

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Миљана Д. Јовановић

ПРОМЕНА  $V$  И  $R$  МАГНИТУДА ИЗАБРАНИХ  
КВАЗАРА И ПОВЕЗИВАЊЕ СИСТЕМА GAIA СА  
СИСТЕМОМ ICRF

докторска дисертација

Београд, 2024.



UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF MATHEMATICS

Miljana D. Jovanović

VARIATION OF V AND R MAGNITUDES FOR  
SELECTED QUASARS AND THE LINK BETWEEN  
THE GAIA CRF AND ICRF SYSTEMS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024.



**Ментор:**

др Горан ДАМЉАНОВИЋ, научни саветник  
Астрономска опсерваторија, Београд

**Чланови комисије:**

др Душан МАРЧЕТА, доцент  
Универзитет у Београду, Математички факултет

др Оливер ВИНЦЕ, виши научни сарадник  
Астрономска опсерваторија, Београд

Dr François TARIS, научни саветник  
Париска опсерваторија, Француска

**Датум одбране:**



*Посвећујем мом тати Добросаву*





## *Захвалница*

*Пре свега, захваљујем се ментору др Горану Дамљановићу на свему што сам од њега научила. Захвалност на сарадњи и сугестијама дугујем ментору и члановима Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације: др Душану Марчети, др Оливеру Винцеу и др Франсоа Тарису. Сви они су својим огромним и драгоценим искуством допринели коначном изгледу ове дисертације. Захваљујем им се на труду који су уложили и корисним саветима које су ми пружили. Хвала и члановима Комисије за оцену научне заснованости теме на ангажовању.*

*Захваљујем се мојим колегама Астрономске опсерваторије, на свим облицима професионалне подршке, колегијалности и људском разумевању. Хвала свим пријатељима који су ме охрабривали и веровали у мене. Посебно Дијани Мацури која је била лектор ове тезе.*

*Од великог значаја била ми је подршка и разумевање моје породице у сваком погледу да истрајем у овом раду. Посебну захвалност за безрезервну љубав и подршку дугујем мајци Весни.*

*Миљана Јовановић*



**Наслов дисертације:** Промена  $V$  и  $R$  магнитуда изабраних квазара и повезивање система GAIA са системом ICRF

**Сажетак:** Један од главних научних циљева Gaia мисије Европске свемирске агенције је да се конструише небески координатни систем у таласним дужинама оптичког дела електромагнетног спектра, *Gaia CRF*. Овај координатни систем треба да се повеже са Међународним небеским координатним системом - *ICRF*, који је фиксиран у односу на удаљене објекте (квазаре). Неопходно је да објекти, који служе за повезивање ова два координатна система, буду видљиви у оба домена (оптичком и радио). Предложено је и додато 47 таквих објеката, који у радио-домену немају детектовану проширену емисију.

Поменути објекти су активна галактичка језгра (АГЈ), чији се сјај мења на целом електромагнетном спектру. Промена сјаја може бити последица активности у различитим регионима АГЈ, али и спољашњих фактора. Овакве промене могу да доведу до промене положаја фотоцентра, а тиме и координата објекта. Да бисмо утврдили који су објекти погодни за повезивање ова два координатна система испитали смо промене сјаја у оптичком домену. Објекти су посматрани од 2013. г. у  $V$  и  $R$  доменима. Анализирали смо сјај, боју ( $V - R$ ) и оптички спектрални индекс ( $\alpha$ ).

Утврдили смо да је сјај већине објеката променљив, или могуће променљив. Скоро 15% објеката има значајне промене у сјају (веће од 1 mag), само  $\sim 10\%$  објеката је стабилно са малим променама сјаја од  $\sim 0.3$  mag. Представили смо и резултате анализе промене боје и  $\alpha$ . На основу ових резултата изабрали смо 17 објеката који су погодни за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF*. Резултати анализе као и вредности које су добијене посматрањима, важни су за испитивање ових објеката због њиховог значаја за астрометрију, али и астрофизику. Ови подаци су од значаја за боље разумевање физике различитих региона АГЈ, као и за разумевање формирања и еволуције галаксија.

**Кључне речи:** Галаксије – активне, Метода – обрада података, Технике – фотометрија

**Научна област:** Астрономија

**Ужа научна област:** Астрометрија



**Dissertation title:** Variation of  $V$  and  $R$  magnitudes for selected quasars and the link between the Gaia CRF and ICRF systems

**Abstract:** One of the main objectives of the Gaia mission of the European Space Agency is to construct a celestial reference frame at the wavelengths of the optical domain, Gaia CRF. This frame needs a link to the International Celestial Reference Frame – ICRF which is fixed with respect to distant objects (quasars). The objects serving for the purpose of linking are required to be visible in both domains (optical and radio). A set of 47 such objects has been proposed and included which in the radio domain have no detected extended emission.

The mentioned objects are active galactic nuclei (AGN) the brightness of which varies over the whole electromagnetic spectrum. The brightness change may be due to activity in different AGN regions, but also to external factors. Such variations can lead to changes in the photocentre position and, consequently, to changes of the object coordinates. In order to establish which objects are suitable for linking these two frames we have examined the brightness variation in the optical domain. The objects have been observed from 2013 in the  $V$  and  $R$  bands. We have analysed the brightness, colour ( $V - R$ ) and optical spectral index ( $\alpha$ ).

It has been established that for the majority of objects the brightness is variable, or possibly variable. Almost 15% of all objects have significant changes in their brightness (more than 1 mag), only  $\sim 10\%$  are stable with minor brightness changes of  $\sim 0.3$  mag. The results concerning the change analysis of the colour and  $\alpha$  are also presented. Based on these results 17 objects are chosen as suitable for linking ICRF to Gaia CRF. The results of the analysis, as well as the observed values, are essential for the examination of these objects because of their importance in astrometry, also in astrophysics. These data are relevant to a better understanding of formation and evolution of galaxies.

**Keywords:** Galaxies – active, Methods – data analysis, Techniques – photometric

**Research area:** Astronomy

**Research sub-area:** Astrometry



# Садржај

Слике	xix
Табеле	xxiii
<b>1 Увод</b>	<b>1</b>
1.1 Фундаментални каталози . . . . .	1
1.2 Доприноси свемирске астрометрије фундаменталним каталозима . . . . .	2
1.3 Дугобазична радио-интерферометрија . . . . .	3
1.4 Мисија Gaia . . . . .	4
1.5 Активна галактичка језгра . . . . .	6
1.5.1 Физички модел . . . . .	6
1.5.2 Класификација . . . . .	7
1.5.3 Променљивост сјаја АГЈ . . . . .	8
1.6 Емисиони механизми . . . . .	9
1.6.1 Спектрална расподела енергије . . . . .	10
1.7 Галаксија домаћин . . . . .	11
1.8 Промена положаја фотоцентра . . . . .	11
1.9 Избор узорка . . . . .	13
<b>2 Подаци, обрада података и анализа</b>	<b>17</b>
2.1 Подаци и обрада података . . . . .	17
2.1.1 CCD детектори . . . . .	19
2.1.2 Филтри . . . . .	19
2.1.3 Обрада података . . . . .	19
2.1.4 Релативна фотометрија . . . . .	22
2.2 Анализа . . . . .	22
2.2.1 Методе испитивања промене сјаја и боје . . . . .	23
2.2.2 Анализа временских серија . . . . .	25
<b>3 Краткорочне и дугорочне промене сјаја и промене боје</b>	<b>31</b>
3.1 Промене сјаја и боје појединачних објеката . . . . .	41
3.1.1 0049+003 . . . . .	42
3.1.2 0109+200 . . . . .	43
3.1.3 0210+515 . . . . .	44
3.1.4 0446+074 . . . . .	46
3.1.5 0651+428 . . . . .	47
3.1.6 0652+426 . . . . .	47
3.1.7 0741+294 . . . . .	50
3.1.8 0838+235 . . . . .	50
3.1.9 0838+456 . . . . .	51
3.1.10 0850+284 . . . . .	52

3.1.11	0854+334	52
3.1.12	0907+336	53
3.1.13	0950+326	54
3.1.14	0952+338	54
3.1.15	1020+292	55
3.1.16	1032+354	56
3.1.17	1034+574	57
3.1.18	1145+321	58
3.1.19	1201+454	58
3.1.20	1212+467	59
3.1.21	1228+077	60
3.1.22	1242+574	60
3.1.23	1312+240	61
3.1.24	1345+735	61
3.1.25	1429+249	62
3.1.26	1518+162	63
3.1.27	1535+231	63
3.1.28	1556+335	64
3.1.29	1603+699	65
3.1.30	1607+604	65
3.1.31	1612+378	66
3.1.32	1618+530	67
3.1.33	1722+119	67
3.1.34	1730+604	70
3.1.35	1741+597	70
3.1.36	1753+338	71
3.1.37	1759+756	71
3.1.38	1810+522	72
3.1.39	1811+317	72
3.1.40	1818+551	73
3.1.41	1838+575	74
3.1.42	2052+239	74
3.1.43	2111+801	76
3.1.44	2128+333	76
3.1.45	2247+381	77
3.1.46	2316+238	79
3.1.47	2322+396	79
<b>4</b>	<b>Испитивање оптичког спектралног индекса <math>\alpha</math></b>	<b>107</b>
<b>5</b>	<b>Резиме, закључци и планови за будући рад</b>	<b>113</b>
5.1	Резиме	113
5.2	Закључак	114
5.3	Планови за будући рад	118
<b>6</b>	<b>Научни радови из области истраживања презентованог у дисертацији</b>	<b>119</b>
	<b>Библиографија</b>	<b>121</b>
<b>A</b>	<b>Видна поља објеката</b>	<b>133</b>
<b>B</b>	<b>Подаци за релативну фотометрију</b>	<b>143</b>



<b>В</b>	<b>Криве сјаја објеката у <math>V</math> и <math>R</math> филтру</b>	<b>151</b>
В.1	Графици . . . . .	151
В.2	Табеле . . . . .	156
<b>Г</b>	<b>Промена боје</b>	<b>199</b>
Г.1	Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом . . . . .	199
Г.2	Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду $R$ . . . . .	204
<b>Д</b>	<b>Промена оптичког спектралног индекса <math>\alpha</math></b>	<b>209</b>
Д.1	Промена $\alpha$ са временом . . . . .	209
Д.2	Зависност $\alpha$ у односу на магнитуду $R$ . . . . .	214



# Слике

<b>1. Увод</b>	<b>1</b>
1.1	Стандардна девијација астрометријских каталога кроз време. . . . . 5
1.2	Шематски приказ унификационог модела АГЈ. . . . . 6
1.3	Шематски приказ спектралне расподеле енергије АГЈ. . . . . 10
1.4	Повезаност у променама фотоцентра и магнитуда у оптичком домену . . 12
1.5	VLBI мапе у $X$ и $S$ домену за објекте 0035+413, 0148+274 и 0430+052 из <i>ICRF3</i> . . . . . 13
<b>2. Подаци, обрада података и анализа</b>	<b>17</b>
2.1	Фотографије телескопа. . . . . 18
2.2	Шематски приказ широкопојасних фотометријских система Johnson-Cousins и SDSS. . . . . 20
2.3	Шематски приказ Pan-STARRS фотометријског система. . . . . 20
2.4	Видно поље објекта 0049+003. . . . . 23
<b>3. Краткорочне и дугорочне промене сјаја и боје</b>	<b>31</b>
3.1	Криве сјаја објекта 0049+003 . . . . . 33
3.2	Промена колор индекса ( $V - R$ ) објекта 0049+003 . . . . . 35
3.3	Објекат 0652+426 и галаксија домаћин . . . . . 49
3.4	Видно поље објекта 1020+292; преузето са <i>SIMBAD</i> сајта . . . . . 56
3.5	Зависност боја–магнитуда објекта 1722+119 у периоду 2013–2016. и 2016–2019. . . . . 69
3.6	Видно поље 2052+239 - преузето са <i>SIMBAD</i> сајта . . . . . 75
3.7	Видно поље 2128+333 - преузето са <i>SIMBAD</i> сајта . . . . . 77
3.8	Криве сјаја објекта 0049+003 са функцијом усклађивања . . . . . 81
3.9	Крива сјаја објекта 0109+200 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . . 82
3.10	Крива сјаја објекта 0210+515 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . . 82
3.11	Крива сјаја објекта 0651+428 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . . 83
3.12	Крива сјаја објекта 0741+294 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . . 83
3.13	Крива сјаја објекта 0854+334 у $V$ домену са функцијом усклађивања . . . 84
3.14	Криве сјаја објекта 0907+336 са функцијом усклађивања . . . . . 85
3.15	Криве сјаја објекта 0952+338 са функцијом усклађивања . . . . . 86
3.16	Криве сјаја објекта 1034+574 са функцијом усклађивања . . . . . 87
3.17	Крива сјаја објекта 1145+321 са функцијом усклађивања . . . . . 88
3.18	Криве сјаја објекта 1212+467 са функцијом усклађивања . . . . . 89
3.19	Криве сјаја објекта 1242+574 са функцијом усклађивања . . . . . 90
3.20	Криве сјаја објекта 1312+240 са функцијом усклађивања . . . . . 91
3.21	Криве сјаја објекта 1345+735 са функцијом усклађивања . . . . . 92
3.22	Крива сјаја објекта 1518+162 у $V$ домену са функцијом усклађивања . . . 93

3.23	Криве сјаја објекта 1535+231 са функцијом усклађивања . . . . .	94
3.24	Криве сјаја објекта 1603+699 са функцијом усклађивања . . . . .	95
3.25	Криве сјаја објекта 1607+604 са функцијом усклађивања . . . . .	96
3.26	Криве сјаја објекта 1612+378 са функцијом усклађивања . . . . .	97
3.27	Криве сјаја објекта 1722+119 са функцијом усклађивања . . . . .	98
3.28	Криве сјаја објекта 1722+119 са функцијом усклађивања . . . . .	99
3.29	Криве сјаја објекта 1730+604 са функцијом усклађивања . . . . .	100
3.30	Криве сјаја објекта 1741+597 са функцијом усклађивања . . . . .	101
3.31	Криве сјаја објекта 1811+317 са функцијом усклађивања . . . . .	102
3.32	Крива сјаја објекта 1818+551 у $V$ домену са функцијом усклађивања . . .	103
3.33	Криве сјаја објекта 2111+801 са функцијом усклађивања . . . . .	104
3.34	Крива сјаја објекта 2247+381 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . .	105
3.35	Крива сјаја објекта 2322+396 у $R$ домену са функцијом усклађивања . . .	105
<b>4.</b>	<b>Испитивање оптичког спектралног индекса <math>\alpha</math></b>	<b>107</b>
4.1	Промена $\alpha$ током времена и у односу на магнитуду $R$ 0049+003. . . . .	109
4.2	Средња вредност $\alpha$ у односу на фреквенцију максимума синхротронског зрачења за блазаре у табели 4.2. . . . .	110
5.1	Зависност одступања радио–оптичког положаја и колор индекса ( $V - R$ ) и $VAP$ . . . . .	117
<b>A.</b>	<b>Видна поља објеката</b>	<b>133</b>
A.1	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0652+426. . . . .	134
A.2	0741+294, 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334 и 0907+336. . . . .	135
A.3	0950+326, 0952+338, 1020+292, 1032+354, 1034+574 и 1145+321. . . . .	136
A.4	1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240 и 1345+735. . . . .	137
A.5	1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699 и 1607+604. . . . .	138
A.6	1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597 и 1753+338. . . . .	139
A.7	1759+756, 1810+522, 1811+317, 1818+551, 1838+575 и 2052+239. . . . .	140
A.8	2111+801, 2128+333, 2247+381, 2316+238 и 2322+396. . . . .	141
<b>B.</b>	<b>Криве сјаја објеката у <math>V</math> и <math>R</math> филтру</b>	<b>151</b>
B.1-1	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294. . . . .	151
B.1-2	0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321. . . . .	152
B.1-3	1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335. . . . .	153
B.1-4	1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522. . . . .	154
B.1-5	1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396. . . . .	155
<b>Г.</b>	<b>Промена боје</b>	<b>199</b>
Г.1.	Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом . . . . .	199
Г.1-1	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294. . . . .	199
Г.1-2	0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321. . . . .	200
Г.1-3	1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335. . . . .	201

Г.1-4	1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522. . . . .	202
Г.1-5	1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.	203
Г.2.	Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду $R$ . . . . .	204
Г.2-6	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428, 0741+294, 0838+235, 0838+456, 0850+284 и 0854+334. . . . .	204
Г.2-7	0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574, 1145+321, 1201+454, 1212+467, 1228+077 и 1242+574. . . . .	205
Г.2-8	1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699, 1607+604, 1612+378 и 1618+530. . . . .	206
Г.2-9	1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756, 1810+522, 1811+317, 1818+551, 1838+575 и 2111+801. . . . .	207
Г.2-10	2247+381, 2316+238 и 2322+396. . . . .	208
<b>Д.</b>	<b>Промена оптичког спектралног индекса <math>\alpha</math></b>	<b>209</b>
Д.1.	Промена $\alpha$ са временом . . . . .	209
Д.1-1	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294. . . . .	209
Д.1-2	0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321. . . . .	210
Д.1-3	1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335. . . . .	211
Д.1-4	1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522. . . . .	212
Д.1-5	1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.	213
Д.2.	Зависност $\alpha$ у односу на магнитуду $R$ . . . . .	214
Д.2-6	0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428, 0741+294, 0838+235 и 0838+456. . . . .	214
Д.2-7	0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574, 1145+321, 1201+454 и 1212+467. . . . .	215
Д.2-8	1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699 и 1607+604. . . . .	216
Д.2-9	1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756, 1810+522, 1811+317 и 1818+551. . . . .	217
Д.2-10	1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396. . . . .	218



# Табеле

1.1	Објекти. . . . .	16
2.1	Телескопи и камере. . . . .	18
2.2	Ефективна таласна дужина и пропусни опсег филтра за $UBVRI$ и $u'g'r'i'z$ . . . . .	21
2.3	Трансформације магнитуда. . . . .	22
3.1	Фотометријски подаци за звезде објекта 0049+003 . . . . .	32
3.2	Заглавље и првих неколико података кривих сјаја објекта 0049+003, у $V$ и $R$ доменима . . . . .	32
3.3	Статистички подаци промене сјаја објеката. . . . .	36
3.4	Резултати усклађивања сјаја објеката 0210+515, 0741+294, 0907+336, 1345+735, 1607+604, 1722+119, 1741+597, 1811+317 и 2111+801 са линеарном функцијом. . . . .	38
3.5	Периоди и полуамплитуде промене сјаја променљивих објеката. . . . .	39
3.6	Промена боје . . . . .	40
3.7	Зависност боја–магнитуда објекта 1722+119 у периоду 2013–2016. и 2016–2019. . . . .	69
4.1	Промена оптичког спектралног индекса $\alpha$ . . . . .	108
4.2	Средње вредности $\alpha$ за блазаре чија је фреквенција максимума синхронског зрачења позната. . . . .	111
<b>Б. Подаци за релативну фотометрију</b>		<b>143</b>
Б.1	Подаци за упоришне и контролне звезде објеката. . . . .	143
<b>В. Криве сјаја објеката у <math>V</math> и <math>R</math> филтру</b>		<b>151</b>
В.2.	Вредности за криве сјаја објеката . . . . .	156
В.2-1	0049+003 . . . . .	156
В.2-2	0109+200 . . . . .	157
В.2-3	0210+515 . . . . .	158
В.2-4	0446+074 . . . . .	159
В.2-5	0651+428 . . . . .	160
В.2-6	0741+294 . . . . .	161
В.2-7	0838+235 . . . . .	162
В.2-8	0838+456 . . . . .	163
В.2-9	0850+284 . . . . .	164
В.2-10	0854+334 . . . . .	165
В.2-11	0907+333 . . . . .	166
В.2-12	0950+326 . . . . .	167
В.2-13	0952+338 . . . . .	168
В.2-14	1032+354 . . . . .	169

