1 Teorija	83
8.2 Obrada posmatranja	86

На ову збирку је применљиво све што је речено за претходну под редним бројем 3) с тим што ова садржи задатке са још две олимпијаде – Грчка 2013. и Румунија 2014.

9 Vangalaktička astrofizika	91
9.1 Teorija	91
9.2 Obrada posmatranja	95
10 Posmatranje neba	97
10.1 Noćno nebo	97
10.2 Sjaj i ugaone veličine	102
10.3 Posmatranja instrumentima	104
10.4 Planetarijum	114
11 Rešenja: Nebeska mehanika	117
11.1 Teorija	117
11.2 Obrada posmatranja	132
12 Rešenja: Koordinatni sistemi	133
12.1 Teorija	133
12.2 Obrada posmatranja	144
13 Rešenja: Položajna astronomija i vreme	147
13.1 Teorija	147
13.2 Obrada posmatranja	154
14 Rešenja: Optika i detektori	159
14.1 Teorija	159
14.2 Obrada posmatranja	164
15 Rešenja: Fizika zvezda i planeta	171
15.1 Teorija	171
15.2 Obrada posmatranja	179
16 Rešenja: Posmatranja zvezda	189
16.1 Teorija	189
16.2 Obrada posmatranja	195
17 Rešenja: Dvojne i promenljive zvezde	207
17.1 Teorija	207
17.2 Obrada posmatranja	215
18 Rešenja: Galaktička astrofizika	219
18.1 Teorija	219
18.2 Obrada posmatranja	225
19 Rešenja: Vangalaktička astrofizika	229
19.1 Teorija	229
19.2 Obrada posmatranja	236
20 Rešenja: Posmatranje neba	237
20.1 Noćno nebo	237
20.2 Sjaj i ugaone veličine	241
20.3 Posmatranja instrumentima	244
20.4 Planetarijum	247

A Program MOAA	251
A.1 Opšte napomene	251
A.2 Teorijski deo	251
A.2.1 Osnovi astrofizike	252
A.2.2 Koordinate i vreme	252
A.2.3 Sunčev sistem	252
A.2.4 Zvezde	253
A.2.5 Zvezdani sistemi	253
A.2.6 Kosmologija	253
A.2.7 Instrumenti i kosmičke tehnologije	254
A.3 Praktični deo	254

- 5) *Астрофизички забавник : задаци и вежбе из астрономије и астроfizике : наставно-методички приручник / уредио И. А. Утешев ; с руског превела Соња Видојевић - Београд : Друштво астронома Србије, 2019 - 161 стр. : илустр. ; 24 cm.*
ISBN 978-86-912445-7-6



Превод књиге:

Астрофизический дивертисмент : задачи и упражнения по астрономии и астрофизике / под редакцией И. А. Утешева . - Москва : ООО „Сам Полиграфист“, 2018. - 154 стр. : илустр. ; 22 cm . - ISBN 978-5-00077-697-1.

Стручни рецензенти: др Слободан Нинковић, др Стево Шеган и проф. Мирјана Бањац

Рецензент за руски језик: др Слободан Нинковић

Издавач: Друштво астронома Србије, Волгина 7, Београд

За издавача: Владимир Ђошовић, председник ДАС

Корице, припрема за штампу и прелом текста: др Соња Видојевић

Лектура и коректура: Љиљана Чудић

Фотографија на корицама: Влашићи ©Аматерско астрономско друштво „Тихо Брахе“ Београд, <http://aadychobrahe.blogspot.rs/> снимљена 22.10.2017. у селу Доњи Бранетићи крај Такова.

Штампа и повез: Donat Graf doo, Београд

Формат: 24 × 17 cm

Тираж: 200

ISBN 978-86-912445-7-6

© ДРУШТВО АСТРОНОМА СРБИЈЕ, Београд, 2019.

Ово дело се не сме умножавати, фотокопирати нити на било који начин репродуковати, у целини нити у деловима, без писменог одобрења издавача.

Садржај

	Задаци	Решења
1 Геометрија и време		
1.1 Северна престоница	15	19
1.2 Месечев дан	15	20
1.3 Псеудомарс	15	20
1.4 Gloria Mundi	16	21
1.5 Вечерњи облак	16	22
1.6 Не шали се с временом	16	23
1.7 Геосинхрони сателит	16	23
1.8 Супернова 1987А	17	24
1.9 Жути ножеви	17	25
1.10 „Побегуља”	17	27
1.11 Ротирајући посматрач	17	28
1.12 Неутралност	18	28
1.13 Далека грана	18	29
1.14 Витлејемска звезда	18	30
2 Небеска сфера		
2.1 Поноћ	33	37
2.2 А зоре су тамо тихе	33	39
2.3 Сенке	33	40
2.4 Теорија вероватноће	33	40
2.5 Три часа	34	42
2.6 Бејрут	34	43
2.7 Показати се, а не одати се	34	44
2.8 Видљивост	35	45
2.9 Pas de deux	35	46
2.10 Марибо	35	47
2.11 Реактивна тригонометрија	35	48
2.12 Бродолом	36	49
2.13 Загонетни круг	36	51

3 Небеска механика

3.1	Псеудомеркур	53	62
3.2	Заузми се за јадну L_3	53	63
3.3	Космодром на Јупитеру	54	64
3.4	Звездани трио	54	65
3.5	67 P	55	68
3.6	Ка Сатурну!	55	69
3.7	Гравитација опада	55	71
3.8	Антипланете	56	71
3.9	Ходограф	56	73
3.10	Наређење 66	57	75
3.11	Mars Orbiter Mission	57	76
3.12	Маса Месне групе галаксија	58	77
3.13	Егзомесеци	59	79
3.14	Мооп наш!	61	81

4 Оптика

4.1	Операција „Ag ⁺ “	85	91
4.2	У потрази за звездама	85	92
4.3	Пролаз кроз зрак GMRT	85	93
4.4	Фантомска звезда	86	94
4.5	Оптика телескопа	86	95
4.6	Јежић у магли	87	96
4.7	Хоризонт догађаја	87	97
4.8	Go to	87	98
4.9	Телескоп са гравитационим сочивом	89	99
4.10	Коронадо	89	101

5 Честице и поља

5.1	Циклотрон	103	108
5.2	Бекство из атмосфере	103	108
5.3	Охуген	103	109
5.4	Марсовска висина	104	109
5.5	Гасови на Титану	104	110
5.6	Далтонисти	104	111
5.7	Инверзни Комптонов ефекат	104	112
5.8	Сунашце	105	113
5.9	Пе два — пе четири	106	115
5.10	Граница ГЗК	106	116
5.11	Две фамилије	106	116
5.12	Гравитациони таласи	106	117

6	Закони зрачења		
6.1	Гримизни ужас	119	126
6.2	Акреција на неутронску звезду	119	126
6.3	Тројни алфа-процес	119	127
6.4	Неутрино	120	127
6.5	Пулсација цефеиде	120	128
6.6	Исти тип	121	129
6.7	Разговарајмо о томе	121	130
6.8	Мегамасер	122	131
6.9	Алкохол у космосу	122	132
6.10	Забрањена зона	122	132
6.11	Dolce Vita	122	134
6.12	Довести до белог усијања ⁴⁾	123	135
6.13	Фотометрија у опсегу U	123	136
6.14	AstroSat	124	137
7	Галаксије		
7.1	Отицање гаса	141	144
7.2	Dark Matters	142	145
7.3	Рибарева теорема	142	146
7.4	Енергија вакуума	142	146
7.5	Рана Васиона	142	147
7.6	У вину је истина	142	149
7.7	Осматрајући 21 cm	143	150
	Референтни подаци		
D1	Физичке и астрономске константе		153
D2	Мерне јединице		154
D3	Мерење углова		155
D4	Елементарне честице		155
D5	Обрасци сферне тригонометрије		156
D6	Параметри орбита великих планета		157
D7	Физичке карактеристике Сунца и планета		157
D8	Карактеристике патуљастих планета		157
D9	Карактеристике сателита великих планета		158
D10	Рачунање времена		159
D11	Најсјајније звезде Земљиног неба		160
D12	Координате неких градова Русије и света		161
D13	Неке општеприхваћене вредности величина		161

4) У пренесеном значењу, јако наљутило некога. (Прим. прев.)