---

B.2-15	1034+574 . . . . .	170
B.2-16	1145+321 . . . . .	171
B.2-17	1201+454 . . . . .	172
B.2-18	1212+467 . . . . .	173
B.2-19	1228+077 . . . . .	174
B.2-20	1242+574 . . . . .	175
B.2-21	1312+240 . . . . .	176
B.2-22	1345+735 . . . . .	177
B.2-23	1429+249 . . . . .	178
B.2-24	1518+162 . . . . .	179
B.2-25	1535+231 . . . . .	180
B.2-26	1556+335 . . . . .	181
B.2-27	1603+699 . . . . .	182
B.2-28	1607+604 . . . . .	183
B.2-29	1612+378 . . . . .	184
B.2-30	1618+530 . . . . .	185
B.2-31	1722+119 . . . . .	186
B.2-32	1730+604 . . . . .	187
B.2-33	1741+597 . . . . .	188
B.2-34	1753+338 . . . . .	189
B.2-35	1759+756 . . . . .	190
B.2-36	1810+522 . . . . .	191
B.2-37	1811+317 . . . . .	192
B.2-38	1818+551 . . . . .	193
B.2-39	1838+575 . . . . .	194
B.2-40	2111+801 . . . . .	195
B.2-41	2247+381 . . . . .	196
B.2-42	2316+238 . . . . .	197
B.2-43	2322+396 . . . . .	198



# Поглавље 1

## Увод

Поље астрономије које се бави положајима небеских тела је положајна астрономија, тј. астрометрија. Да би положаји и кретања небеских тела били што боље одређени потребно је развити посматрачке технике, инструменте, обраду и анализу посматрачких података и унапредити референтни систем. Подаци прикупљени астрометријом могу се уз помоћ астрономије, физике, статистике итд. трансформисати у податке који су корисни за физичку интерпретацију посматраног феномена. Тако је астрометрија основа за сва остала поља астрономије. Важна је и за геодезију, навигацију и системе за праћење (посебно свемирских летелица). Од давнина постоје трагови бележења положаја звезда и поравнања са њима. Значај астрометрије су увиђали и астрономи старе Грчке. Први Грчки астрономи били су: Тимохарис Александријски, Аристил са Самоса (4. век п. н. е.), Хипарх са Родоса (2. век п. н. е.) и Клаудије Птолемеј (2. век н. е.), чији је каталог први сачуван у целини (Ševarlić & Vrkić, 1971). Каталог је попис небеских објеката са координатама, сјајем (који је изражен у магнитудама) и другим подацима са одговарајућим описом како би идентификација тих објеката била јединствена.

Каталози су рађени на основу мерења различитим инструментима за мерење углова. Најтачнији од каталога који су састављени на основу посматрања без употребе дурбина је каталог Тихо Брахеа (који садржи око 1000 звезда са тачношћу од око 1 лучног минута). Употребом дурбина расте тачност каталога. Како је прецизност мерења постајала већа, утврђено је да се небеска тела Сунчевог система крећу по елиптичним путањама. Земља се креће око Сунца, што доводи до осцилација привидног положаја звезда – паралакса. Паралелно са мерењем паралаксе радило се на конструкцији звезданог координатног система, на мерењу и бележењу положаја одређеног броја референтних звезда распоређених по целом небу. Тако су настали фундаментални каталози.

### 1.1 Фундаментални каталози

Први фундаментални каталози су: *Fundamental-Catalog* (Auwers, 1879) (са 39 звезда за северну хемисферу и 83 за јужну хемисферу) и *Neuer Fundamental Katalog - NFK* (Peters, 1907) са позицијама и сопственим кретањима за 925 звезда. Тачност сопствених кретања је била мала, зато је урађена ревизија каталога и то је познато као *Third Fundamental Catalogue - FK3* (Korff, 1937, 1938). Овај каталог се састоји из два дела, првог (Korff, 1937) који даје позиције и сопствена кретања *NFK* звезда осим за 52 двојне звезде и додатка (Korff, 1938) од 662 звезде који садржи позиције и сопствена кретања. Накнадно откривање систематских грешака у *FK3* каталогу покренуло је стварање *Fourth Fundamental Catalogue - FK4* (Fricke & Korff, 1963). Овај каталог садржи 1535 звезда за епохе 1950.0 и 1975.0 уз које је додато 1987 звезда *FK4 Supplement* (ARI, 1963), чији су положаји и сопствена кретања везани за *FK4*, али оне не доприносе изградњи овог рефе-

## 1.2. ДОПРИНОСИ СВЕМИРСКЕ АСТРОМЕТРИЈЕ ФУНДАМЕНТАЛНИМ КАТАЛОЗИМА

рентног система. Убрзо након завршетка *FK4* каталога урађен је приличан број нових посматрачких каталога који покривају обе хемисфере. Нови подаци су открили недостатке каталога *FK4*.

Прелазак са *FK4* на *FK5* каталог укључује побољшање за систематске и случајне грешке каталога *FK4*, поправку за грешку у одређивању ректасцензије, као и увођење нових вредности за општу прецесију како је дефинисано резолуцијом Међународне астрономске уније (МАУ) 1976. године. Поред новог система астрономских константи уводи се J2000.0 за стандардну епоху. Принципи који су били база за конструисање *FK5* каталога позиција и сопствених кретања звезда су:

- теорија кретања Сунца и небеских тела Сунчевог система,
- модел кретања небеског пола и кретање Земљине осе ротације у простору (прецесија и нутација),
- познавање нагиба еклиптике и његове промене са временом,
- реализација координатног система дефинисаног Земљином екваторијалном равни и тачком пролећне равнодневице,
- наставак посматрања звезда и планета и рачун ректасцензије и деклинације (апсолутном и релативном методом),
- трансформација тренутних звезданих координата (ректасцензије и деклинације) на стандардну епоху и померање почетка референтног система у барицентар Сунчевог система.

*FK5* каталог је био у употреби до 1997. године. Каталог чине основни *FK5* (енг. *Basic Fifth Fundamental Catalog*), видети Fricke et al. (1988), његов наставак *The FK5 Extension - New Fundamental Stars* (Fricke et al., 1991) и додатак *FK5 Supplement* (Schwan et al., 1993). Основни *FK5* каталог садржи мање стандардне девијације положаја и сопствених кретања (за епохе J2000.0 и B1950.0) за 1535 звезда преузетих из *FK3* и *FK4* каталога. Наставак *FK5* каталога (*FK5 Extension*) даје побољшане положаје и сопствена кретања за нових 3117 звезда. У каталогу *FK5 Supplement* су представљени побољшани положаји и сопствена кретања за 995 звезда из *FK4 Supplement* каталога, које се не налазе у *FK5 Basic* и *FK5 Extension* каталозима.

## 1.2 Доприноси свемирске астрометрије фундаменталним каталозима

Крајем 20. века прецизност астрометрије се побољшава постављањем телескопа у орбиту око Земље. Предности такве свемирске мисије су видљивост целог неба помоћу једног јединог инструмента, избегавање утицаја атмосферске рефракције<sup>1</sup>, сцинтилације<sup>2</sup> и екстинкције<sup>3</sup>. У ту сврху лансиран је сателит HIPPARCOS (High Precision PARallax COLlecting Satellite)<sup>4</sup> од стране Европске свемирске агенције (енг. *European Space Agency - ESA*) 1989. године. Како се том приликом посматрања врше ван атмосфере, посматрања су много прецизнија (са тачношћу око једне милилучне секунде) (Atanacković & Vukićević-Karabin, 2010). На основу података HIPPARCOS сателита настали су астрометријски каталози: *Hipparcos* који садржи 118 218 звезда (Perguman et al., 1997), *Tycho* каталог који садржи 1 058 332 звезде, укључујући 6 301 звезду *Hipparcos* каталога (Hoeg et al., 1997) и *Tycho-2* каталог 2.5 милиона звезда (Høg et al., 2000). *Hipparcos* каталог је прецизнији

<sup>1</sup>Рефракција је преламање светлости кроз слојеве атмосфере различите густине.

<sup>2</sup>Сцинтилација (треперење) звезде је последица простирања светлосног таласа кроз турбулентну и нехомогену атмосферу, тај утицај постоји само при посматрању тачкастих извора.

<sup>3</sup>Екстинкција је слабљење упадног зрачења док пролази кроз атмосферу, која га аспорбује и расејава.

<sup>4</sup>HIPPARCOS сателит је назван по грчком астроному Хипарху са Родоса (2. век п. н. е.) који је први уочио прецесију.

од *Tycho* и *Tycho-2* каталога. Стандардна девијација у ректасцензији *Hipparcos* каталога је 0.77 mas, у деклинацији 0.64 mas, а у сопственим кретањима по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 0.88 mas/у и деклинацији 0.74 mas/у. Сводећи податке *FK5* каталога на епоху 1991.25 *Hipparcos* каталога, грешке у ректасцензији и деклинацији *FK5* каталога су 40 mas за северну, односно 60 mas за јужну хемисферу (стандардне девијације сопствених кретања су 0.6 mas/у за северну и 1 mas/у за јужну хемисферу), Mignard & Froeschle (1997). Још један фундаментални каталог *FK6* настаје 1999. (први део Wielen et al. (1999)) – 2000. године (трећи део Wielen et al. (2000)) као комбинација резултата *Hipparcos* каталога и више од два века мерења која су сумирана у *FK5* каталогу. У првом делу *FK6* каталога 878 звезда су преузете из Основног *FK5* каталога, док су у трећем делу *FK6* каталога звезде из *FK5 Extension* и *FK5 Supplement* каталога. Стандардне девијације сопствених кретања у првом делу *FK6* каталога су око 2 пута мање него у *Hipparcos* каталогу (у трећем делу *FK6* око 1.5 пута мање од грешака *Hipparcos* каталога). Иако су стандардне девијације сопствених кретања звезда мање, одређивање сопствених кретања је ипак један од главних недостатака звезданих фундаменталних каталога (Walter & Sovers, 2000).

Након поновљене редукције „сирових” посматрања *HIPPARCOS* сателита, објављен је нови *Hipparcos* каталог са побољшаним координатама, сопственим кретањима и паралаксама звезда. Детаљи о редукцији података и изради каталога су описани у van Leeuwen (2007a) и van Leeuwen (2007b).

### 1.3 Дугобазична радио-интерферометрија

Изумом радио-интерферометра и открићем квазара 1963. године (енг. *Quasar* скраћено од *Quasi-Stellar Radio Object*), започело је ново поглавље у астрометрији. Радио-интерферометрија користи принцип интерференције сигнала са више просторно раздвојених антена. Тиме се постиже већа просторна резолуција посматрања. Године 1967. први пут је испробана метода дугобазична радио-интерферометрија (енг. *Very Long Baseline Interferometry - VLBI*). Радио-телескопи *VLBI* су на великим удаљеностима, чак и на различитим континентима, чиме се постиже тачност до хиљадитог дела лучне секунде. Током претрага неба у радио-домену, уочени су објекти (квазари) који одговарају звезделиким оптичким објектима, а који се налазе на великој удаљености од нас. Управо због њихове удаљености, сопствена кретања квазара су занемарљиво мала и због тога су бољи избор од звезда за конструкцију небеског координатног система. Године 1997. МАУ је усвојила кинематички<sup>5</sup> уместо до тада динамичког<sup>6</sup> координатног система. Усвојен је међународни небески координатни систем *International Celestial Reference System - ICRS* у којем су квазари (компактни радио-извори) посматрани *VLBI* методом изабрани за референтне објекте, док је *Hipparcos* каталог његова прва реализација у оптичком домену. Прва материјализација *ICRS* у радио-домену је *International Celestial Reference Frame 1 - ICRF1* и уведена 1. јануара 1998. године; (Ma et al., 1998). *ICRF1* има два наставка (Fey et al., 2004) која су базирана на новијим посматрањима *VLBI* техником. У оба наставка координате извора који дефинишу *ICRF1* су остале непромењене, укупно их је 212, док је ниво шума процењен на 250  $\mu$ s. Касније су усвојена још два међународна небеска координатна система чије су материјализације *ICRF2* (Ma et al., 2009; Fey et al., 2015) и *ICRF3* (Charlot et al., 2020). *ICRF2* је усвојен на 27. генералној скупштини МАУ и заменио је *ICRF1* 1. јануара 2010. године, а број објеката који га дефинишу је 295 и ниво шума је 40  $\mu$ s. *ICRF3* је усвојила МАУ током 30. генералне скупштине у августу 2018. године и заменио је *ICRF2* од 1. јануара 2019. године. *ICRF3* је заснован на подацима прикупљеним

<sup>5</sup>Кинематички координатни систем је базиран на вангалактичким објектима за које се сматра да имају занемарљива сопствена кретања.

<sup>6</sup>Динамички координатни систем је базиран на објектима Сунчевог система.

током скоро 40 година *VLBI* техником на радио-фреквенцијама 8.4 и 2.3 GHz и подацима за око 15 година на вишим радио-фреквенцијама (24 GHz и дуално 32 и 8.4 GHz). Број објеката који га дефинишу је 303, док је процењен ниво шума од 30  $\mu\text{as}$  (de Witt et al., 2022).

## 1.4 Мисија Gaia

*ESA* је 19. децембра 2013. године лансирала сателит у оквиру мисије *Gaia* (*Global Astrometric Interferometer for Astrophysics*). Изабрана је орбита око L2 Лагранжове тачке<sup>7</sup> у систему Сунце – Земља (око 1.5 милиона километара изнад Земље). Сателит садржи два телескопа која деле исту жижну раван, у којој се налази 106 *CCD*<sup>8</sup> детектора, укупне величине једног гигапиксела. Ову жижну раван деле астрометријски, фотометријски и спектроскопски инструменти. У оквиру астрометрије дати су: положаји, паралаксе и сопствена кретања. У оквиру фотометрије: фотометријске величине различитих спектралних опсега и за различите епохе мерења. У оквиру спектроскопије: радијалне брзине и астрофизички параметри. *Gaia* непрекидно скенира цело небо, при чему се сваки део неба посматра око 70 пута током 5 година предвиђеног радног века. Радни век *Gaia* сателита је продужен до сада за још 5 година. Планирано је да *Gaia* подаци буду објављивани у неколико издања; јавно су доступни и могу се преузети без ограничења са сајта *Gaia* архива<sup>9</sup>.

Прво издање *Gaia* података (енг. *Gaia Data Release 1 - Gaia DR1*) доступно је од 14. септембра 2016. године (*Gaia Collaboration et al., 2016*). *Gaia DR1* садржи астрометријске податке, фотометријске и мањи број кривих сјаја променљивих звезда, за укупно 1 142 679 769 објеката. Астрометријски сет података је подељен на два дела. Први сет података садржи: позиције, паралаксе и сопствена кретања за 2 057 050 заједничких звезда (каталога *Gaia DR1*, *Hipparcos* и *Tycho-2*). Овај скуп података представља реализацију *Tycho-Gaia* астрометријског решења, његове стандардне девијације су око 0.3  $\text{mas}$  у положајима и 1  $\text{mas/u}$  у сопственим кретањима. Други сет података садржи позиције за 1 140 622 719 објеката. Овај скуп је изведен без прорачуна утицаја паралаксе и сопствених кретања за 14-месечни период посматрања и стандардна девијација положаја је 16.3  $\text{mas}$  (*Lindegren et al., 2016*). *Gaia* небески координатни систем *Gaia-CRF1* је усклађен са *ICRF2* радио-каталогом на нивоу грешке од 0.1  $\text{mas}$  у епохи J2015.0 (*Mignard et al., 2016*). Број објеката који дефинишу *Gaia-CRF1* је 262 (већином квазари).

Друго издање *Gaia* података (*Gaia DR2*) објављено је 25. априла 2018. године. Укупан број објеката који се налазе у *Gaia DR2* је 1 692 919 135, од тога за 1 331 909 727 објеката су дати подаци који се односе на њихове положаје, паралаксе и сопствена кретања, а за 361 009 408 су дати само положаји (*Gaia Collaboration et al., 2018a*). Поред астрометријских података дате су и магнитуде  $G$  за све објекте, средње радијалне брзине за више од 7.2 милиона звезда, астрометријски подаци за одређену епоху за 14 099 објеката Сунчевог система, ефективне температуре за 161 497 595 објеката, екстинкције и поцрвењење (енг. *reddening*) за 87 733 672 објеката и класификацију 550 737 променљивих објеката. Од 556 869 вангалактичких објеката који се налазе у *Gaia CRF2*, систем дефинишу 2820 и налазе се у прототипу *ICRF3*. Иако нису индентичне, епохе два небеска координатна система *ICRF3* и *Gaia CRF2* су веома блиске, 2015.0 за *ICRF3* и 2015.5 за *Gaia CRF2* (*Gaia Collaboration et al., 2018b*). Стандардна девијација *Gaia CRF2* положаја објеката је

<sup>7</sup>Постоји 5 Лагранжових тачака у систему два тела, где треће тело (сателит, астероид и сл.) може да орбити око масивнијег тела са истим периодом као тело мање масе. Сателит који се налази у једној од ових тачака је веома стабилан и не мења положај у односу на тело мање масе.

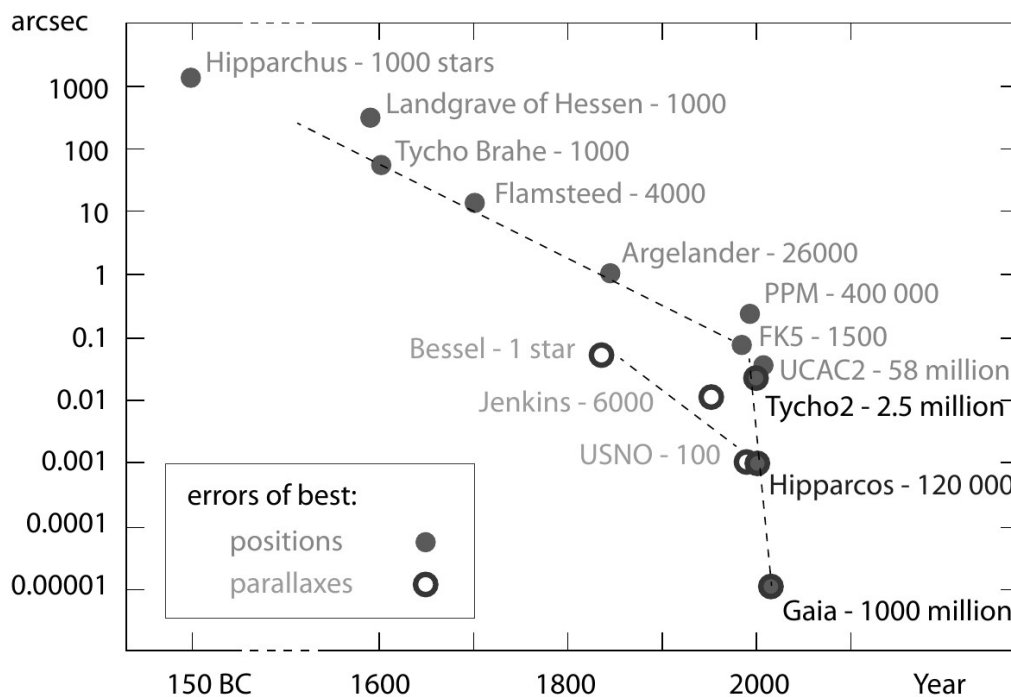
<sup>8</sup>Видети потпоглавље 2.1.1 о *CCD* детекторима.