Преводилац Соња Видојевић је примерак *Забавника* на руском добила током XII МОАА (Пекинг, 2018) лично од уредника као и право да га преведе на српски. *Забавник* је у Русији објављен 2018. године, а већ следеће године 2019 је објављен на српском језику.

Наслов ове збирке је занимљив, али ко год га схвати дословно биће разочаран. Задачи који су ушли у састав ове збирке су већином они који су рађени у специјалним центрима и камповима који се организују у циљу припрема надарених ученика за такмичења. Најуспешнији ученици се два пута годишње окупљају у Санкт Петербургу. Упоредо са окупљањем организују се астрономске школе које између осталих води и уредник *Забавника*. Такође, ту су се нашли и одабрани задаци са међународних такмичења. Задачи су условно разврстани у 7 тематских целина. Неки од њих су праћени вежбама за самостално решавање. Неки од ових задатака могу бити веома тешки за решавање, чак достојни професионалаца. "Забавник" ће бити само онима који су довољно радознали и одважни да се упусте у авантуру изналажења решења за најразличитије астрономске проблеме и питања. Они ће уживати и заиста се забављати током решавања и откривања тајни Васионе. Забава може да се огледа и у томе што сваки задатак има своје име на основу кога читалац може да погађа тему задатка.

Посебан куриозитет је чињеница да је уредник "Забавника" Иван Александрович Утешев освојио прву златну медаљу за Русију тек 2015 године на IX МОАА одржаној у Индонезији иако је Русија пре тога већ 6 пута учествовала на овој олимпијади без иједног златног одличја.

И уџбеник:

1) *Астрономија, класика у новом руху* / од Робина М. Грина ; с енглеског превели Стево Шеган, Надежда Пејовић и Златко Ћатовић - Београд : VESTA Company, 1998 - IX, 398 стр. : илустр. ; 24 cm.

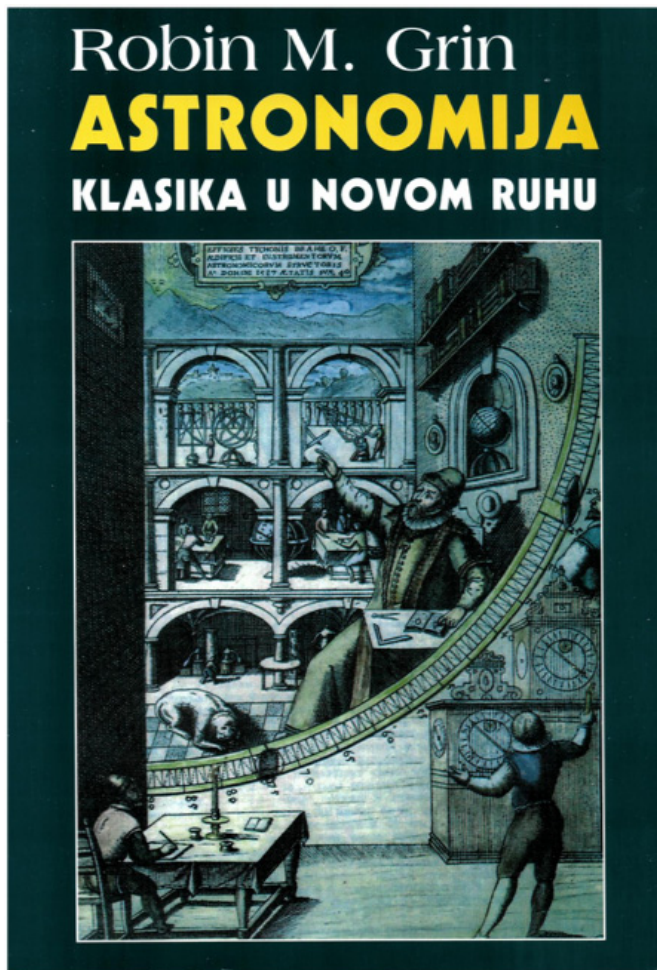
ISBN 86-7212-009-4

Уџбеник је намењен основним студијама али због једноставног математичког апарата који се употребљава могу га користити и они који нису професионални астрономи тј. без претходног знања из класичне астрономије.