<sup>9</sup><https://gea.esac.esa.int/archive/>

0.5 mas (односно 0.12 mas за објекте чија је  $G$  магнитуда мања од 18 mag), а сопствених кретања је иста као и у *Gaia DR2* (око 1 mas/y) (Gaia Collaboration et al., 2018b; Lindegren et al., 2018).

Треће издање *Gaia* података је подељено на два дела: рано издање под називом *Gaia Early Data Release 3 - Gaia EDR3* и комплетно *Gaia Data Release 3 - Gaia DR3*. Оба издања садрже податке за 1 811 709 771 објеката: за 585 416 709 дати су положаји, паралаксе и сопствена кретања, за 882 328 109 поред поменутих података дата је и боја, а за 343 964 953 објеката само положаји. У комплетном *Gaia DR3* су поред ових података представљени и: астрофизички параметри (нпр.  $T_{eff}$  за 5.5 милиона објеката), средње радијалне брзине (за 33 милиона звезда), ротационе брзине (за 3.5 милиона објеката), фотометријски подаци за поједине епохе (за 10.5 милиона извора), подаци за објекте Сунчевог система (за њих 158 000), кандидати за квазаре (6.6 милиона) итд. Број објеката који се налазе у *Gaia CRF3* је 1 614 173, а 2269 дефинише *Gaia CRF3* небески координатни систем (Gaia Collaboration et al., 2021). Радијус који је коришћен за међусобно подударење *ICRF3* и *Gaia CRF3* је  $\Delta_{max} = 100$  mas. При повезивању, подаци *ICRF3* са епохом J2015.0 су сведени на епоху J2016.0 *Gaia CRF3* (Gaia Collaboration et al., 2022). Стандардна девијација *Gaia CRF3* положаја је 0.4 mas (0.05 mas за објекте чија је  $G$  мања од 17 mag), а сопствених кретања је 0.5 mas/y (0.07 mas/y за  $G < 17$  mag).

Четврто издање *Gaia DR4*, које ће се базирати на 66 месеци посматрања, биће доступно средином 2026. године. Каталог ће садржати: астрометријске и фотометријске податке, радијалне брзине, класификацију објеката (звезда, галаксија, квазара и других објеката), листу егзопланаета итд. Последњи каталог биће *Gaia DR5*, а његови подаци ће бити засновани на свим ранијим подацима мисије.



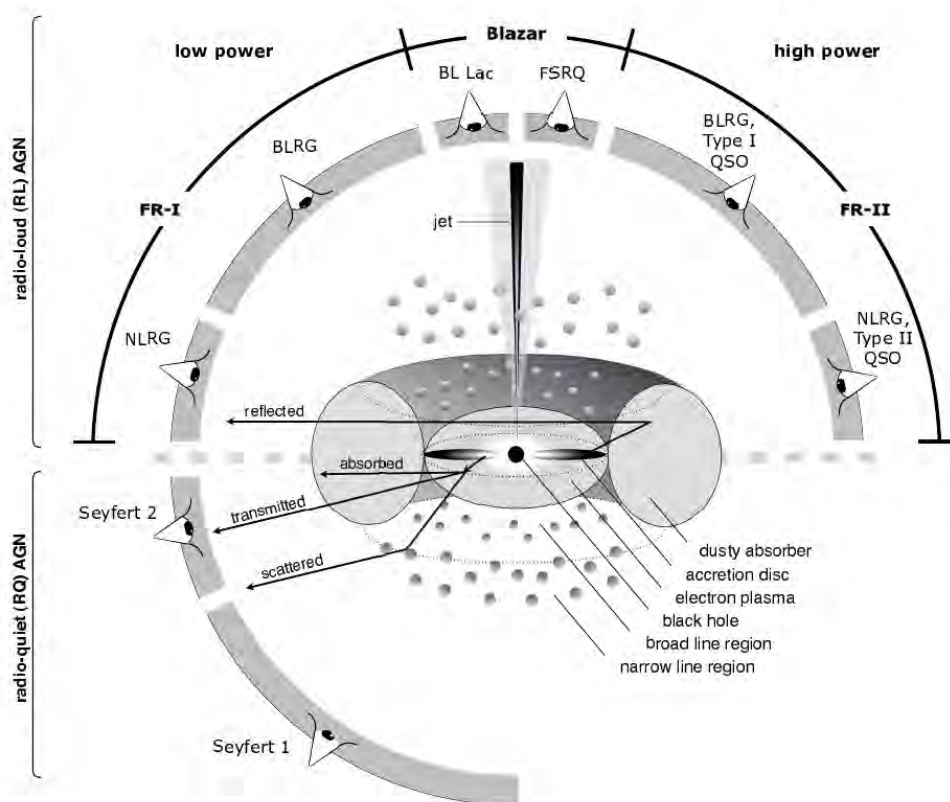
Слика 1.1: Стандардна девијација позиција и паралакси астрометријских каталога кроз време, пуним кругом је означена стандардна девијација положаја, празним паралаксе, а број поред назива каталога се односи на број објеката који се у каталогу налазе; слика је преузета из Perryman (2012).

На слици 1.1 приказан је график стандардних девијација положаја каталога (у лучним секундама) и њихово време настанка, слика је преузета из Perryman (2012). Сваки каталог је означен називом и бројем објеката, пуним кругом је означена стандардна девијација

положаја, а празним паралаксе. Податак који је додељен *Gaia* каталогу је стандардна девијација која се очекивала 2012. године. Види се да је са временом стандардна девијација астрометрије постала мања. Након неколико векова мање-више логаритамског смањења стандардне девијације током времена, појава свемирске астрометрије (*Hipparcos* и *Gaia* сателита) довела је до још бржег побољшања каталога. Сада је стандардна девијација у одређивању положаја објеката у оптичком домену (*Gaia* сателита) достигла одговарајућу у радио-домену (*VLBI* техником). Како су и *Gaia CRF* и *ICRF* небески референтни системи базирани на посматрањима квазара, тј. објеката који представљају активна галактичка језгра, у следећем одељку биће описане њихове физичке особине.

## 1.5 Активна галактичка језгра

Активна галактичка језгра (АГЈ) су компактна средишта посебних врста галаксија (тзв. активних галаксија) која се одликују високим сјајем чије порекло није од звезда. Изузетно сјајан централни регион емитује толико зрачења да може потпуно засенити остатак галаксије. АГЈ емитују зрачење у целом електромагнетном спектру, од радио-таласа до гама зрака. Ово зрачење настаје у процесу акреције материје око централне супермасивне црне рупе<sup>10</sup>.



Слика 1.2: Шематски приказ унификационог модела преузет из Beckmann & Shrader (2012a).

### 1.5.1 Физички модел

АГЈ је сложен систем који се састоји од: централне (могуће ротирајуће) супермасивне црне рупе, материје која „пада” у облику унутрашњег акреционог диска<sup>11</sup>, торуса

<sup>10</sup>Супермасивна црна рупа (енг. supermassive black hole).

<sup>11</sup>Акрециони диск (енг. accretion disk).

прашине<sup>12</sup> (који је даље од централног објекта и самим тим хладнији), облака гаса који круже око црне рупе и материје која „излази” (која се удаљава од централне црне рупе) у облику релативистичких млазева (енг. jets). Јаке емисионе линије на оптичким и UV таласним дужинама потичу од облака гаса и прашине који се брзо крећу у близини акреционог диска. Регион је познат као широколинијски (енг. Broad Line Region - BLR) и лежи на удаљености од око 1 pc од централне црне рупе. Верује се да је јонизација гасова у овом региону узоркована високоенергетским зрачењем акреционог диска, које доводи до фотојонизације (Osterbrock & Ferland, 2006). Иза торуса, постоје облаци гаса и прашине који се спорије крећу и који стварају уске емисионе линије. Овај емисиони регион је познат као усколинијски (енг. Narrow Line Region - NLR) и налази се на удаљености од око 10 pc до 1 kpc од централног региона. Акреција материје на компактни објекат често се повезује са стварањем излива материје познатих као млазеви. У случају акреције на супермасивну црну рупу, произведени млазеви су енергетски екстремни, при чему се материја у таквим млазевима креће релативистичком брзином. Упрошћена шема унификационог модела АГЈ је представљена на слици 1.2, која је преузета из (Beckmann & Shradler, 2012a). У центру се налази супермасивна црна рупа, њу окружује акрециони диск, њега торус (који може да заклања широку емисиону област у зависности од угла посматрања АГЈ), на мало већој удаљености је уска емисиона област (коју торус не може у потпуности да закљони) и млаз. Такође, на шеми су приказани и типови АГЈ, који зависе од угла посматрача (тј. од оријентације АГЈ): Сајфертове галаксије типа 1 (енг. Seyfert 1) и типа 2 (енг. Seyfert 2), квазари са уским и квазари са широким апсорпционим линијама и блазари.

У радио-галаксијама<sup>13</sup> су понекад присутни и радио-овали (енг. radio lobes). То су овалне структуре које су често постављене симетрично у односу на језгро, док је некад уочљив само један. Овали могу бити међусобно удаљени и до пар милиона парсека. На неким снимцима у радио-домену се види да су овали са језгром повезани млазевима. Могуће је детектовати млазеве и у оптичком домену, али мањих димензија.

## 1.5.2 Класификација

Један од начина класификације АГЈ је на основу јачине детектованог радио зрачења на радио-јаке и радио-слабе АГЈ. Класификација је направљена на основу односа сјаја галаксије у радио-домену на 5 GHz и сјаја у оптичком  $B$  домену. Уколико је тај однос већи од 10 онда АГЈ спада у класу радио-јаких АГЈ, док су остали класификовани као радио-слаби АГЈ (Kellermann et al., 1989). Обе класе се даље деле на објекте типа 0 (необичне), типа 1 и типа 2 у зависности од карактеристика њиховог оптичког и ултраљубичастог спектра (Urry & Padovani, 1995).

### 1.5.2.1 Тип 1

Објекти са сјајним континуумом и широким емисионим линијама из врућег гаса велике брзине познати су као АГЈ Тип 1.

У радио-слабу групу припадају Сајфертове галаксије типа 1 (Sy1) и радио-слаби квазари велике луминозности. Sy1 имају релативно малу луминозност (са апсолутном магнитудом  $M_{BOL} \leq -21$ ) и стога се виде само оне у нашој близини (са црвеним помаком  $z \leq 0.1$ ) и њихова галаксија домаћин може бити јасно дефинисана. Радио-слаби квазари велике луминозности (QSO) се типично виде на већим удаљеностима. Како се ретко могу видети на мањим раздаљинама од нас, ретко се уочавају галаксије домаћина које окружују централни објекат.

<sup>12</sup>Торус прашине (енг. dusty torus).

<sup>13</sup>Радио-галаксија је галаксија која може да се детектује у радио-домену.

Радио-јаки АГЈ типа 1 се називају радио-галаксије са широким линијама (енг. Broad-Line Radio Galaxies - BLRG) мале луминозности и радио-јаким квазарима велике луминозности. Радио-јаки квазари се деле у зависности од облика континуума у радио-домену на радио-квазаре са стрмим спектром (енг. Steep Spectrum Radio Quasars - SSRQ) и радио-квазаре равног спектра (енг. Flat Spectrum Radio Quasars - FSRQ).

Осим у сјају нема много разлика између Sy1 од радио-слабих квазара, или BLRG од радио-јаких квазара.

### 1.5.2.2 Тип 2

АГЈ типа 2 имају слаб континуум и само уске емисионе линије, што значи да или немају гас велике брзине или је визура заклоњена дебелим зидом упијајућег материјала.

Радио-слаби тип 2 АГЈ укључује галаксије Сајферт 2 са малом луминозношћу, као и галаксије X-зрака са уским емисионим линијама (енг. narrow-emission-line X-ray galaxies). Кандидати за галаксије велике луминозности су АГЈ луминозна у инфрацрвеном делу спектра (енг. infrared-luminous AGN).

Радио-јаке галаксије типа 2, које се често називају радио-галаксије уских линија (енг. Narrow-Line Radio Galaxies - NLRG), укључују два различита морфолошка типа: радио-галаксије *Fanaroff-Riley type I* (FR-1) мале луминозности, које имају често симетричне радио-млазеве чији интензитет опада од језгра, и радио-галаксије *Fanaroff-Riley type II* (FR-2) велике луминозности, које имају више колимираних млазева који воде до добро дефинисаних радио-овала са истакнутим врућим тачкама.

### 1.5.2.3 Тип 0

Мали број АГЈ има веома необичне спектралне карактеристике. Називани су АГЈ типа 0 због малог угла са визуром („близу 0 степени”). Ово укључује BL Lacertae (BL Lac) објекте, који су радио-јаки АГЈ без јаких емисионих и апсорпционих линија. Поред тога, отприлике 10% радио-слабих АГЈ има необично широке апсорпционе линије у својим оптичким и ултраљубичастим спектрима (енг. Broad Absorption Line - BAL). Подскуп квазара типа 1, FSRQ, вероватно се такође налазе под малим углом у односу на линију вида. Њихова емисија континуума јако подсећа на BL Lac објекте (осим присуства плаве „избочине” у неколико случајева, видети (Popović & Ilić, 2017)) и као и BL Lac објекте, одликује их: веома брза промена сјаја, висока и променљива поларизација и радио-структуре у којима доминирају компактна радио-језгра. Заједно, BL Lac и FSRQ су блазари. Иако FSRQ имају јаке широке емисионе линије попут објеката типа 1, они спадају у АГЈ Тип 0, јер имају исту емисију континуума као BL Lac објекти.

## 1.5.3 Променљивост сјаја АГЈ

Већина АГЈ има променљив сјај. Променљивост је детектована на целом електромагнетном спектру. Како је променљивост на различитим таласним дужинама повезана, то нам омогућава да схватимо физику централног региона извора. Временске скале, промене у спектру, повезаност и размак између промена које се детектују на континуумима различитих таласних дужина или линијским компонентама дају значајне информације о природи, локацији тих компоненти и њиховој међусобној зависности (Ulrich et al., 1997; Netzer, 2013).

Прва истраживања промене сјаја АГЈ су била у оптичком домену још 1963. године (убрзо након њиховог открића). Независно једни од других, Sharov & Efremov (1963) и Smith & Hoffleit (1963) су испитивали промене сјаја 3C 273 и утврдили да је објекат променљив. Испитивањем 44 фотоплоча *Sternberg Astronomical Institute* у Москви у периоду



1896–1960. године нађена је амплитуда промене сјаја од 0.7 mag (Sharov & Efremov, 1963). А током испитивања 600 фотоплоча Харвардске опсерваторије, 1887–1963. год., детектоване су средње годишње промене сјаја чији је распон од 0.2 до 0.6 mag са периодом од око 10 година. Такође су забележени и изненадни бљескови у сјају који су трајали и по неколико недеља (Smith & Hoffleit, 1963). Убрзо након тога уследиле су и детекције промене сјаја АГЈ у радио-домену (Dent, 1965) као и у домену  $X$ -зрака (Winkler & White, 1975).

Временска скала  $t$  (статистички значајне) промене сјаја поставља горњу границу за величину емисионог региона  $R$  ( $R \leq c\Delta t$ ), а може се користити и за одређивање масе црне рупе. Временска скала променљивости може бити од неколико минута до чак неколико деценија и може се поделити у три класе. Временски распон од неколико минута до мање од једног дана је познат као микропромена (Miller et al., 1989) или промена унутар дана (*intra-day variability - IDV*) (Wagner & Witzel, 1995) или унутар ноћи (Gopal-Krishna et al., 1993). Промене сјаја које се крећу од неколико дана до неколико месеци се називају краткорочне промене (*short-term variability - STV*), а оне од неколико месеци до неколико година дугорочне промене (*long-term variability - LTV*: видети Gupta et al., 2004; Gupta, 2014).

## 1.6 Емисиони механизми

АГЈ емитују мешавину термалног (које потиче од акреционог диска, облака гаса, NLR, BLR) и нетермалног зрачења које потиче од млазева. Акрециони диск емитује термално оптичко-UV зрачење, а зрачење које се детектује у домену  $X$  и  $\gamma$ -зрака се приписује инверзном комптоновом расејању синхротронских фотона.

**Термално зрачење апсолутно црног тела.** Зрачење које тело емитује а зависи само од његове температуре, јесте термално зрачење, а тело које тако зрачи називамо апсолутно црно тело. Емитовану термалну енергију карактерише зрачење црног тела и може се дефинисати Планковим законом. Температура акреционог диска АГЈ опада са удаљавањем од црне рупе. За стандардни геометријски танак и оптички густ акрециони диск, температура се мења као функција радијуса:  $T \propto r^{-3/4}$  (Makishima et al., 1986). Стога је акрециони диск црно тело (више боја) где сваки прстен (који одговара различитом радијусу) зрачи према Планковом закону  $B_\nu(T) = 2h\nu^3/(c^2 \exp(h\nu/kT(r)) - 1)$ ;  $h$  је Планкова константа,  $c$  брзина светлости у вакууму,  $k$  Болцманова константа, а  $T(r)$  је температура црног тела на растојању  $r$  од црне рупе (Atanacković & Vukićević-Karabin, 2010). У оптичко-UV делу електромагнетног спектра Сајфертових галаксија и квазара доминира термална емисија акреционог црног тела (Shields, 1978; Malkan & Sargent, 1982). Допринос термалне емисије у укупној спектралној расподели енергије (енг. spectral energy distribution - SED) АГЈ је приказан на слици 1.3 пуном плавом линијом; за SED видети одељак 1.6.1.

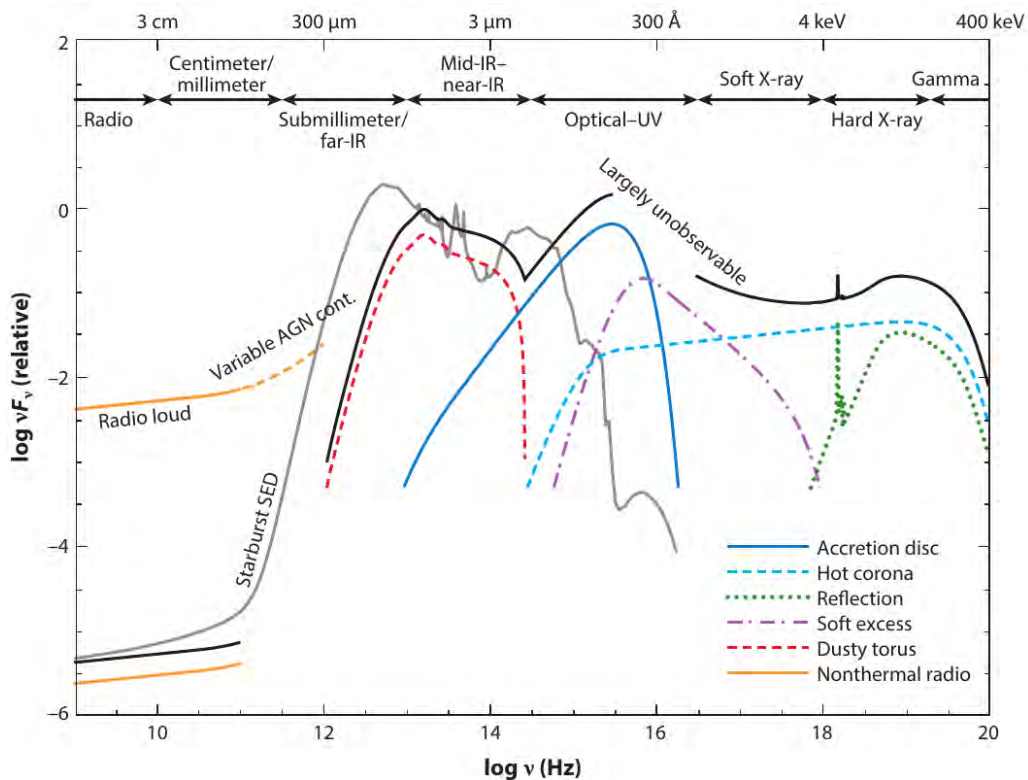
**Синхротронско зрачење** емитују релативистички електрони који убрзавају у присуству магнетног поља. Млаз АГЈ који садржи магнетизовану релативистичку плазму емитује синхротронско зрачење од радио до оптичких фреквенција (понекад и фреквенција  $X$ -зрака).