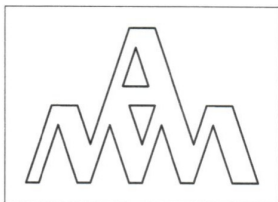
Средином прошлог века дошло је до наглог развоја посматрачких инструмената и тачност од 1 лучне секунде у ранијим мерењима положаја небеских тела била је сасвим довољна за класичне технике сферне тригонометрије. Међутим, са побољшањем тачности те технике су постале непрецизне и захтевале су ревизију и осавремењавање. У то време биле је планирано и увођење новог система астрономских константи. Овај поступак је захтевао усвајање новог стандардног еквиноција као и новог фундаменталног каталога звезда. Најважније је да је фундаментални значај релативности прихваћен у положајној астрономији. Ова нова ситуација се огледа у Астрономском алманаху, који је у потпуности ревидиран како би се подаци ускладили са новим и прецизнијим мерењима која су достизала тачност од 0,001 лучне секунде. Радио-телескопи (нпр. Very Long Baseline Interferometry, VLBI) обезбеђују положаје са тачношћу од 0,001 лучне секунде, а оптичке методе потенцијално нуде упоредиву резолуцију. Старе

класичне методе више нису биле адекватне за потребе модерне астрономије, а астрономи су морали поново да уче основе положајне астрономије. Међутим, није постојало одговарајуће шtivo који би могло да послужи као увод у савремену прецизну астрометрију. Гринова књига је изврсно испунила ову улогу. Прво издање овог уџбеника је објављено под називом *Spherical astronomy* / Robin M. Green : Cambridge University Press, 1985 - 536 str. : ilustr. ; 23 cm.

Прва три поглавља дају најважније основе: математичке технике и формуле, координатне и референтне системе. Наредна поглавља затим третирају рефракцију, аберацију, звездану паралаксу, прецесију, нутацију, сопствено кретање, астрофотографију, радио-астрометрију и друго. Једно читаво поглавље је посвећено тензорском рачуну због његове употребе у рачунању релативистичких ефеката. Уз свако поглавље постоје обрађени примери и задаци које читалац треба самостално да реши.



ISBN 86-7212-009-4



ASTRONOMIJA

Klasika u novom ruhu

© 1998, VESTA Company

Izdavač: *VESTA COMPANY*

Za izdavače: *STEVO ŠEGAN, JADRANKA JANKOV*

Redakcioni odbor: *STEVO ŠEGAN, ŽARKO MIJAJLOVIĆ*

Recenzent: *VREME...*

Uređivački odbor: *STEVO ŠEGAN, ALEKSANDAR B. D. BALAŠKOVIĆ*

Obrada teksta: *ALEKSANDAR B. D. BALAŠKOVIĆ*

CIP—Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

521.9(075.8)

ГРИН, Робин М.

Астрономија – класика у новом руху
у преводу Стеве Шегана, Наде Пејовић,
Златка Ћатовића, [1. изд.].—Београд :
Vesta Company, 1998 (Београд : ВЕСТА Цомпан).—
- ИИШ, 394 стр. : граф. прикази ; 24 cm

Текст лат. Тираж 300.—Библиографија: стр.383.
ISBN 86-7212-009-4

а) Астрономија, сферна б) Астрометрија
ИД = 60056332

Štampa: VESTA Company, Beograd
Povez: VESTA Company, Beograd
Tiraž: 300 primeraka

Adresa izdavača: VESTA Company, p.o., Beograd–Zemun, Novogradska 51

САДРЖАЈ

Sadržaj

Predgovor	???
Predgovor prevodilaca	???