**Инверзно Комптоново расејање** се јавља када фотони ниске енергије интерагују са електронима високе енергије при чему фотони добијају енергију за разлику од електрона који је губе. Процес се назива инверзним, јер електрони губе енергију, а не фотони, супротно од стандардног *Комптоновог ефекта*. На пример, код блазара овај процес претвара фотоне ниске енергије (IR/оптички) у фотоне високе енергије ( $X/\gamma$ -зраци). Сматра се да су UV/оптички фотони са акреционог диска расејани релативистичким електронима у корони стварајући спектар на фреквенцијама  $X/\gamma$ -зрака по степеном закону.

**Синхротронско сопствено Комптоново зрачење** је резултат инверзног Комптоновог расејања синхротронског зрачења истим релативистичким електронима који су произвели синхротронско зрачење. Уколико је енергија упадних фотона мања од  $m_e c^2$ , где су  $m_e$  маса електрона у мирувању и  $c$  брзина светлости, онда се то расејање назива **Томсоново**, а у супротном је **Клајн-Нишина** (Chen, 2018).

### 1.6.1 Спектрална расподела енергије

Поједини сегменти спектралне расподеле енергије се могу описати степеним законом у облику  $F_\nu \propto \nu^\alpha$ , где су  $\nu$  фреквенција и  $\alpha$  спектрални индекс (Jovanović et al., 2023b). Спектрална расподела енергије (енг. spectral energy distribution - SED) АГЈ акреционог диска се разликује од SED-а других астрофизичких извора и стога га је релативно лако идентификовати. На слици 1.3 (која је заснована на посматрањима радио-слабих АГЈ, видети Harrison (2014); Никсох & Alexander (2018)) је приказана разлика између SED галаксије у којој се формирају звезде<sup>14</sup> (сива линија) и SED акреционог диска који није заклоњен осталим елементима АГЈ (црна линија). SED главних физичких компоненти АГЈ су приказане различитим бојама: термална емисија акреционог диска пуном плавом линијом, емисија вреле короне око диска испрекиданом плавом линијом, рефлексија зрачења из короне зеленом испрекиданом линијом, додатно зрачење у домену X-зрака љубичастом црта-тачка-црта линијом, термално зрачење торуса прашине црвеном испрекиданом линијом, а нетермалног зрачења наранџастом пуном линијом. Нетермално зрачење је представљено за радио-јаке АГЈ, а линијом испод представљено је нетермално зрачење радио-слабих АГЈ, што је преузето из Elvis et al. (1994).



Слика 1.3: Шематски приказ спектралне расподеле енергије АГЈ заснованог на посматраном SED радио-слабих АГЈ, слика је преузета из Никсох & Alexander (2018) и представља адаптацију слике из Harrison (2014).

<sup>14</sup>Тзв. звездорodne галаксије, енгл. starburst galaxy.

У свим класама блазара, на целом ЕМ спектру, доминантан механизам емисије је синхротронска емисија, док је у енергијама  $X$  и  $\gamma$ -зрака инверзно Комптоново расејање (Ulrich et al., 1997; Böttcher, 2007). На основу фреквенције максимума синхротронског зрачења  $\nu_{peak}$  блазари могу да се поделе у три подкласе. Са фреквенцијом  $\nu_{peak} \leq 10^{14}$  Hz су блазари ниске фреквенције синхротронског максимума (енг. Low synchrotron peak - LSP), са  $10^{14} < \nu_{peak} < 10^{15}$  Hz средње фреквенције синхротронског максимума (енг. Intermediate synchrotron peak - ISP) и са  $\nu_{peak} \geq 10^{15}$  Hz високе фреквенције синхротронског максимума (енг. High synchrotron peak - HSP) (Abdo et al., 2010a).

## 1.7 Галаксија домаћин

АГЈ се налазе у галаксији која се назива галаксија домаћин (енг. host galaxy). У случају када се АГЈ налази на великој удаљености, тешко је просторно раздвојити галаксију домаћина и детектовати њен сјај. Такође, често је сјај самог АГЈ далеко већи од унутрашњег дела галаксије домаћина и понекад засени чак и његов интегрисани сјај (Krolik, 1999). Већина АГЈ се налази у луминозним галаксијама раног типа са дисковима према Но et al. (1997). Јака веза између маса супер масивних црних рупа и централних региона галаксија у којима се налазе указује на заједнички механизам раста (видети Wild et al. (2010) и референце које помињу у раду). Проучавање морфологије галаксија домаћина на основу посматрања са Земље може да буде проблематично, јер на резултат утичу спољашњи (атмосферска турбуленција и расејање, водена пара итд.) и унутрашњи фактори (који потичу од инструмента). Величина турбулентног лика (енг. seeing) представља се ширином на половини висине (енг. Full Width at Half Maximum - FWHM) функције тачкастог ширења (енг. Point Spread Function - PSF) у лучним секундама. Утицај који величина турбулентног лика има на одређивање морфологије галаксије испитиван је у Salvato (2002). Поменути утицаји могу да се умање применом методе деконволуције. Постоје различити итеративни деконволуциони алгоритми: Wiener деконволуција (Wiener, 1964), Richardson-Lucy (Richardson, 1972; Lucy, 1974), MCS (Magain et al., 1998), Kraken (Hore et al., 2022) и др. Након деконволуције је могуће одрадити декомпозицију, тј. раздвајање лика на компоненте (галаксију домаћина и језгро).

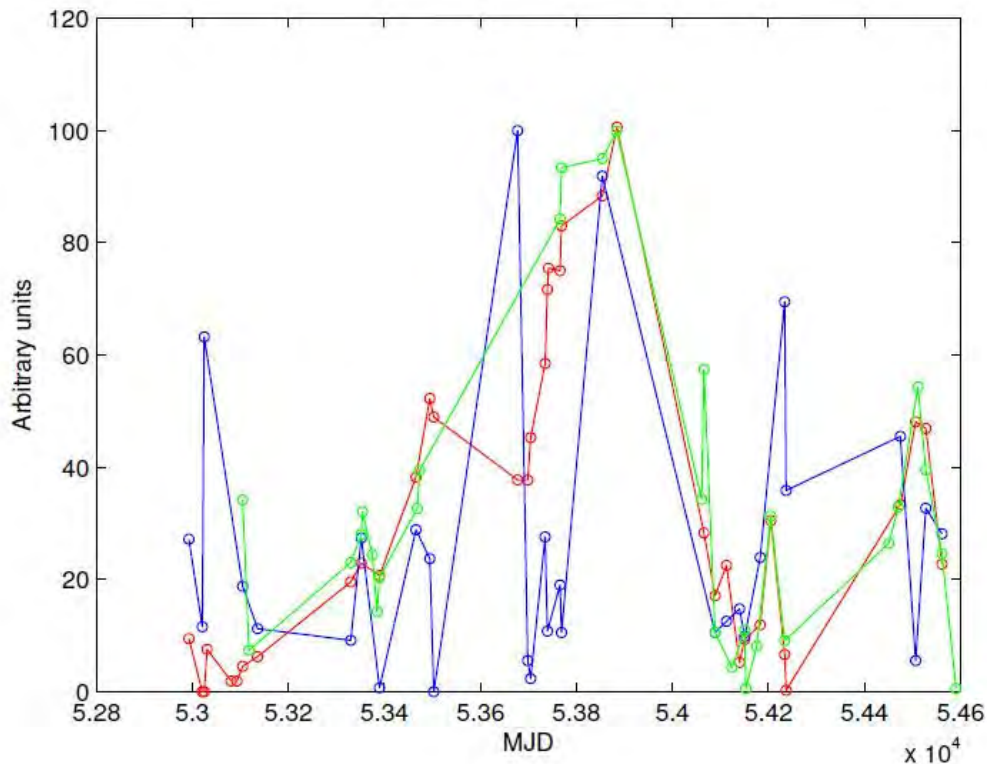
## 1.8 Промена положаја фотоцентра

Квазари са великим одступањима радио од оптичких положаја, колико год занимљиви и загонетни били са астрофизичке тачке гледишта, практично су бескорисни као објекти за повезивање радио и оптичког координатног система (Makarov et al., 2019; Petrov et al., 2019). Њихово укључивање би учинило више штете него користи настојањима да се повежу поменути координатни системи. Petrov et al. (2019) такође упозоравају на коришћење тих извора као апсолутне референце за сопствена кретања, јер фотометријска варијабилност региона централних емисионих линија може проузроковати да се оптички фотоцентар помера.

Снимке „тачкастих” АГЈ често ометају структуре галаксије домаћина или суседних галаксија. Мањи део извора који би могли да буду део референтног система налази се у двоструким системима (Poročić & Plić, 2017), или су гравитациона сочива (Hewitt, 1995). Варијабилност која је типична за АГЈ је још једна компликација и са астрофизичке и са техничке тачке гледишта. Астрометријски фотоцентар се одређује комбинованим флуksom из галаксије домаћина и „тачкастог” АГЈ, који може да варира у сјају и боји. Резултирајуће астрометријске промене су сложене и непредвидиве и могу зависити од црвеног помака и луминозности АГЈ. Verghea et al. (2021) су се бавили проблемом астрометријске

везе између два небеска координатна система, *ICRF3* заснованог на подацима у радио-домену и система који је резултат мисије *Gaia* у оптичком домену. Упоредивши раније верзије каталога одређених на основу VLBI посматрања и *Gaia* астрометријских каталога, утврђено је да значајан део референтних објеката има велика одступања у радио-оптичком положају (Makarov et al., 2017; Petrov & Kovalev, 2017). Berghea et al. (2021) су користили податке за поједине епохе *Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System - Pan-STARRS* 3 $\pi$  претраге за 2863 оптичке детекције *ICRF3* радио-извора у *grizy* доменима. Закључили су да је *ICRF3* узорак са сложеном мешавином различитих типова АГЈ, што оставља могућност да се фотометријске промене повежу са уоченим астрометријским променама положаја. Новија истраживања указују да објекти са мањим одступањима радио од оптичких положаја (због чега су погодни за астрометрију) имају велике промене сјаја (Lambert & Secrest, 2024; Secrest, 2022). Ови објекти су блазари, њихов радио-млаз је оријентисан близу визуре, услед чега се повећава фотометријска променљивост објекта, а смањује пројектовано одступање између оптичког и радио положаја.

Пертурбације у акреционом диску као и промене у структури торуса услед различитог осветљења торуса (када је централни извор заклоњен прашином) могу изазвати померање фотоцентра које може да открије мисија *Gaia* (видети пето поглавље докторске дисертације Stalevski (2012) и референце које се у том поглављу помињу). Зрачење у оптичком домену потиче из различитих региона, при чему се положај фотоцентра укупног сјаја може променити јер је условљен променама које настају у тим регионима. Промена флукса у оптичком домену би требала да укаже на промену положаја фотоцентра, а да чак и не указује нужно на промену у структури извора (Taris et al., 2018). На основу анализе снимака направљених током 4.5 година са *Canada France Hawaiï Telescope*, детектована је веза између промена у сјају у оптичким *G*, *R* и *I* доменима и у положајима квазара QSO 39436 (Taris et al., 2011).

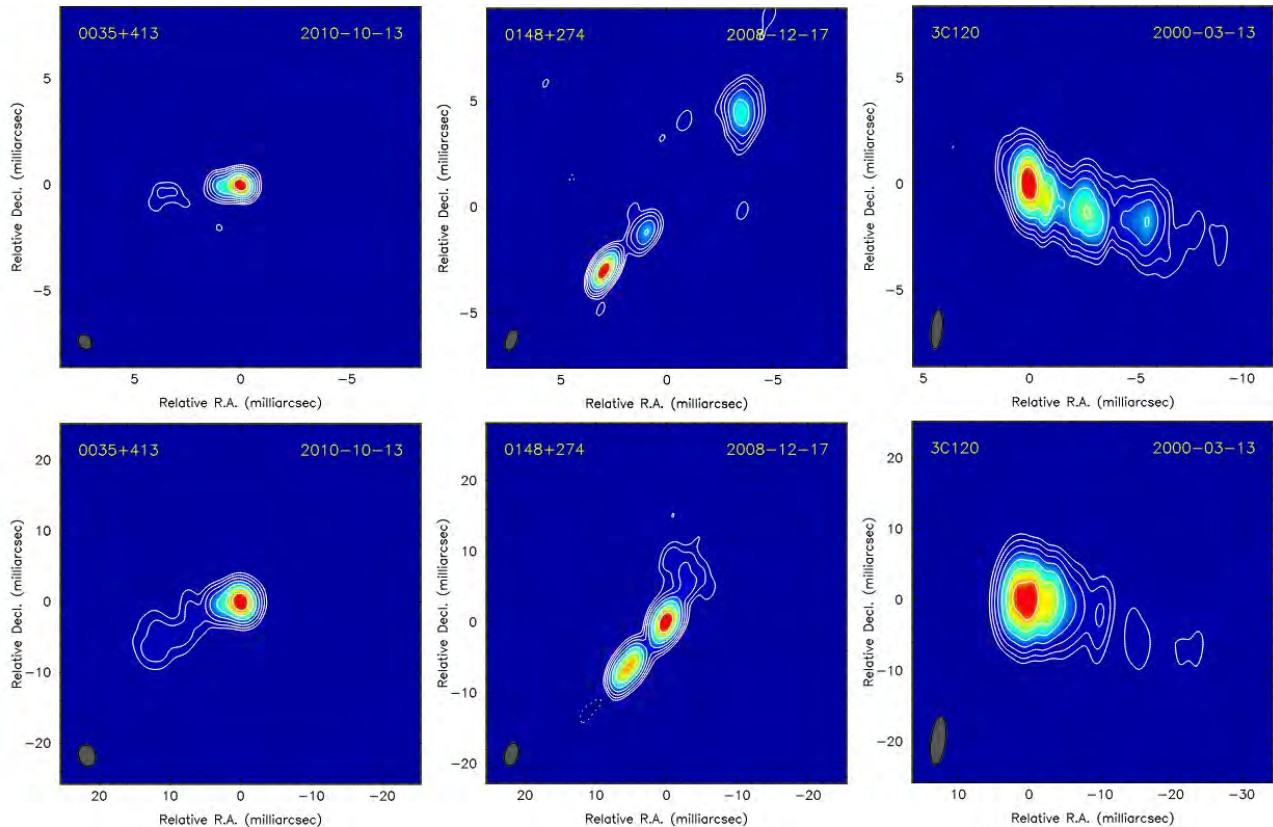


Слика 1.4: Веза између промена фотоцентра и промена у сјају у *B* и *R* доменима, слика је преузета из Andrei et al. (2012).

Повезаност промена положаја фотоцентра и сјаја квазара QSO 39436 у оптичком до-

мену је представљена на слици 1.4 (Andrei et al., 2012). На снимцима су релативном методом одређени положај и сјај објекта у односу на оближњу звезду. На слици 1.4 је зеленом бојом представљена промена положаја фотоцентра, плавом бојом је означена промена у  $B$ , а црвеном у  $R$  домену у току времена. На ординати је максимална вредност величина представљена са бројем 100, у односу на коју су нормиране остале вредности. Промена у сјају, прецизније у  $R$  домену одговара променама у положају фотоцентра који је истовремено забележен.

Такође, положај фотоцентра се разликује на различитим таласним дужинама у оквиру радио-домена. На слици 1.5 су приказане VLBI мапе у  $X^{15}$  домену (горњи ред) и  $S^{16}$  домену (доњи ред) за три  $ICRF3$  извора који га не дефинишу. Извори 0035+413, 0148+274 и 0430+052 (са лева на десно) имају једностране млазеве и комплексну структуру која се разликује у поменутиим доменима (de Witt et al., 2022).



Слика 1.5: VLBI мапе у  $X$  (горе) и  $S$  (доле) домену за објекте 0035+413, 0148+274 и 0430+052 из  $ICRF3$  (са лева на десно), преузете из рада de Witt et al. (2022).

## 1.9 Избор узорка

У Bourda et al. (2010) представљено је 398 VLBI извора (тада ван листе  $ICRF$ -а) који су потенцијални кандидати за везу поменутих референтних система ( $ICRF$  и  $Gaia CRF$ ). Од 398 извора, 105 је посматрано VLBI методом. За 47 извора је утврђено да су тачкасти у радио-домену (Bourda et al., 2011). Ови извори су вангалактички објекти и 34 извора су уврштени у  $ICRF3$  (око 70%). Од 47 поменутих извора: 19 је типа FSRQ, 15 BL Lac, 8 Sy, 3 QSO и 2 извора са особинама BL Lac и FSRQ. У табели 2.1 су представљени ови објекти

<sup>15</sup> $X$  домен представља опсег електромагнетног спектра од 8 до 12 GHz (у таласним дужинама то представља распон 2.4–3.75 cm).

<sup>16</sup> $S$  домен представља опсег електромагнетног спектра од 2 до 4 GHz, а то је еквивалентно распону 7.5–15 cm у таласним дужинама.



са IERS називом, координатама ( $\alpha_{J2000.0}$  и  $\delta_{J2000.0}$ ), црвеним помаком  $z$ , типом, познатим типом SED за блазаре, периодом посматрања и бројем посматрања у  $V$  и  $R$  доменима. Вредности за црвени помак су преузете из другог издања великог астрометријског каталога квазара *The second release of the Large Quasar Astrometric Catalog* (LQAC-2), Souchay et al. (2012), прецизније вредности могу да се нађу у другим референцама (деталје видети у одељку 3.1 о појединачним објектима). Ознака \* се односи на црвени помак чија вредност није у каталогу LQAC-2 већ је преузета из других референци (видети одељак 3.1 за више детаља). За објекат 2322+396, црвени помак за сада није одређен.

Поменуће објекте смо посматрали шест година (од 2013. до 2019. године) у  $V$  и  $R$  домену. Поред анализе промене сјаја, анализирали смо и промену боје и спектралног индекса. Познато је да су промене колор и спектралног индекса карактеристичне за блазаре, којих има највише у нашем узорку (36). Проучавањем ових промена, различите компоненте које утичу на промену сјаја објекта могу бити раздвојене. Да би што боље описали природу промена колор и спектралног индекса анализирали смо ове промене током времена и са променом сјаја. Методе које смо користили и резултати су представљени у наредним поглављима. У наставку овог одељка, наведени су резултати испитивања структуре у радио-домену и фотометрије у оптичком домену ових објеката из литературе.

Као што смо поменули у одељку 1.8, морфолошка структура појединих објеката је другачија на различитим таласним дужинама радио-домена. Постоји могућност да у неким радио-доменима, поједине компоненте радио-млаза буду сјајније од централног дела објекта. Због тога смо истраживали да ли поменути објекти имају описану морфолошку структуру у литератури. За све објекте (осим за 1228+077), дате су вредности позиционог угла млаза и растојање од тачке која означава почетак млаза до језгра у раду Plavin et al. (2022). Ове вредности су одређене на основу мапа добијених VLBI и VLBA методама на различитим радио-фреквенцијама. За почетак млаза одабрана је најсјајнија тачка млаза. Позициони угао је дат у степенима и представља угао од правца простирања млаза до правца ка северу (преко истока). У одељку 3.1 смо издвојили податке за оне квазаре чије вредности растојања језгро–млаз прелазе 10 mas. Ова вредност је десетоструко већа од стандардне девијације *Gaia* каталога.

Најквалитетнији објекти за повезивање радио *ICRF3* и оптичког референтног система (базираног на подацима *Gaia DR2*) су: 0049+003, 0109+200, 0446+074, 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0952+338, 1032+354, 1242+574, 1312+240, 1518+162, 1556+335, 1603+699, 1612+378, 1722+119, 1730+604, 1759+756, 1818+551, 2052+239, 2316+238 и 2322+396 (Makarov et al., 2019). Изабрани објекти имају мању разлику у положајима у радио и оптичком домену; они нису: проширена галаксија, нити двојни или вишеструки извори. Коришћени су снимци комбиновани из више различитих боја, добијени телескопима *Pan-STARRS* и *Dark Energy Survey - DES*. Објекти из нашег узорка који се налазе у *ICRF3*, али нису изабрани за најквалитетније објекте за повезивање два система су: 0210+515, 0652+426, 0950+326, 1020+292, 1429+249, 1535+231, 1607+604, 1618+530, 1741+597, 1753+338, 1838+575, 2111+801 и 2128+333.

Промена сјаја неких објеката је испитивана у радовима Abrahamyan et al. (2019) и Berghea et al. (2021). У раду Abrahamyan et al. (2019), за објекте 0109+200, 0210+515, 0651+428, 0652+426, 0838+456, 0850+284, 0907+336, 0950+326, 1020+292, 1034+574, 1201+454, 1212+467, 1242+574, 1312+240, 1607+604, 1612+378, 1722+119, 2247+381 и 2322+396 представљена је промена у оптичком  $B$  и  $R$  домену. Дате су најбоље магнитуде у каталозима сортираним у две епохе. Једну епоху представљају каталози: USNO A2.0 (филтри пропусници опсега  $B1$  и  $R1$ ), USNO B1.0 ( $B1$  и  $R1$ ) и APM ( $b$  и  $r$ ). Другу: USNO B1.0 ( $B2$  и  $R2$ ) и GSC 2.3.2 ( $F$  и  $j$ ) каталози. Променљивост блазара у једном домену је описана бројевима који су додељени на основу апсолутних и релативних разлика магнитуда из две епохе. Апсолутна разлика магнитуда је одређена са  $|M_2 - M_1| - 3\sigma_M$ , а релативна са  $|M_2 - M_1|/\sigma_M$ , за  $\sigma_M = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}$ , где је  $M_1$  магнитуда објекта у једној

епохи,  $M_2$  у другој епохи, а  $k_1$  и  $k_2$  грешке магнитуда  $M_1$  и  $M_2$ . Резултати за сваки објекат налазе се у одељку 3.1.

Оптичка променљивост *ICRF3* објеката током различитих епоха Pan-STARRS  $3\pi$  пре-траге неба у пет домена ( $g$ ,  $r$ ,  $i$ ,  $z$  и  $y$ ) представљена је у раду Berghea et al. (2021). За објекте 0049+003, 0109+200, 0446+074, 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1242+574, 1312+240, 1429+249, 1518+162, 1556+335, 1603+699, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1759+756, 1818+551, 2052+239, 2111+801, 2128+333, 2316+238 и 2322+396, дате су: средње магнитуде посматрања, средње магнитуде и амплитуде промене сјаја након усклађености са FPCA<sup>17</sup> (тзв. добијене вредности) и разлике посматраних и добијених вредности. За скоро све објекте, средње вредности из посматрања и добијених магнитуда су приближно исте. Добијене амплитуде промене сјаја сличне су трострукој вредности разлика посматраних и добијених магнитуда (видети одељак 3.1 за детаље за појединачне објекте).

На попречним профилима VLBI мапа (дуж млаза) појединих TeV извора примећено је повећање сјаја на растојању од неколико mas од централног региона (енг. limb brightening), видети рад Piner & Edwards (2014) и референце у њему. Због тога смо издвојили објекте са екстремном и јаком синхротронском емисијом, као и објекте са енергијом већом од 10 GeV. Објекти 0210+515, 0652+426, 0907+336, 1034+574, 1722+119, 1811+317 и 2247+381 су уврштени у Трећи каталог блазара са екстремном и јаком синхротронском емисијом (*3HSP catalog of extreme and high-synchrotron peaked blazars* Chang et al. (2019)).

Објекти 0907+336, 1034+574, 1242+574, 1312+240, 1722+119, 1741+597 и 1811+317 се налазе у *minimum spanning tree - MST* каталогу извора у домену  $\gamma$ -зрака који су кандидати за изворе 10 GeV. Налазе се на галактичкој ширини изнад  $20^\circ$ , под именима (редом): 9Y-MST J0910+3328, 9Y-MST J1037+5711, 9Y-MST J1244+5709, 9Y-MST J1314+2350, 9Y-MST J1725+1152, 9Y-MST J1742+5946 и 9Y-MST J1813+3144. Подаци сакупљани 9 година у домену  $\gamma$ -зрака *Fermi Large Area Telescope - Fermi-LAT* свемирског телескопа су представљени у Campana et al. (2018).

Прелиминарни резултати фотометрије за објекат 1722+119 су представљени у раду Damljanović et al. (2017). Подаци, који су овде представљени, а који покривају период од 2013. до 2015. године били су део података који су коришћени за анализу променљивости извора, а резултати анализе су представљени у раду Taris et al. (2018). За изворе 1535+231, 1556+335, 1607+604, 1722+119 и 1741+597 коришћени су подаци од 2016. до 2019. године за тестирање упоришних звезда за релативну фотометрију код Jovanović et al. (2018) и за добијање њихових дугорочних периода промене сјаја користећи методу најмањих квадрата (МНК), видети рад Jovanović (2019). Анализа периодичности за ове блазаре (на краћим и дужим временским скалама) представљена је у Jovanović & Damljanović (2020), као и променљивост боје у Jovanović et al. (2020). За исте изворе коришћени су подаци од 2013. до 2019. године за добијање периода краткорочних и дугорочних варијација користећи МНК итеративно, што је приказано у раду Damljanović et al. (2020). Исти подаци су коришћени за тестирање контролних звезда за релативну фотометрију (Jovanović et al., 2021, 2023a).

<sup>17</sup>FPCA Functional principal component analysis функционална анализа главних компоненти.

Табела 1.1: Објекти.

IERS назив	$\alpha_{J2000.0}(\circ)$	$\delta_{J2000.0}(\circ)$	$z$	AGJ	SED	Период посматрања		Бр. посматрања $V, R$
				тип	тип	од	до	
0049+003	13.02321	0.59393	0.400	FSRQ		06.09.2013.	08.08.2019	30 40
0109+200	18.04246	20.33936	0.746	Sy1	ISP	07.09.2013.	08.08.2019.	36 47
0210+515	33.57472	51.74776	0.049	BL Lac	HSP	07.09.2013.	08.08.2019.	39 49
0446+074	72.33821	7.48631	1.462	BL Lac/FSRQ		06.09.2013.	12.11.2018.	28 36
0651+428	103.68136	42.79965	0.126	BL Lac	HSP	08.09.2013.	09.03.2019.	28 33
0652+426	104.04443	42.61743	0.059	BL Lac	HSP	29.08.2019.	01.09.2019.	2 2
0741+294	116.21402	29.33501	1.180	FSRQ	ISP	09.10.2013.	09.03.2019.	30 32
0838+235	130.47524	23.33187	1.188	FSRQ		07.02.2014.	09.03.2019.	20 29
0838+456	130.56399	45.42894	1.408	FSRQ	HSP	07.02.2014.	06.04.2019.	40 43
0850+284	133.32428	28.23056	0.920	FSRQ	LSP	07.02.2014.	05.10.2018.	13 27
0854+334	134.36229	33.22143	2.338	FSRQ		01.03.2014.	27.01.2018.	35 36
0907+336	137.65431	33.49010	2.350	BL Lac	HSP	14.04.2014.	06.04.2019.	39 42
0950+326	148.36648	32.43099	1.575	FSRQ	LSP	01.03.2014.	06.04.2019.	39 40
0952+338	148.90810	33.58443	2.506	BL Lac		01.04.2014.	06.04.2019.	45 43
1020+292	155.85019	28.94749	2.842	FSRQ	LSP	05.12.2016.	14.11.2018.	6 6
1032+354	158.79579	35.17213	1.960	QSO		02.04.2014.	06.04.2019.	38 43
1034+574	159.43459	57.19879	1.096	BL Lac	HSP	09.07.2013.	07.04.2019.	47 47
1145+321	177.07868	31.90281	0.550	FSRQ	HSP	05.03.2014.	07.04.2019.	53 54
1201+454	180.89749	45.18043	1.075	FSRQ	ISP	06.03.2014.	31.03.2019.	39 47
1212+467	183.79145	46.45420	2.292	FSRQ	LSP	09.07.2013.	31.03.2019.	50 50
1228+077	187.83565	7.43130	2.386	QSO		05.03.2014.	31.03.2019.	30 36
1242+574	191.29168	57.16510	0.998	BL Lac	ISP	02.04.2014.	06.08.2019.	49 57
1312+240	198.68252	23.80744	2.055*	BL Lac	HSP	01.03.2014.	11.07.2019.	31 31
1345+735	206.53532	73.34814	0.290	Sy1		24.05.2014.	06.08.2019.	43 48
1429+249	217.85787	24.70575	0.407	Sy1		02.04.2014.	06.08.2019.	40 44
1518+162	230.15443	16.02407	1.470	QSO		28.05.2014.	06.08.2019.	42 44
1535+231	234.31041	23.01126	0.462	BL Lac/FSRQ		04.04.2014.	06.08.2019.	43 44
1556+335	239.72992	33.38850	1.661	FSRQ	LSP	04.04.2014.	06.08.2019.	41 50
1603+699	240.82758	69.76595	1.185	FSRQ		08.07.2013.	11.06.2019.	40 47
1607+604	242.08560	60.30783	0.178	BL Lac		08.07.2013.	06.08.2019.	42 48
1612+378	243.69567	37.76869	1.530	FSRQ	ISP	09.07.2013.	06.08.2019.	37 42
1618+530	244.92663	52.93706	2.347	FSRQ	ISP	09.07.2013.	06.08.2019.	35 40
1722+119	261.26810	11.87096	0.340*	BL Lac	HSP	09.07.2013.	08.08.2019.	43 47
1730+604	262.71967	60.42133	0.730	FSRQ		10.07.2013.	08.08.2019.	44 53
1741+597	265.63332	59.75189	0.415*	BL Lac	HSP	09.07.2013.	07.08.2019.	55 62
1753+338	268.79686	33.84994	0.242	Sy1		01.07.2014.	07.08.2019.	14 44
1759+756	269.44316	75.65450	3.050	FSRQ		10.07.2013.	07.08.2019.	51 59
1810+522	272.98783	52.24076	1.210	Sy		11.07.2013.	08.08.2019.	33 47
1811+317	273.39668	31.73823	0.117	BL Lac	HSP	11.07.2013.	06.08.2019.	42 48
1818+551	274.79202	55.18571	1.670	Sy		07.09.2013.	08.08.2019.	41 53
1838+575	279.74401	57.59425	0.164	BL Lac	HSP	07.09.2013.	08.08.2019.	30 39
2052+239	313.62306	24.12602	1.377	FSRQ		03.08.2016.	07.08.2019.	6 16
2111+801	317.32984	80.35312	0.524	Sy1.5		02.07.2013.	07.08.2019.	23 33
2128+333	322.62375	33.54695	1.473	FSRQ		03.08.2016.	07.08.2019.	2 7
2247+381	342.52395	38.41033	0.119	BL Lac	HSP	08.09.2013.	07.08.2019.	40 54
2316+238	349.64152	24.07770	1.054	Sy1		08.09.2013.	07.08.2019.	16 37
2322+396	351.32445	39.96014	–	BL Lac	ISP	03.07.2013.	07.08.2019.	15 32

Напомена: \* подаци се не налазе у каталогу LQAC-2 већ су преузети из других референци, видети одељак 3.1.



# Поглавље 2

## Подаци, обрада података и анализа

### 2.1 Подаци и обрада података

Анализирали смо промене сјаја у оптичким  $V$  и  $R$  доменима АГЈ који су предложени за везу између небеских координатних система  $ICRF$  и  $Gaia CRF$ . За анализу промене сјаја и истраживања квазипериодичних промена користили смо податке који чине скуп снимака: оригиналних посматрања кандидата телескопима који се налазе на Астрономској станици Видојевица - АСВ<sup>1</sup> (у периоду од 2016. до 2019. године), посматрања др Горана Дамљановића телескопима АСВ, Националне астрономске опсерваторије Рожен и Астрономске опсерваторије Белоградчик у Бугарској, као и телескопом опсерваторије за астрофизику Леополд Фигл (LFOA) у Бечу у Аустрији (2013–2015. г.) и посматрања др Франсоа Тариса роботизованим телескопом Јоан Орб Telescope - ТЈО, који се налази на Монтсек астрономској опсерваторији у Шпанији (2014–2015. г.). Посматрачки период је нешто већи од 6 година, од јула 2013. године до августа 2019. године.

Највећи број посматрања је обављен телескопима АСВ и ТЈО. Телескопи на АСВ се налазе у близини Прокупља на географској дужини  $\lambda = 21^{\circ}5E$  и ширини  $\varphi = 43^{\circ}1N$ , надморска висина  $h$  телескопа се мало разликује. Телескоп са пречником огледала  $D = 60$  cm (АСВ 60 cm) је на 1140 m, а телескоп са  $D = 1.4$  m (АСВ 1.4 m) је на 1150 m надморске висине. Телескоп АСВ 60 cm је пуштен у рад 2011. године и од 2013. је започето праћење промене сјаја наведених објеката. То је Касегренов<sup>2</sup> телескоп екваторијалне монтаже жижне даљине око 6 m, са параболичним примарним и хиперболичним секундарним огледалом  $D = 20$  cm. Након постављања телескопа АСВ 1.4 m (највећег у Србији) у јуну 2016. године упоредо вршимо посматрања на оба телескопа. Нови телескоп је Ричи–Кретијен<sup>3</sup> (енг. Ritchey–Chrétien) са Насмит–Касегрен<sup>4</sup> жижом, азимутске монтаже са жижном даљином од око 11.4 m. У периоду од марта 2014. до маја 2015. године, посматрање објеката је вршено и телескопом ТЈО, највећим у Каталонији са  $D = 80$  cm ( $\lambda = 0^{\circ}7E$ ,  $\varphi = 42^{\circ}1N$  и  $h = 1570$  m). То је Ричи–Кретијен телескоп, екваторијалне монтаже са жижном даљином од око 7.7 m. Такође, посматрања су вршена и телескопима:

- LFOA, са пречником огледала од 1.5 m, Ричи–Кретијен са жижном даљином од око 12.5 m ( $\lambda = 15^{\circ}9E$ ,  $\varphi = 48^{\circ}1N$  и  $h = 880$  m);
- Белоградчик 60 cm, Касегрен са жижном даљином од око 7.5 m ( $\lambda = 22^{\circ}7E$ ,  $\varphi = 43^{\circ}6N$  и  $h = 650$  m);

<sup>1</sup>АСВ је астрономска станица коју је основала Астрономска опсерваторија у Београду.

<sup>2</sup>Назван је по француском свештенику Laurent Cassegrain (1629–1693), који га је изумео.

<sup>3</sup>Посебна врста Касегреновог телескопа са примарним и секундарним хиперболичним огледалом.

<sup>4</sup>Назван је по шкотском изумитељу James Hall Nasmyth (1808–1890), који је унапредио Касегренов телескоп.



Слика 2.1: Фотографије телескопа. Горњи ред (са лева на десно): АСВ 1.4 m, АСВ 60 cm\*, ТЈО 80 cm\*\*, LFOA 1.5 m\*\*\*. Доњи ред: Рожен 2 m\*, 60 cm\*, 50/70 cm\* и Белоградчик 60 cm\*. Аутори фотографија: АСВ 1.4 m Миљана Јовановић, LFOA проф. Franz Kerschbaum, Рожен телескопа др Д. Колев и П. Маркишки и Белоградчик П. Маркишки. \* Сlike су преузете са званичних сајтова поменутих опсерваторија, \*\* преузета из билтена Катедре за физику и нуклерано инжењерство Политехничког Универзитета у Каталонији, \*\*\* преузета са Wikipedia странице опсерваторије.

- Рожен 2 m је Ричи–Кретијен–Куде (енг. Ritchey–Chrétien–Coudé) телескоп са жижном даљином од око 15.7 m, заједно са Касегрен телескопом пречника 60 cm и жижне даљине од око 7.5 m налази се на  $\lambda = 24^{\circ}7E$ ,  $\varphi = 41^{\circ}7N$  и  $h = 1730$  m, док је Шмит камера 50/70 cm телескоп на 30 m већој надморској висини.

Сlike телескопа у павиљонима су представљене на слици 2.1, док су у табели 2.1 представљене њихове карактеристике: пречник огледала  $D$ , CCD камере (резулација камера и величина пиксела), покривеност неба пикселима и величина видног поља.

Табела 2.1: Телескопи и камере.

Телескоп, $D$	CCD камера	CCD резолуција	величина пиксела ( $\mu m$ )	покривеност неба (arcsec pix <sup>-1</sup> )	видно поље (arcmin)
АСВ, 60 cm	Apogee Alta U42	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.466	15.8 × 15.8
	SBIG ST10 XME	2184 × 1472	6.8 × 6.8	0.230	8.4 × 5.7
	Apogee Alta E47	1024 × 1024	13.0 × 13.0	0.450	7.6 × 7.6
АСВ, 1.4 m	Apogee Alta U42	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.243	8.3 × 8.3
	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.244	8.3 × 8.3
ТЈО, 80 cm	FLI PL4240-1-B	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.364	12.3 × 12.3
	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.361	12.3 × 12.3
Рожен, 2 m	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.176	6.0 × 6.0
	VersArray 1300B	1340 × 1300	20.0 × 20.0	0.261	5.6 × 5.6
Рожен, 60 cm	FLI PL09000	3056 × 3056	12.0 × 12.0	0.330	16.8 × 16.8
Рожен, 50/70 cm	FLI PL16803	4096 × 4096	9.0 × 9.0	1.080	73.7 × 73.7
Белоградчик, 60 cm	FLI PL09000	3056 × 3056	12.0 × 12.0	0.335	16.8 × 16.8
LFOA, 1.5 m	SBIG ST10 XME	2184 × 1472	6.8 × 6.8	0.150	5.6 × 3.8

Током неколико ноћи (за бољи однос шума и сигнала) снимци су направљени комбиновањем два пиксела у један (енг. binning 2x2). У току последње три недеље посматрачког периода, на телескопу АСВ 1.4 m је постављен редуктор жижне даљине. Нова жижна даљина је 7132 mm.