ГЛАВА ПРВА Osnovne formule 1–14

§ 1.1. Uvod	1
§ 1.2. Sferna geometrija—lukovi velikog kruga	1
§ 1.3. Sferne polarne koordinate	4
§ 1.4. Sferna trigonometrija—osnovni obrasci	5
§ 1.5. Geografska širina i dužina	8
§ 1.6. Rektascenzija i deklinacija	10
§ 1.7. Rastojanja zvezda na nebeskoj sferi ..	11

ГЛАВА ДРУГА Nežeska sfera 15–33

§ 2.1. Uvod	15
§ 2.2. Horizontski sistem	16
§ 2.3. Časovni ugao i deklinacija	17
§ 2.4. Zvezdano vreme i rektascenzija	21
§ 2.5. Ekliptika i ekliptičke koordinate	22
§ 2.6. Pravo i srednje vreme	24
§ 2.7. Galaktičke koordinate	27
§ 2.8. Postavljanje teleskopa	30

ГЛАВА ТРЕЋА Referentni sistem 34–60

§ 3.1. Inercijalni referentni sistemi	34
§ 3.2. Precesija, nutacija i sopstveno kretanje	35
§ 3.3. Koordinatni početak referentnog sistema	41
§ 3.4. Odabrani pregled specijalne teorije relativnosti	44
§ 3.5. Opšta relativnost	51
§ 3.6. Razmatranje paralakse, aberacije i savijanja svetlosti sa stanovišta opšte teorije relativnosti	55

ГЛАВА ЧЕТВРТА Geocentrične koordinate 61–83

§ 4.1. Uvod	61
§ 4.2. Približne formule za refrakciju	61
§ 4.3. Refrakcija u sferno simetričnoj atmosferi	64
§ 4.4. Konstante i tablice refrakcije	69
§ 4.5. Geocentrične koordinate posmatrača	71
§ 4.6. Geocentrična paralaksa	75
§ 4.7. Uticaj geocentrične paralakse na rektascenziju i deklinaciju	79
§ 4.8. Dnevna aberacija	81

ГЛАВА ПЕТА Merenja rektascenzije i deklinacije 84–100

§ 5.1. Uvod	84
§ 5.2. Greške meridijanskog kruga	84
§ 5.3. Otklanjanje instrumentskih grešaka	87
§ 5.4. Redukovanje na prividni položaj	91
§ 5.5. Kretanje Zemljinih polova	92
§ 5.6. Danžonov astrolab i fotografska zenitna tuba	95

ГЛАВА ШЕСТА Problem dva tela 101–120

§ 6.1. Osnovne jednačine	101
§ 6.2. Keplerova jednačina za ograničenu putanju	103
§ 6.3. Keplerovi zakoni	105
§ 6.4. Rešenje Keplerove jednačine	106
§ 6.5. Jednačina centra	109
§ 6.6. Komponente planetske brzine	110
§ 6.7. Eliptične i hiperbolične putanje	111
§ 6.8. Poređenje opšte relativnosti sa Njutnovom teorijom	112
§ 6.9. Keplerovo rešenje u opštoj relativnosti	114
§ 6.10. Relativističko pomeranje perihela ..	116

ГЛАВА СЕДМА
Putanje planeta i satelita
121–136

§ 7.1. Putanja u prostoru	121
§ 7.2. Račun efemerida	123
§ 7.3. Mase planeta	124
§ 7.4. Planetski poremećaji	126
§ 7.5. Putanja Meseca	127
§ 7.6. Račun oskulatornih elemenata	131
§ 7.7. Preliminarno određivanje putanja	133

ГЛАВА ОСМА
Heliocentrične i baricentrične koordinate
137–155

§ 8.1. Uvod	137
§ 8.2. Kretanje Zemlje	137
§ 8.3. Godišnja paralaksa	139
§ 8.4. Godišnja aberacija	141
§ 8.5. Približne formule za paralaksu i aberaciju	142
§ 8.6. Planetska aberacija	144
§ 8.7. Savijanje svetlosti u opštoj relativnosti	146
§ 8.8. Nulte geodezijske	149
§ 8.9. Izvođenje prividnog položaja zvezde u opštoj relativnosti	152
§ 8.10. Zaključak	153

ГЛАВА ДЕВЕТА
Precesija i nutacija
156–176

§ 9.1. Uvod	156
§ 9.2. Luni-solarna precesija	156
§ 9.3. Planetna precesija	158
§ 9.4. Opšta precesija	160
§ 9.5. Strobe formule	163
§ 9.6. Matrice rotacije	165
§ 9.7. Približne formule	167
§ 9.8. Nutacija	169
§ 9.9. Uticaj nutacije na koordinate zvezda	173