### 2.1.1 CCD детектори

За снимање објеката користили смо *Charge-Coupled Device* - *CCD* камеру, која је постављена у жижу телескопа. Свака CCD камера се састоји од дводимензионалног низа фотонских детектора (пиксела). Фотони који долазе из извора ударају у силицијумски чип унутар пиксела. Чип те фотоне лако апсорбује. Сваки пиксел је опремљен таквом структуром која омогућава чување електрона док се снимање не заврши. Када се снимање заврши, почиње читавање CCD-а. Напон сакупљен унутар сваког пиксела се мери и претвара у излазни дигитални број који се назива аналогно-дигитална јединица (енг. analog-to-digital units - ADU) и чува у меморији рачунара. Шум приликом читавања података (енг. read out noise) и осетљивост<sup>5</sup> (енг. gain) се разликује од камере до камере. Распон шума поменутих камера је од 2 до 37.2 ( $e^-$  rms), а осетљивости од 1 до 2.56 ( $e^-/ADU$ ).

### 2.1.2 Филтри

Предност коришћења филтра приликом фотометријских посматрања је рестрикција таласних дужина светлости  $\lambda$  која ће бити детектована. Постоји неколико стандардних фотометријских система. Они се могу поделити према ширини спектралних опсега  $\Delta\lambda$  на широкопојасне, средњепојасне и ускопојасне ( $\Delta\lambda > 30$  nm,  $10$  nm  $< \Delta\lambda < 30$  nm и  $\Delta\lambda < 10$  nm; где се  $\Delta\lambda$  мери као ширина на половини максималне моћи филтра). Један од најстаријих и најчешће коришћен стандардни фотометријски систем је Johnson-Cousins *UBVRI*, а један од најпознатијих астрономских пројеката који се бави претраживањем и картографисањем неба од 2000. године Слоунов дигитални преглед неба (енг. Sloan Digital Sky Survey - *SDSS*) користи филтре  $u'g'r'i'z$ , видети (Fukugita et al., 1996). *SDSS* Data Release 14 укључује податке до јула 2016. године и обухвата више од једне трећине целе небеске сфере (Abolfathi et al., 2018). Pan-STARRS1 је претрага неба у оптичком и блиском инфрацрвеном домену и покрива цело небо северно од деклинације  $-30^\circ$  што чини око  $3/4$  неба. За разлику од њих, Tycho-2 фотометријски каталог садржи податке за сјај око 2.5 милиона најсјајнијих објеката распоређених на целом небу, али само за *B* и *V* домене. Због тога је дизајниран пројекат APASS<sup>6</sup> којим би се повезали подаци Tycho-2 каталога и мање просторно комплетних каталога као што су *SDSS* и Pan-STARRS1. APASS Data Release 9 садржи податке прикупљене телескопима који се налазе на две локације (једна је на северној, а друга на јужној хемисфери). Филтри који су коришћени приликом снимања су Johnson *B* and *V* и Sloan  $g'_A$ ,  $r'_A$ ,  $i'_A$  (Abolfathi et al., 2018). Pan-STARRS1 фотометријски систем  $g_{P1}$ ,  $r_{P1}$ ,  $i_{P1}$ ,  $z_{P1}$ ,  $y_{P1}$  и  $w_{P1}$  је представљен у раду (Tonry et al., 2012).

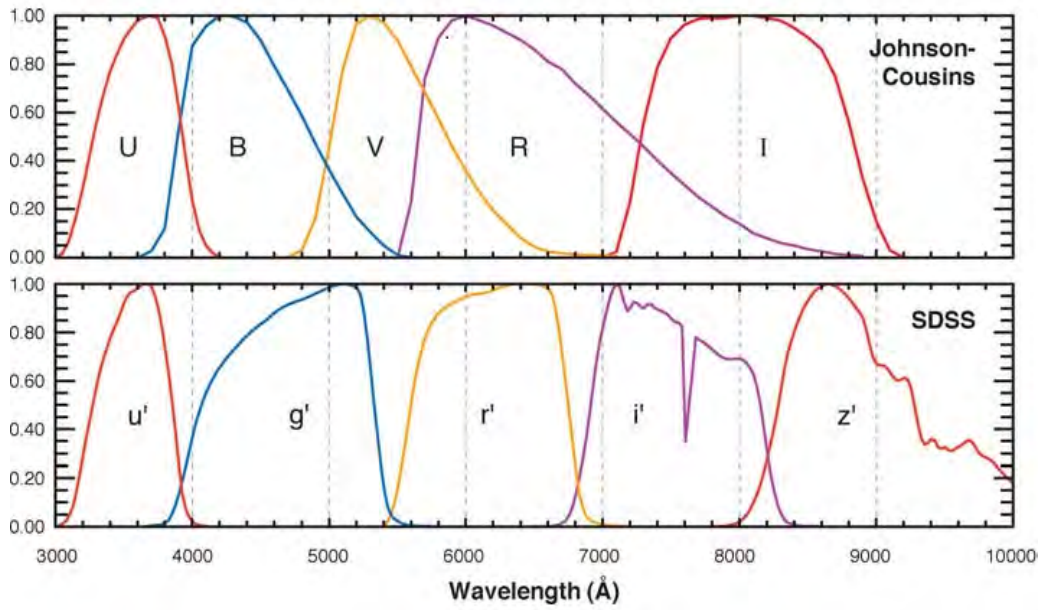
Ефективна таласна дужина  $\lambda$  и пропусни опсег  $\Delta\lambda$  за Johnson-Cousins *UBVRI* и *SDSS* фотометријске системе дати су у табели 2.2 која је преузета из (Bessell, 2005). Њихов шематски приказ је дат на слици 2.2, који је такође преузет из наведеног рада. Систем филтра Pan-STARRS1 има доста заједничког са филтрима који су коришћени током *SDSS* претраге. Шематски приказ система је на слици 2.3 (Tonry et al., 2012).

### 2.1.3 Обрада података

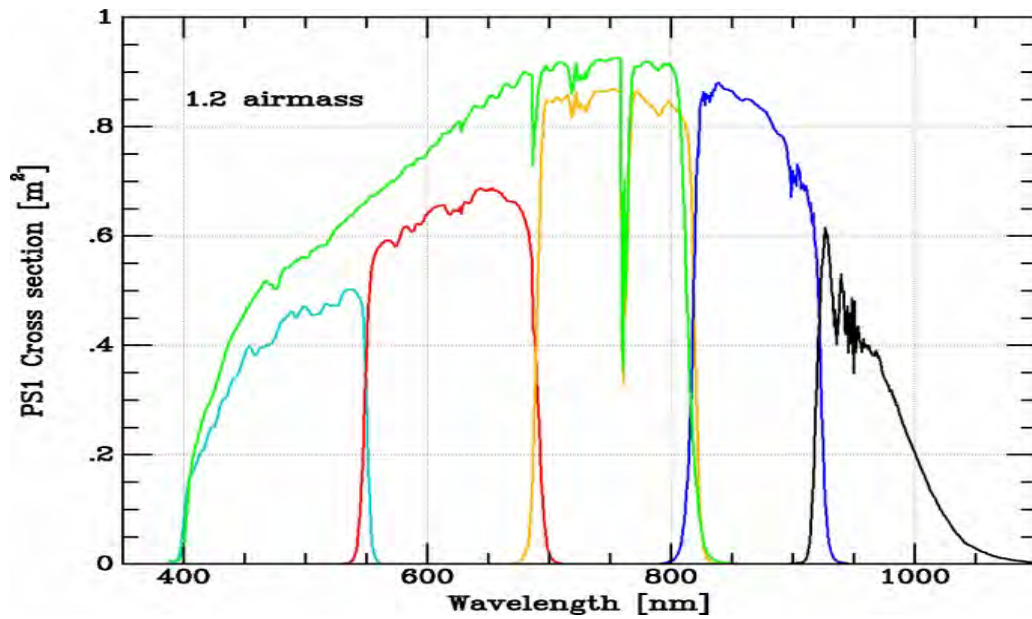
Фотометријска посматрања су вршена коришћењем представљених телескопа, камера и широкопојасних филтра *V* и *R*. Током сваке посматрачке ноћи снимана су по два или више снимака у оба филтра. Снимци су обрађени јер комбинација атмосфере, телескопа, детектора и CCD електронике има тенденцију да контаминира и деградира њихов ква-

<sup>5</sup>Осетљивост камере се одређује количином наелектрисања које се сакупи по јединици примљене светлосне енергије.

<sup>6</sup>APASS је скраћеница American Association of Variable Star Observers Photometric All Sky Survey; American Association of Variable Star Observers - AAVSO.



Слика 2.2: Шематски приказ широкопојасних фотометријских система Johnson-Cousins  $UBVRI$  и SDSS  $u'g'r'i'z'$ .



Слика 2.3: Шематски приказ Pan-STARRS фотометријског система  $g_{P1}$  (линија цијан боје),  $r_{P1}$  (црвена линија),  $i_{P1}$  (наранџаста),  $z_{P1}$  (плава),  $u_{P1}$  (црна) и  $w_{P1}$  (зелена), слика преузета из Tonry et al. (2012).

литет. Како бисмо смањили утицај атмосфере посматрали смо објекте на хоризонтским висинама већим од  $30^\circ$ . За обраду снимака (редукцију података) користили смо IRAF<sup>7</sup> скриптни језик (ascl:9911.002) (Tody, 1986, 1993). Да би ефекти камере могли да буду уклоњени потребно је снимити и тзв. калибрационе снимке. То су:

- снимак са 0 секунди експозиције и без осветљења представља основни шум (eng. *bias*),

<sup>7</sup>Image Reduction and Analysis Facility - IRAF је софтверски систем намењен за редукцију и анализу астрономских података, који дистрибуира Национална опсерваторија оптичке астрономије (eng. National Optical Astronomy Observatory).

Табела 2.2: Ефективна таласна дужина и пропусни опсег филтра за Johnson-Cousins  $UBVRI$  и SDSS  $u'g'r'i'z$ .

$UBVRI$			SDSS		
филтар	$\lambda(\mu m)$	$\Delta\lambda(\mu m)$	филтар	$\lambda(\mu m)$	$\Delta\lambda(\mu m)$
$U$	0.36	0.06	$u'$	0.36	0.06
$B$	0.44	0.09	$g'$	0.46	0.13
$V$	0.55	0.09	$r'$	0.61	0.12
$R$	0.64	0.16	$i'$	0.74	0.12
$I$	0.8	0.15	$z'$	0.89	0.11

- снимак направљен са експозицијом као што је урађен сиров снимак објекта или дужом (без осветљења), садржи термални шум који се ствара приликом снимања (eng. *dark*) и
- снимак равномерно осветљеног неба (у нашем случају су направљени за време сумрака) како би се забележило неуједначено осветљење самог детектора (eng. *flat-field*).

Калибрациони снимци су снимљени на почетку и на крају посматрачке вечери, уколико су услови то дозвољавали. Како би се термални шум уклонио *dark* снимци су узети од по 5 минута (јер су објекти снимани са експозицијом од 5 минута, или мањом), а како би се уклонио и из *flat-field* снимака, узети су и од по 5 секунди (колика је и експозиција *flat* снимака). Формирани су по један главни (eng. *Master*) снимак за *bias*, *dark<sub>5s</sub>* (*dark* од 5 секунди), *dark<sub>5m</sub>* (*dark* од 5 минута) и *flat-field* за сваки филтар.

*Master bias* је добијен усредњавањем *bias* снимака. Од медијана<sup>8</sup> *dark<sub>5s</sub>* и *dark<sub>5m</sub>* снимака од којих је одузет *Master bias* формирани су *Master dark<sub>5s</sub>* и *Master dark<sub>5m</sub>*. Од *flat-field* снимака је формиран *Master flat* снимак, медијаном<sup>9</sup> свих снимака за одређени филтар и одузимањем *Master bias* и *Master dark<sub>5s</sub>*. Сирови снимци објеката су обрађени редукијом (са *Master bias*, *Master dark* и *Master flat*) (Berry & Burnell, 2005), осим снимака направљених *VersArray 1300B* камером (која је охлађена до  $-110^\circ\text{C}$  и не захтева корекцију за термални шум). Од снимака објеката одузети су *Master bias* и *Master dark<sub>5m</sub>* и сваки снимак је подељен са нормираним<sup>10</sup> *Master flat* снимком.

Помоћу *Master dark<sub>5m</sub>* и *Master flat* снимака, направљена је мапа лоших пиксела, која садржи пискеле који нису осетљиви на фотоне на исти начин као већина пиксела на CCD чипу. Мапа пиксела који имају виши број ADUа од већине пиксела направљена је помоћу *Master dark* снимка. Мапирани су сви пиксели који имају већу вредност од  $3\sigma_{dark} + m_{dark}$ , где је  $m_{dark}$  средња вредност свих пиксела, а  $\sigma_{dark}$  стандардна девијација вредности пиксела у ADUима. Како би се мапирани пиксели који имају мању вредност од већине коришћени су *Master flat* снимци. Мапирани су пиксели који имају мању вредност од  $m_{diflat} - 5\sigma_{diflat}$ , где је  $m_{diflat}$  средња вредност, а  $\sigma_{diflat}$  стандардна девијација вредности пиксела снимка *diflat*<sup>11</sup> у ADUима. Како су експозиције снимака објеката биле од по неколико минута (а највише 5 минута), са снимака су уклоњени и космички зраци. За њихову корекцију је коришћен програм *LaCosmic*<sup>12</sup> (van Dokkum, 2001).

<sup>8</sup>Медијана *dark* снимака је направљена, јер постоји могућност да на снимцима буду и космички зраци.

<sup>9</sup>Снимци су направљени пре астрономског сумрака, али постоји могућност да буду снимљени трагови неких звезда, да би се они изгубили коначни снимак није направљен усредњавањем осталих.

<sup>10</sup>За нормирање се преузима средња вредност снимка из заглавља снимка, уколико таква вредност није забележена, врши се нормирање на јединицу.

<sup>11</sup>Снимак *diflat* садржи само пикселе са мање ADUа од околних, направљен дељењем *Master flat* са снимком који је добијен његовим „пеглањем”.

<sup>12</sup>*LaCosmic* скраћеница од *Laplacian Cosmic Ray Identification method*.

### 2.1.4 Релативна фотометрија

Сјај објеката је одређен помоћу релативне фотометрије, тј. у односу на сјај околних упоришних звезда. У ту сврху је коришћен *MaxIm DL*<sup>13</sup> софтвер и његова алатка за апертурну фотометрију. Пречник апертуре је био око 6 лучних секунди, да би се прикупили сви фотони који потичу од објекта. Сјај неба је одређен помоћу прстена већег од радијуса апертуре и довољно удаљеног од мете и осталих објеката, да га не би контаминирали. Фотометрија са АСВ подацима из периода између 2013. и 2015. године је рађена са две или више упоришних звезда, а са подацима ТЈО и АСВ телескопа од 2016. до 2019. године са две упоришне звезде и неколико контролних, које су служиле за проверу фотометрије. Да би систематске грешке тако одређених магнитуда биле што мање, изабране су звезде које су у близини објекта и приближне боје и сјаја као објекат (како би се смањио утицај екстинкције). Магнитуде упоришних и контролних звезда су преузете из каталога APASS, Pan-STARRS1 и SDSS Data Release 14, осим за објекат 1722+119 за који су звезде са магнитудама преузете из рада (Doroshenko et al., 2014).

Трансформацијама које су приказане у табели 2.3 израчунате су  $V$  и  $R$  магнитуде звезда користећи Sloan  $g$ ,  $r$ ,  $i$  и Pan-STARRS1  $g_{P1}$  и  $r_{P1}$  магнитуде. Трансформације магнитуда Sloan у  $V$  и  $R$  преузете су из рада Chonis & Gaskell (2008). Трансформације из Pan-STARRS1 у  $V$  и  $R$  магнитуде из рада Tonry et al. (2012). Трансформације из Sloan  $g$ ,  $r$  и  $i$  у  $V$  и  $R$  магнитуде имају ограничење:  $14.5 < g, r, i < 19.5$ ,  $0.08 < r - i < 0.5$  и  $0.2 < g - r < 1.4$ .

Табела 2.3: Трансформације магнитуда.

Из Sloan у $V$ и $R$ mag		$y = Ax + B$			
$x$	$y$	$A$	$B$	$\Delta A$	$\Delta B$
$g - r$	$V - g$	-0.587	-0.011	0.022	0.013
$r - i$	$R - r$	-0.272	-0.159	0.092	0.022
Из Pan-STARRS1 у $V$ и $R$		$y = A_0 + A_1x + A_2x^2$			
$x$	$y$	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$\pm$
$g_{P1} - r_{P1}$	$V - r_{P1}$	0.005	0.462	0.013	0.012
$g_{P1} - r_{P1}$	$R - r_{P1}$	-0.137	-0.108	-0.029	0.015

Видна поља објеката са упоришним и контролним звездама су приказана на сликама А.1 – А.8 у Додатку А. Направљена су од снимака добијених телескопом АСВ 60 cm и камером Apogee Alta U42 тако да је величина видног поља приближна  $16 \times 16$  лучних минута. Астрометријска редукција је урађена програмом *Astrometry.net*<sup>14</sup> (Lang et al., 2010), а оријентација снимака (у доњем десном углу) и размера (у доњем левом углу) представљена помоћу софтвера *Aladin*<sup>15</sup> (Bonfarel et al., 2000). На снимцима су бројем 1 означени објекти, а упоришне и контролне звезде осталим бројевима (осим за објекат 1722+119, где је објекат означен цртицама, а звезде бројевима или комбинацијом слова и бројева). Пример једног видног поља (објекта 0049+003) приказан је на слици 2.4.

## 2.2 Анализа

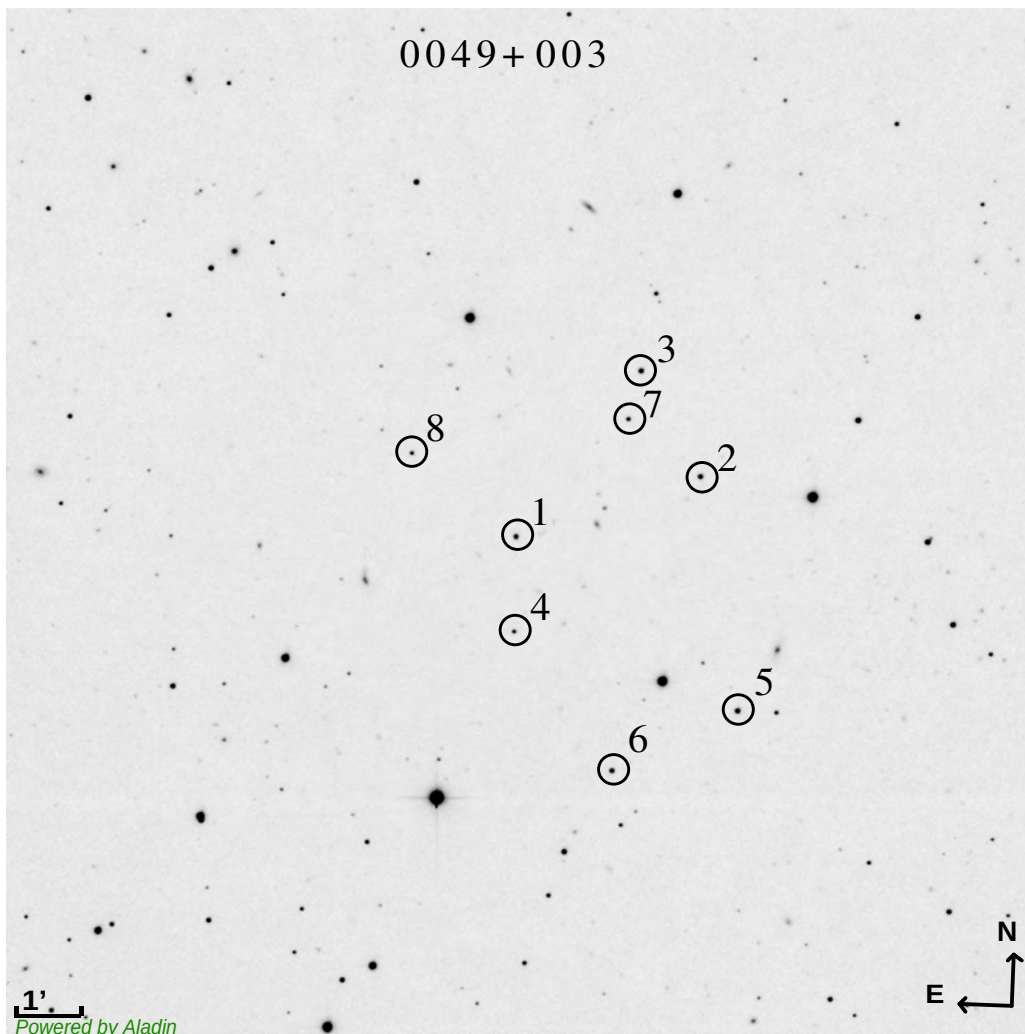
У овој тези смо извршили детаљну анализу промене сјаја и боје АГЈ која је обављена како бисмо издвојили објекте погодне за повезивање раније поменутих небеских координатних система. Такође, ова анализа може бити од помоћи у стварању модела АГЈ

<sup>13</sup>*MaxIm DL* скраћеница од *MaxIm Diffraction Limited CCD Imaging Software*.

<sup>14</sup><https://astrometry.net/>

<sup>15</sup><https://aladin.cds.unistra.fr/>





Слика 2.4: Видно поље објекта 0049+003 (објекат је означен бројем 1, а звезде бројевима 2–8).

активности. Користили смо низ техника статистичке анализе да бисмо издвојили физичке информације из посматраних података. Детаљан опис сваке статистичке методе дат је у следећим пододељцима. Сви статистички алати (чији су резултати представљени у табели 3.3) писани су у програмском језику Python 3 (Van Rossum & Drake, 2009).

### 2.2.1 Методе испитивања промене сјаја и боје

Пре примене статистичких тестова из података уклонили смо оне на које су утицали лоши временски услови (нпр. облачност). Како неки статистички тестови за нулту хипотезу користе претпоставку да подаци одговарају нормалној расподели, применили смо емпиријско три сигма правило (Pukelsheim, 1994), као и Шапиро–Вилков тест нормалности (Shapiro & Wilk, 1965).

Емпиријско правило даје оцену процента посматране популације који се налази на удаљености од једне, две или три стандардне девијације од средње вредности података и важи само за серију података која има нормалан распоред. За три сигма правило важи да се око 99,7% података налази у опсегу три стандардне девијације од просечне вредности. Свака вредност податка која се разликује од аритметичке средине за више од три стандардне девијације представља екстремну вредност. Екстремне вредности нису биле укључене у даљу анализу.

Шапиро–Вилков тест је вероватно најбољи тест нормалности, али је ограничен на број

узорка од 3 до 50 (Razali et al., 2011). Шапиро–Вилкова статистика је

$$W = \left( \sum_{i=1}^{n-1} a_i x_i \right)^2 / \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2$$

где су:  $\bar{x}$  средина узорка, константе  $a_i = m_i^T V^{-1} / (m_i^T V^{-1} V^{-1} m_i)^{1/2}$ ,  $m_i^T$  и  $m_i$  су очекиване вредности  $i$ -те уређене статистике из узорка који потиче из стандардне нормалне расподеле и  $V$  је коваријациона матрица уређених статистика. Вредности  $W$  су између 0 и 1. Мале вредности  $W$  доводе до одбацавања нормалности. За скуп који садржи више од 50 података користили смо модификован Шапиро–Вилков тест. Тест је модификовао Royston (1982) како би проширио рестрикцију броја скупа на 2000. Након примене ових тестова закључили смо да статистичке тестове Абеов критеријум и F–тест можемо применити.

### 2.2.1.1 Абеов критеријум

Абеов критеријум је коришћен да би утврдили да ли су подаци међусобно независни, тј. да ли садрже систематске грешке. Уколико постоје грешке које се у подацима понављају, онда подаци нису међусобно независни. Абеова статистика је дефинисана као количник Аланове варијансе  $\sigma_{AV}$  и кориговане дисперзије за Беселову поправку  $\sigma_D$ :

$$q = \frac{\sigma_{AV}}{\sigma_D} = \frac{\frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2.1)$$

где је  $\bar{x}$  средња вредност података. Уколико је број података  $n \geq 20$ ,  $q$  има нормалну расподелу са математичким очекивањем око 1 и дисперзијом  $\frac{n-2}{(n-1)(n+1)}$ , видети Hald (1952) или Strunov (2006). У више радова коришћена је Аланова варијанса за тестирање промене сјаја АГЈ (нпр. Feissel-Vernier, 2003; Gattano et al., 2018; Taris et al., 2018). За разлику од Аланове варијансе Абеов критеријум не захтева да подаци буду временски равномерно распоређени. То чини овај критеријум једноставним и ефикасним за анализу астрономских посматрања (Malkin, 2013).

Критична вредност је  $q_c = 1 + u_\alpha / \sqrt{n + 0.5(1 + u_\alpha^2)}$ , где је  $u_\alpha$  квантил нормалне расподеле за ниво значајности  $\alpha$ . Хипотеза о независности се прихвата уколико је  $q > q_c$ , у супротном се не може прихватити да су у подацима присутне само случајне грешке. Подаци  $x$  су разлике магнитуда објекта и упоришних звезда А и В, а статистика која одговара тим подацима је  $q_A$  и  $q_B$ . Уколико су  $q_A$  и  $q_B$  мање од критичне вредности  $q_c$ , за ниво значајности  $\alpha = 0.001$  закључујемо да у подацима постоје систематске грешке. Такође, Абеов критеријум је примењен и за тестирање променљивости боје, у том случају  $x$  се односи на разлику  $V - R$  боје и упоришних звезда А и В.

### 2.2.1.2 F–тест

Да би се утврдило постојање промене сјаја коришћен је и F–тест. F–тест испитивања дисперзије два различита скупа података дефинисао је Џорџ Снедекор и назвао га у част Роналда Фишера, који је развио анализу варијансе (дисперзије), тзв. ANOVA<sup>16</sup>. Тестирана је хипотеза о једнакости дисперзије величина  $X$  и  $Y$ ,  $H_0 : VarX = VarY$ , а алтернативна хипотеза је  $H : VarX > VarY$ . F–статистика је

$$F = \frac{VarX}{VarY}. \quad (2.2)$$

<sup>16</sup>ANOVA је скраћеница од Analysis of variance



На нашем узорку израчунали смо статистике:  $F_A$ ,  $F_B$  и њихов однос  $F_{A/B} = F_A/F_B$ . Индекси статистике одговарају скуповима података који се тестирају. Уколико се  $X$  односи на разлике у магнитуди објекта и упоришне звезде А или В, статистика је  $F_A$  или  $F_B$ .  $Y$  се односи на разлике магнитуда упоришних звезда А и В, слично као у радовима de Diego (2010), Gupta et al. (2017), Jovanović (2019) и Jovanović et al. (2023b). Три статистике су поређене са критичном вредношћу. Статистика  $F_{A/B}$  би требала да буде око јединице, јер је очекивано да објекти буду променљиви у односу на обе звезде на исти начин. Уколико су статистике  $F_A$  и  $F_B$  веће од критичне (која одговара нивоу значајности  $\alpha = 0.001$ , са  $n - 1$  степени слободе, где је  $n$  број података), нулта хипотеза о непроменљивости сјаја се одбацује. Тест је примењен и на боју објекта, у том случају у статистици је сјај замењен разликама  $V - R$ .

### 2.2.1.3 Параметар амплитуде променљивости

Процент промене сјаја објекта се може израчунати помоћу параметра амплитуде промене сјаја, eng. *variability amplitude parameter* ( $VAP$ ), који су увели Heidt & Wagner (1996) и дефинисали:

$$VAP = 100\sqrt{(M_{MAX} - M_{MIN})^2 - 2\sigma^2} (\%), \quad (2.3)$$

где су  $M_{MAX}$  и  $M_{MIN}$  максимум и минимум магнитуде објекта и  $\sigma$  средња квадратна грешка магнитуде објекта.

## 2.2.2 Анализа временских серија

Временска серија представља уређен низ вредности добијених из посматрања у односу на време. Постоје различити типови временских серија: стационарне (које карактеришу случајна одступања око константног нивоа), серије са трендом (са случајним флукутацијама око узлазног тренда), временске серије код којих се варијације у нивоу серије периодично понављају итд. (Ковачић, 1998). Користећи разне моделе анализе временских серија можемо: описати изучавану појаву, дати објашњење и на основу створеног модела можемо да предвидимо појаву у наредном периоду.

Временске серије са трендом су анализиране простом линеарном регресијом. То је метод који разматра линеарну везу између једне зависне променљиве  $Y$  и вредности коју представљају независну променљиву  $X$ . Модел ове методе се може представити у облику

$$Y_i = a + bX_i + \epsilon_i, \quad (2.4)$$

где су:  $Y_i$   $i$ -та зависна променљива,  $X_i$   $i$ -та вредност независне променљиве,  $a$  и  $b$  непознате константе ( $a$  се најчешће назива пресек са  $y$  осом, а  $b$  нагиб у односу на  $x$  осу) и  $\epsilon_i$  остаци. Оцене за  $a$  и  $b$  су одређене методом најмањих квадрата (МНК) и у ту сврху је коришћен Python. МНК подразумева да се коефицијенти модела линеарне једначине  $\hat{Y}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{X}_i$  оцењују тако да збир квадрата резидуала  $\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - (\hat{a} + \hat{b}X_i))^2$  буде минималан;  $\hat{X}_i = X_i$ . Оцене коефицијента  $\hat{a}$  и  $\hat{b}$  су

$$\hat{a} = (n \sum_{i=1}^n \hat{X}_i \hat{Y}_i - \sum_{i=1}^n \hat{X}_i \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i) / (n \sum_{i=1}^n \hat{X}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \hat{X}_i)^2)$$

и

$$\hat{b} = (\sum_{i=1}^n \hat{X}_i^2 \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i - \sum_{i=1}^n \hat{X}_i \sum_{i=1}^n \hat{X}_i \hat{Y}_i) / (n \sum_{i=1}^n \hat{X}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \hat{X}_i)^2),$$

индекс  $i = 1, \dots, n$ .

Периодичан сигнал се може представити периодичном функцијом  $f(x)$  која задовољава услов

$$f(x) = f(x + kT), \quad (2.5)$$

где је  $k \in Z$ , а  $T$  период.

Синусоида је једна периодична функција која је дефинисана са

$$f(x) = A \sin(\omega x + \varphi), \quad (2.6)$$

где су  $A$  амплитуда,  $\varphi$  фаза и  $\omega$  учестаност. Учестаност  $\omega$  се дефинише преко фреквенције  $f_r$ ,  $\omega = 2\pi f_r$ , док су периода  $T$  и фреквенција повезане релацијом  $f_r = 1/T$ .

Једначину 2.6 можемо записати и у облику

$$f(x) = A \cos(\varphi) \sin(\omega x) + A \sin(\varphi) \cos(\omega x) = a_0 f_1 + a_1 f_2, \quad (2.7)$$

чиме се  $f(x)$  своди на облик линеарне једначине са две непознате, при чему су  $a_0$  и  $a_1$  константе  $a_0 = A \cos(\varphi)$ ,  $a_1 = A \sin(\varphi)$ , а непознате  $f_1$  и  $f_2$  периодичне функције  $f_1 = \sin(\omega x)$  и  $f_2 = \cos(\omega x)$ . За одређени опсег периода, могуће је оценити константе  $a_0$  и  $a_1$ , (нпр. МНК методом) тако да одступање података од израчунатих вредности буде најмање.

Одступање се дефинише као  $\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum(Y-f)^2}{N-3}}$ , где су са  $Y$  означени подаци, док је  $N$  број података.

Такође, периодичну функцију 2.5 можемо представити и као:

$$f(x) = a_0/2 + \sum_{i=1}^n (a_i \sin \omega_i x + b_i \cos \omega_i x) \quad (2.8)$$

комбинацију функција константне  $1(x)$ ,  $\sin(\omega_i x)$  и  $\cos(\omega_i x)$ , где су  $\omega_i = 2\pi i/T$ , а  $i = 1, \dots, n$ . Коефицијент  $a_0/2$  је средња вредност функције  $f(x)$  на интервалу од  $-T/2$  до  $T/2$ . Коефицијенти  $a_i$  и  $b_i$  се одређују помоћу следећих формула:

$$a_i = a(\omega_i) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cos(\omega_i x) dx,$$

$$b_i = b(\omega_i) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \sin(\omega_i x) dx.$$

За  $n \rightarrow \infty$  и користећи Ојлерове формуле  $f(x)$  се може записати у облику  $f(x) = \sum_{-\infty}^{\infty} c_n e^{i\omega_n x}$ , где су  $c_n$  комплексни Фуријеови коефицијенти  $c_n = \frac{2}{T}(a_n - ib_n) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) e^{-i\omega_n x} dx$ .

Ако функција  $F(\omega_n) = T c_n = \int_{-T/2}^{T/2} f(x) e^{-i\omega_n x} dx$  представља непрекидне сигнале  $T \rightarrow \infty$  што значи да  $\omega_n \rightarrow 0$  функција  $F(\omega_n)$  постаје

$$F(\omega_n) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega_n x} dx. \quad (2.9)$$

Функцију  $F(\omega_n)$  зовемо Фуријева трансформација периодичне функције  $f(x)$ .

За анализу квазипериодичних промена у сјају блазара најчешће су коришћене методе које се базирају на Фуријеовим трансформацијама и методи најмањих квадрата. На пример, у раду Tripathi et al. (2021) приликом испитивања промена у радио-домену (током 32 године) коришћене су три методе од којих свака има другачији приступ у анализи периодичности. То су: дискретна Фуријеова трансформација са компензацијом датума (енг. Date-compensated discrete Fourier transform - DCDFТ), пондерисана таласна

Z-трансформација (енг. Weighted wavelet Z-transform - WWZ) и генерализовани Ломб-Скаргле периодограм (енг. Generalized Lomb–Scargle periodogram - GLSP). Слично је урађено: у раду An et al. (2013) где су Ломб-Скаргле периодограм и WWZ примењени на посматрања вршена на три различите радио-фреквенције и у раду Fan et al. (2021) где је њихова анализа посматрања у оптичком домену базирана је на методама DCDFТ и WWZ.

### 2.2.2.1 Дискретна Фуријеова трансформација

Уколико се примени нумеричка интеграција на Фуријеову трансформацију, једначина 2.9 се може представити у облику

$$F(\omega_n) = \sum_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-i\omega_n x}.$$

Како бисмо непрекидни сигнал дискретизовали поделићемо га на коначан број  $k$  једнаких временских подинтервала  $\Delta t$

$$F(\omega_n) = \sum_{k=0}^{N-1} f(k\Delta t)e^{-i\omega_n k\Delta t},$$

при чему је интервал  $x = k\Delta t$ ,  $n = 0, \dots, N-1$ ,  $k = 0, \dots, N-1$ , за  $N$  број података. Како је  $\omega_n = 2\pi n/T = 2\pi n/(N\Delta t)$ , за  $T = N\Delta t$ , тада дискретна Фуријеова трансформација (енг. Discrete Fourier Transform - DFT) има облик

$$F(\omega_n) = \sum_{k=0}^{N-1} f(k\Delta t)e^{-i2\pi nk/N}.$$

За одређивање периодичности у кривама сјаја блазара ова метода је примењена у радовима: Goyal (2018, 2021); Tarnopolski et al. (2020) итд.

### 2.2.2.2 Дискретна Фуријеова трансформација са компензацијом датума

Употреба стандардне методе дискретне Фуријеове трансформације за неравномерно узорковане податке доводи до сложености као што су померање фреквенције и флукуације амплитуде. Проблем је и када функције  $\sin$  и  $\cos$  нису ортогоналне са константном функцијом. Тада одузимање просечне вредности од оригиналних података не може да реши проблем. Такви проблеми се могу ублажити коришћењем DCDFТ методе. Ово је модификована метода заснована на Фуријеовим трансформацијама која моделира податке као линеарну комбинацију три функције: константе  $1(t)$ ,  $\cos(\omega t)$  и  $\sin(\omega t)$ . DCDFТ методу је први пут увео Ferraz-Mello (1981). Уколико се уведу функције  $H_0(t) = 1$ ,  $H_1(t) = \cos(\omega t)$ ,  $H_2(t) = \sin(\omega t)$  и  $h_0$ ,  $h_1$  и  $h_2$  функције добијене Грам-Шмитовим поступком ортонормализације функција  $H_{0,1,2}$   $h_0(t) = a_0 H_0$ ,  $h_1(t) = a_1 H_1 - a_1 h_0 \langle h_0, H_1 \rangle$ ,  $h_2(t) = a_2 H_2 - a_2 h_0 \langle h_0, H_2 \rangle - a_2 h_1 \langle h_1, H_2 \rangle$ , где су производи  $\langle g_1, g_2 \rangle = \sum_{i=1}^n (g_1(t_i) \cdot g_2(t_i))$ , онда

Фуријеова трансформација има облик  $F(\omega) = \langle f, h_1 + ih_2 \rangle / a_0 \sqrt{2}$  за периодичну функцију  $f$ . Ова метода је примењена за анализу периодичности у сјају блазара у радио и оптичком домену у радовима: Fan et al. (2007); Tripathi et al. (2021); Wang et al. (2019); Cai et al. (2022) итд.

### 2.2.2.3 Генерализовани Ломб-Скаргле периодограм

Како је већ поменуто, један начин да се подаци ускладе са синусоидном функцијом (представљеном у једначини 2.7) за низ различитих вредности периода, јесте користећи

МНК. Једна таква метода је представљена у раду Lomb (1976), касније је Scargle (1982) модификовао периодограм тако да је ова метода позната под називом Ломб-Скаргле периодограм - LSP. Ово је још један статистички метод дизајниран да детектује периодичне сигнале у временски неједнако распоређеним посматрањима. За разлику од LSP-а који усклађује податке само са синусоидом (при чему грешке мерења нису укључене), генерализовани Ломб-Скаргле периодограм усклађује податке са синусоидом којој је додата константа, при чему се узимају у обзир и грешке мерења. Периодограм се често користи као тест којим се испитује значајност одређених периода у подацима. За идентификацију значајних периода користили смо ниво вероватноће „лажног” аларма (енг. false-alarm probability - FAR). FAR мери вероватноћу да скуп података без сигнала доведе до периода сличне амплитуде.