ГЛАВА ДЕСЕТА
Vreme
177–194

§ 10.1. Astronomska i fizička koncepcija vremena	177
§ 10.2. Zvezdano i srednje vreme	180
§ 10.3. Efemeridsko i svetsko vreme	182
§ 10.4. Moderne dinamičke skale vremena	184
§ 10.5. Julijanska i Beselova godina	186
§ 10.6. Vremensko izjednačenje	188
§ 10.7. Sopstveno i koordinatno vreme	190
§ 10.8. Izračunavanje svetlosnog vremena—radarska kašnjenja	191

ГЛАВА ЈЕДНАНАЕСТА
Sopstveno kretanje i radijalna brzina
195–213

§ 11.1. Komponente zvezdanog kretanja	195
---	-----

§ 11.2. Promene sopstvenog kretanja unutar sistema	197
§ 11.3. Precesione promene u sopstvenom kretanju	200
§ 11.4. Baricentrična radijalna brzina	202
§ 11.5. Pulsarski tajming	204
§ 11.6. Crveni-pomak u opštoj relativnosti	205
§ 11.7. Sistematski uticaji na sopstveno kretanje i radijalnu brzinu	208
§ 11.8. Kosmološki crveni-pomak	210

ГЛАВА ДВАНАЕСТА
Srednje i prividne koordinate
214–231

§ 12.1. Pojmovi	214
§ 12.2. Godišnje i vekovne promene	215
§ 12.3. Pravi položaj zvezde	217
§ 12.4. Prividni položaj zvezde	219
§ 12.5. Vektorsko izvođenje prividnog položaja zvezde	222
§ 12.6. Prividni položaj planete	226
§ 12.7. Zvezdani katalogi	228

ГЛАВА ТРИНАЕСТА
Astrofotografija
232–250

§ 13.1. Centralna projekcija	232
§ 13.2. Standardne koordinate	234
§ 13.3. Greška centrisanja	236
§ 13.4. Refrakcija i godišnja aberacija	237
§ 13.5. Pločne konstante	241
§ 13.6. Osnove redukcije fotoploča	243
§ 13.7. Metod veznika	245
§ 13.8. Neposredno korišćenje pravouglih koordinata	247

ГЛАВА ЧЕТНАНАЕСТА
Daljine i kretanja zvezda
251–271

§ 14.1. Astrofizički osvrt	251
§ 14.2. Merenje paralakse i sopstvenog kretanja	255
§ 14.3. Daljine bliskih zvezda	258
§ 14.4. Kretanje Sunca	260
§ 14.5. Statistička paralaksa	263
§ 14.6. Galaktičke koordinate	266
§ 14.7. Ortove konstante	267
§ 14.8. Uticaj rotacije Galaksije na sopstveno kretanje	269

ГЛАВА ПЕТНАЕСТА
Elementi radio astronomije
272–290

§ 15.1. Uvod	272
§ 15.2. Radio interferometrija	274
§ 15.3. Radio pasažni instrument	277
§ 15.4. Neodređenost faze	279
§ 15.5. Interferometar sever-jug	280

САДРЖАЈ

III

§ 15.6. Interferometar опште оријентације	283	§ 18.6. Beselovi elementi помрачења Sunca	336
§ 15.7. Kretanje Zemljinih polova	285	§ 18.7. Račun помрачења Sunca	339
§ 15.8. Sinteza aperture	285	§ 18.8. Faze помрачења	342
§ 15.9. Sinteza rotације	288	§ 18.9. Okultације Mesecom	344

ГЛАВА ШЕСТНАЕСТА

Radio astrometrija
291–310

§ 16.1. Uvod	291
§ 16.2. Interferometrija poludnevne veze	292
§ 16.3. Dugobazična interferometrija	293
§ 16.4. Pravci ka izvoru i vektori osnovica	297
§ 16.5. Uticaji sredine	299
§ 16.6. Relativistički efekti	303
§ 16.7. Radio i zvezdani referentni sistemi	306

ГЛАВА СЕДАМНАЕСТА

Planetske pojave i površinske koordinate
311–327

§ 17.1. Prividno kretanje unutrašnje planete	311
§ 17.2. Prividno kretanje spoljašnje planete	313
§ 17.3. Staciji	314
§ 17.4. Faze planeta	316
§ 17.5. Planetografske koordinate	318
§ 17.6. Planetografske koordinate tačke na disku	321
§ 17.7. Heliografske koordinate	322
§ 17.8. Heliografske koordinate pega	323
§ 17.9. Selenografske koordinate	324

ГЛАВА ОСАМНАЕСТА

Помрачења и okultације
328–347

§ 18.1. Klasifikacija помрачења	328
§ 18.2. Uslovi помрачења Meseca	330
§ 18.3. Uslovi помрачења Sunca	331
§ 18.4. Granični (ekliptički) uslovi помрачења	332
§ 18.5. Učestanost i ponovljivost помрачења	335

ГЛАВА ДЕВЕТНАЕСТА

Dvojne zvezde
348–366

§ 19.1. Uvod	348
§ 19.2. Putanjski elementi dvojnog sistema	349
§ 19.3. Metoda Til-Inesa (Thiele-Innes)	352
§ 19.4. Metoda Lehman-Filhésa (Lehmann-Filhés)	355
§ 19.5. Mase vizuelno dvojnih	358
§ 19.6. Mase spektroskopski dvojnih	360
§ 19.7. Dvojni pulsar	362

ПРИЛОГ А

Tenzorski metodi
367–375

§ A.1. Uvod	367
§ A.2. Tenzori	369
§ A.3. Metrički tenzor	371
§ A.4. Geodezijske	373
§ A.5. Zakrivljeno prostor-vreme	373

ПРИЛОГ Б

Astronomske konstante
376–379

§ B.1. Fundamentalne konstante	376
§ B.2. Podaci o planetama	377

ПРИЛОГ Ц

Rešenja numeričkih zadataka
380–382

Literatura	383
Indeks	385

ЗАКЉУЧАК

Недостатак астрономске литературе а нарочито збирки задатака на српском језику је био велики проблем за све надарене ученике заинтересоване за астрономију јер је астрономија врло мало заступљена у школском програму. Имајући то у виду НАОК је учинио велики напор и у релативно кратком року превео са руског и енглеског 5 збирки. У току је припрема ауторске збирке под радним насловом *Методичка збирка из астрономије* у коју ће највећим делом бити уврштени потпуно нови задаци и вежбања. Састављање задатака је веома одговоран и напоран посао. Пре свега, потребно је да аутор има темељно знање из астрономије, да има предавачко искуство као и искуства у организовању и спровођењу разних

нивоа такмичења. Задатак мора да буде јасно написан, граматички исправан, коректно постављен у смислу физике, да поштује усвојене норме у примени математичког апарата потребног за решавање, да буде решив у реалном времену, има ту још много sitница о којима треба водити рачуна. Темељно тестирање решења је такође веома захтеван посао али, ма колико се састављач трудио да задатак има јединствено решење, увек се нађе понеки ученик који нађе нестандартно решење које комисији за преглед каткад зада велике муке.

За крај, подсетимо се изреке ”Добро постављено питање – половина је одговора!”.

Литература

Најобухватнији скуп литературе везане за астрономска такмичења може се наћи у:

Sonja Vidojević, Vera Prokić, Slobodan Ninković and Branko Simonović: Serbia in Astronomical Contestants between 2017–2020, Proceedings XIX Serbian Astronomical Conference, Belgrade, October 13–17 2020.

Соња Видојевић, Слободан Нинковић и др. : Додатна настава и такмичења из астрономије 2017. и 2018, Зборник радова ”Развој астрономије код Срба X”, Београд, 21 – 26 април 2019.

COLLECTIONS OF ASTRONOMICAL PROBLEMS IN SERBIAN

The very low, i. e. insufficient, presence of astronomy in secondary schools is evident. In order to improve the knowledge level of secondary school pupils and also to enable them to be prepared for contests inside Serbia and international ones as well as possible, the National Astronomical Olympiad Committee (NAOC) has been organising preparations as an astronomy extra-teaching. Since the proper literature, especially collections of problems, in Serbian practically do not exist, an effort has been done to fill these gaps, at least partially. For that purpose the NAOC members have translated from Russian and English the most important collections and textbooks in order to make an easier unattended work of the pupils. An overview of the translated literature with accompanying commentary and content is given.

Key words: astronomy contests, collections of problems