#### 2.2.2.4 Пондерисана таласна Z-трансформација

У појединим сигналима, периодичне осцилације могу да се развијају и еволуирају и у фреквенцији и у амплитуди током времена, такве сигнале називамо квазипериодични. У таквим случајевима, анализа временских серија заснована на таласним трансформацијама је много кориснија. Foster (1996) предложио је WWZ метод, како би превазишао ове компликације. Фостеров алгоритам уклапа синусоидални талас у податке, уз примену статистичких тежина као функције локалне густине бројева тачака података. Метода је примењена на скуп временски уређених података, скраћени облик Морлетових таласа  $f(z) = e^{iw(t-\tau) - cw^2(t-\tau)^2}$ , за  $z = w(t - \tau)$ ,  $\tau$  је временски помак. WWZ пројектује податке на три функције  $1(t)$ ,  $\cos(\omega(t - \tau))$  и  $\sin(\omega(t - \tau))$ , а у формули ово је представљено као  $e^{iw(t-\tau)}$ , са статистичким тежинама  $e^{cw^2(t-\tau)^2}$ , где је  $c$  мала константа и приближно је једнака 0.0125.

Ова метода је примењена за испитивање промене сјаја блазара у различитим доменама електромагнетног спектра, а резултати такве анализе су представљени у радовима: Bhatta (2017); Bhatta & Dhital (2020); Sarkar et al. (2021); Prince et al. (2023); Ege et al. (2024); Mao & Zhang (2024) и другим.

#### 2.2.2.5 Преклапање спектра

Главни проблем реконструкције сигнала је добијање оригиналног сигнала из узорака, што поставља питање колико често узорке треба узимати да би могао да се реконструише оригинални сигнал из узоркованог. У равномерно узоркованој временској серији са коракком  $\tau$  се не може добити периодичан сигнал са фреквенцијом већом од  $1/2\tau$ , ово је познато као Најквистова теорема, а  $f_N = 1/2\tau$  Најквистова фреквенција. Значи да фреквенција узорковања мора бити најмање двоструко већа од највеће фреквенције оригиналног сигнала. Уколико овај услов није задовољен, долази до преклапања спектралних компоненти, тј. феномена познат као *алиасинг*. *Алиасинг* је феномен који се јавља ако се сигнал узоркује ређе него што наводи Најквистова теорема што доводи до могућности да једном низу узорака одговара више различитих сигнала. Одређивање Најквистове фреквенције у случају када подаци нису равномерно узорковани је описивано у радовима: Eyser & Bartholdi (1999); Mignard (2005); VanderPlas (2018). За неравномерно узорковане податке (у којима је присутна квазипериодичност) може се проценити Најквистова фреквенција  $f_N$  на следећи начин. Уколико се временски размак између посматрања  $\tau_k = t_{k+1} - t_k$  може представити као  $\tau_k \approx \tau_m p_k / q$ , тј. као рационални број, онда се  $f_N$  може представити као  $f_N \approx q / \tau_m$ , где је  $\tau_m = \min(\tau_k)$ ;  $p_k, q \in \mathbb{N}$ . Сваки периодограм са фреквенцијом  $f$  која је ван распона  $0 < f < f_N$  је низ *алиаса* сигнала унутар тог опсега.

Да бисмо истражили периодичност у нашим посматрањима, анализирали смо криве сјаја користећи наведене методе, при томе смо користили софтвер VSTAR, програм PERIOD04 и Python timeseries подпакет пакета astropy. Ове методе су одабране из разлога што се могу применити на подацима који временски нису равномерно распоређени. Софтвер VSTAR смо користили за DCDFТ и WWZ анализе. То је софтвер за визуализацију и анализу променљивих звезда који је првобитно развијен у оквиру једног од AAVSO пројеката, Benn (2012), чији приручник може да се преузме са сајта [https://github.com/AAVSO/VStar/blob/96619c685e141349736d874ee4aefa0e3dfb2785/doc/user\\_manual/VStarUserManual.pdf](https://github.com/AAVSO/VStar/blob/96619c685e141349736d874ee4aefa0e3dfb2785/doc/user_manual/VStarUserManual.pdf). За GLSP и FAP је коришћен LombScargle класа Python astropy пакета чија је примена објашњена у VanderPlas (2018).

Програм PERIOD04 примењује DFT при чему се одређују: фреквенција, амплитуда и фаза. Амплитуде и фазе свих фреквенција се могу додатно побољшати минимизирањем резидуала између података и функције усклађивања  $f(x)$ ; исто се може постићи и за фреквенције. Функција усклађивања  $f(x)$  је

$$f(x) = Z + \sum_{i=1} A_i \sin(2\pi(\Omega_i x + \Phi_i)), \quad (2.10)$$

где су:  $Z$  средња вредност амплитуде,  $A_i$ ,  $\Omega_i$  и  $\Phi_i$  су редом амплитуде, фреквенција и фаза  $i$ -тог сигнала. PERIOD04 смо користили за одређивање периода и полуамплитуде промене сјаја, као и за оцене тих параметара. Оцене параметара је могуће одредити на три начина:

1. Помоћу матрице грешке методе најмањих квадрата при чему се користи Левенберг-Марквардтов метод за  $\chi^2$  минимизацију како је описано у Bevington (1969).
2. Монте Карло симулацијама при чему понавља експеримент на креираном скупу временских података. Креира се скуп временских низова тако да су подаци временски распоређени као и оригинални, а магнитуде су одређене на основу добијене функције усклађености са оригиналним подацима којима је додат Гаусов бели шум<sup>17</sup>. На сваки скуп података се примени метода најмањих квадрата. На основу расподеле параметара усклађености израчунавају се оцене параметара.
3. На основу аналитички изведених формула уз претпоставку идеалног случаја. За оцене параметара усклађености података са функцијом која има само једну периоду могу се применити следеће формуле за фреквенцију  $\sigma(\Omega) = \sqrt{6/N}\sigma(m)/(\pi t A)$ , за амплитуду  $\sigma(A) = \sqrt{2/N}\sigma(m)$  и фазу  $\sigma(\Phi) = \sqrt{2/N}\sigma(m)/(2\pi A)$ , где је  $N$  број података,  $t$  је време (обухваћено подацима),  $\sigma(m)$  су разлике оригиналних података са функцијом усклађености а  $A$  и  $\sigma(\Phi)$  су редом амплитуда и фаза фреквенције  $\Omega$ ; видети Bregier et al. (1999).

### 2.2.2.6 Промена боје кроз време и у односу на магнитуду $R$

Поред тестирања промене сјаја и колор индекса ( $V - R$ ) објекта у односу на упоришне звезде, анализирали смо промену колор индекса током времена и у односу на магнитуду  $R$ . Одредили смо коефицијенте линеарне зависности методом тежинских (пондерисаних) најмањих квадрата (са тежинама које су у складу са грешкама података) и Пирсонов коефицијент корелације са вероватноћом хипотезе о некорелацији, за обе зависности. Позитиван нагиб линеарне зависности и Пирсоновог коефицијента у подацима за боја–магнитуда зависност су индикација да се сјај мења тако да је објекат плављи кад је сјајнији енг. *bluer*

<sup>17</sup>Бели шум је сваки случајни процес са независним вредностима, а уколико је расподела тих вредности нормална онда се то назива Гаусов бели шум.

*when brighter* (BWB), а у супротном црвенији кад је сјајнији енг. *redder when brighter* (RWB). Уколико је Пирсонов коефицијент корелације боја–магнитуда зависности,  $r$  позитиван и вероватноћа  $P$  нулте хипотезе ( $H_{p0} : r = 0$ ) мања од 0.05, сматрамо да је присутна BWB промена, уколико је  $r$  негативан и  $P < 0.05$  сматрамо да је присутна RWB промена. У случају да је  $P > 0.95$  закључујемо да није присутна веза између боје и магнитуде. У осталим случајевима не можемо доносити закључак о процесу.

## Поглавље 3

# Краткорочне и дугорочне промене сјаја и промене боје

За разумевање емисионог механизма АГЈ на различитим временским скалама, испитивање промене сјаја игра важну улогу и може да пружи информације о емисионом региону нпр. његовој величини, локацији и динамици (Ciprini et al., 2003). Сматра се да на промене сјаја радио-јаких објеката највише утичу промене у емисији млаза, док на промене сјаја радио-слабих објеката процеси у акреционом диску (Beckmann & Shrader, 2012b). Дугорочне промене могу да се објасне моделима који укључују флукуације стопе акреције које се шире кроз диск, као и променама у геометрији диска (Breedt et al., 2010). Међутим, промене у диску не могу да објасне детектоване промене сјаја на IDV временској скали. Ова временска скала је много краћа у поређењу са очекиваном временском скалом промена густине у акреционом току (Pal & Naik, 2018). Већина објеката из нашег узорка су блазари. Због тога смо детаљније описали процесе који могу да утичу на промену њиховог сјаја.

Променљивост сјаја може бити од унутрашње као и спољашње природе. Спољашња променљивост је последица међузвездане сцинтилације која зависи од фреквенције и утврђено је да је то доминантан механизам у посматрањима у нискофреквентном радио-домену (Wagner & Witzel, 1995). Унутрашњи механизам утиче на посматрања у целом електромагнетном спектру и укључује оне механизме који изазивају промене у емисији млаза. На пример у блазарима, појачано нетермално зрачење из млаза доминира над термалном емисијом из акреционог диска (нпр. Mangalam & Wiita, 1993; Chakrabarti & Wiita, 1993; Wagner & Witzel, 1995; Urry & Padovani, 1995; Ulrich et al., 1997; Blandford et al., 2019, видети и референце које се помињу у овим радовима). На различитим временским скалама као што су IDV, STV и LTV променљивост у сјају блазара може бити објашњена различитим моделима који су засновани на млазевима (нпр. Blandford & Königl, 1979; Marscher & Gear, 1985; Bhatta et al., 2013; Marscher, 2014; Calafut & Wiita, 2015, видети и референце које се помињу у овим радовима). Промене у геометрији млаза које настају услед промене правца млаза могу довести до варијација у Доплеровом фактору и Лоренцовом фактору релативистичких „мрља” (енг. blobs) које се крећу дуж млаза, што може бити разлог за STV и LTV променљивост блазара (Novatta et al., 2009). За време стања ниског флукса блазара, променљивост се може приписати нестабилности акреционог диска пошто термално зрачење из централног региона блазара може да доминира у односу на млазну емисију (Mangalam & Wiita, 1993; Chakrabarti & Wiita, 1993).

Утицај које имају промене Доплеровог фактора се може детектовати у оптичком делу спектра кроз BWB (односно RWB) тренд (Villata et al., 2006). RWB тренд указује на повећање термалног доприноса у плавом делу спектра, са смањењем нетермалне емисије млаза (Villata et al., 2006; Gaur et al., 2012a). Присуство и BWB и RWB трендова у неким блазарима се може објаснити суперпозицијом и плаве и црвене компоненте емисије, где

се црвена приписује синхротронском зрачењу из релативистичког млаза, док би плава компонента могла да потиче од термалне емисије из акреционог диска.

Овде су представљени резултати анализе фотометријских података добијених посматрањима у оптичком делу електромагнетног спектра (у  $V$  и  $R$  доменима). Подаци се односе на 47 АГЈ који су предложени за везу између два небеска координатна система  $ICRF$  и  $Gaia\ CRF$  (Bourda et al., 2011). Од ових 47 АГЈ: 36 су блазари (19 FSRQ, 15 BL Lac и 2 извора са особинама BL Lac и FSRQ), 8 Sy и 3 QSO објекта.

Сјај објеката је одређен релативном методом, при чему су коришћене упоришне и контролне звезде. Фотометријски подаци за звезде се налазе у табелама Додатка Б. Као пример издвојена је табела 3.1 у којој су представљени подаци за објекат 0049+003: број звезде (звезде са ознаком А и В су упоришне, остале су контролне), њихове координате  $\alpha_{J2000.0}$  и  $\delta_{J2000.0}$ , вредности  $V_C$  и  $R_C$  (добијене трансформацијама представљеним у табели 2.3),  $V_O$  и  $R_O$  магнитуде (одређене релативном фотометријом) и број података  $N_{V_O}$  снимљених са филтром  $V$  и  $N_{R_O}$  – са филтром  $R$ .

Табела 3.1: Број звезде, координате, израчунате  $V_C$  и  $R_C$  магнитуде и добијене  $V_O$  и  $R_O$  упоришних и контролних звезда око објекта 0049+003; период Јул 2013. – Август 2019. године.

Бр. звезде	IERS назив објекта							
	$\alpha_{J2000.0} (^{\circ})$	$\delta_{J2000.0} (^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C} (\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C} (\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O} (\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O} (\text{mag})$	$N_{R_O}$
	0049+003							
2(A)	12.97558	0.60950	$16.721 \pm 0.039$	$15.830 \pm 0.068$	$16.715 \pm 0.026$	30	$15.835 \pm 0.013$	40
3(B)	12.99098	0.63657	$16.303 \pm 0.036$	$15.680 \pm 0.042$	$16.307 \pm 0.018$	30	$15.673 \pm 0.010$	40
4	13.02369	0.56957	$17.253 \pm 0.030$	$16.859 \pm 0.033$	$17.265 \pm 0.075$	26	$16.876 \pm 0.049$	36
5	12.96617	0.54902	$16.367 \pm 0.038$	$15.547 \pm 0.053$	$16.333 \pm 0.044$	20	$15.509 \pm 0.034$	27
6	12.99846	0.53368	$16.821 \pm 0.039$	$15.914 \pm 0.067$	$16.796 \pm 0.043$	15	$15.902 \pm 0.022$	24
7	12.99423	0.62415	$16.988 \pm 0.026$	$16.655 \pm 0.027$	$16.973 \pm 0.060$	26	$16.637 \pm 0.035$	36
8	13.05000	0.61540	$17.392 \pm 0.034$	$16.804 \pm 0.040$	$17.402 \pm 0.063$	26	$16.795 \pm 0.049$	35

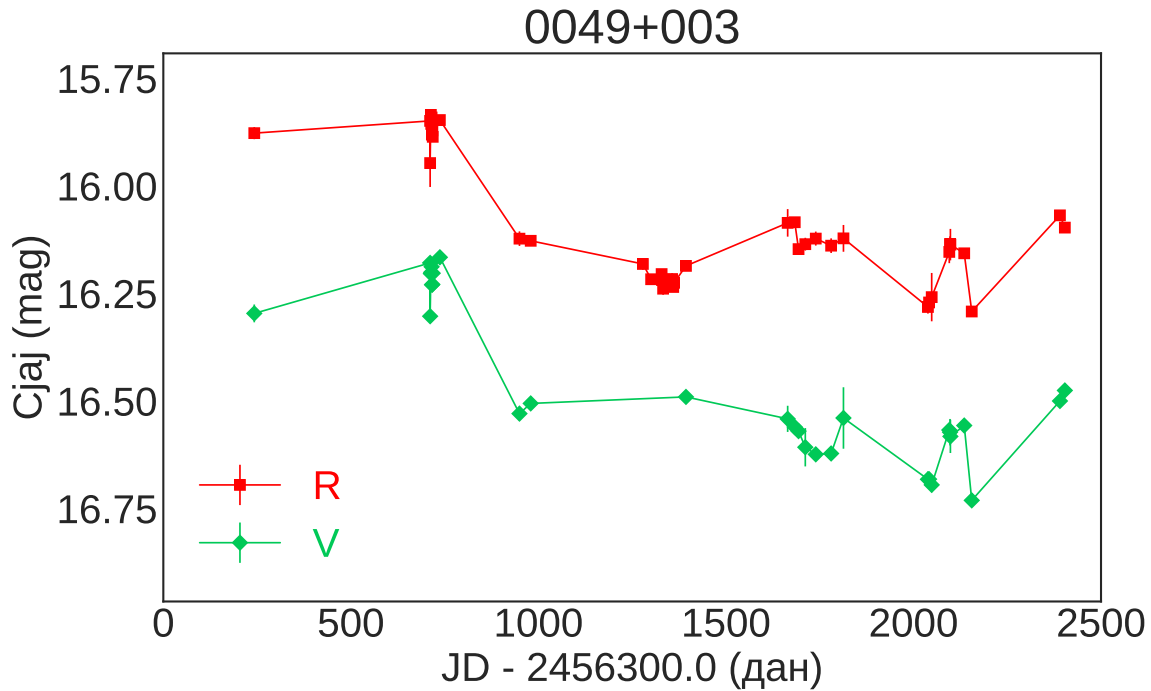
Криве сјаја свих објеката у оптичким  $V$  и  $R$  доменима су приказане на графицима В.1 и у табелама В.2 у Додатку В. Као пример, издвојен је график и првих неколико редова табеле објекта 0049+003. У сваком реду табеле 3.2, налазе се подаци добијени у току једне посматрачке вечери. Редом су представљени: тренутак посматрања у јулијанским данима и израчуната магнитуда за филтар  $V$  са грешком и исти подаци за филтар  $R$ . Криве сјаја објекта 0049+003 су приказане на слици 3.1. Подаци означени зеленим ромбима представљају криву сјаја за филтар  $V$ , док црвеним квадратима криву сјаја за филтар  $R$ . На апсциси је време представљено у јулијанским данима (енг. Julian days - JD) у облику JD - 2456300.0, а на ординати је сјај у магнитудама.

Табела 3.2: Првих неколико података кривих сјаја објекта 0049+003, представљени су јулијански датум и подаци који су добијени за филтре  $V$  и  $R$ .

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456542.47938	16.296	0.021	2456542.49410	15.877	0.014
2457011.29414	16.179	0.012	2457011.29274	15.849	0.009
2457011.34970	16.303	0.005	2457011.34780	15.947	0.056
2457013.29528	16.204	0.012	2457013.29389	15.835	0.008
2457014.26738	16.201	0.012	2457014.26599	15.856	0.009
...	...	...	...	...	...

**Промена сјаја.** Три објекта имају веома слаб сјај у оптичком домену (са магнитудама већим од 20 mag). То су објекти 1020+292, 2052+239 и 2128+333. Гранична магнитуда за детекцију извора Gaia сателитом је 20.7 mag (Hodgkin et al., 2021). Објекат 0652+426 има доминанту галаксију домаћина. Због тога статистичка анализа сјаја поменутих објеката





Слика 3.1: Криве сјаја објекта 0049+003; зеленим ромбима је представљена крива сјаја за филтар  $V$ , док је црвеним квадратима криву сјаја за филтар  $R$ .

није рађена (као ни испитивање промене боје и спектралног индекса). Статистички резултати за остале објекте су наведени у табели 3.3. Представљени су: назив објекта, филтар, број података, резултати Абеовог критеријума,  $F$ -теста, максимална ( $M_{MAX}$ ), минимална ( $M_{MIN}$ ), просечна ( $M_{AV}$ ) магнитуда, амплитуда која је добијена као разлика максималне и минималне магнитуде ( $A = M_{MAX} - M_{MIN}$ ),  $VAP$  и коментари. Резултате статистичких тестова чине статистике које су израчунате у односу на упоришне звезде  $A$  и  $B$ . За Абеов критеријум израчунате су статистике  $q_A$  и  $q_B$  и упоређене са критичном вредношћу  $q_c$ . За  $F$ -тест израчунате су  $F_A$  и  $F_B$  и њихов однос  $F_{A/B}$ , све три вредности су упоређене са критичном вредношћу  $F_c$ . Очекивана вредност  $F_{A/B}$  је  $\sim 1$ , тестирани сјај треба да буде променљив на исти начин за обе упоришне звезде. Уколико је објекат променљив у односу на обе упоришне звезде и за оба статистичка теста, сматрамо да је променљив (варијабилан), што је означено са  $V$  у коментарима. Уколико оба статистичка теста показују да објекат није променљив истовремено у односу на звезду  $A$  и  $B$ , сматрамо да није варијабилан ( $NV$ ). У осталим случајевима на основу поменутих статистичких критеријума не можемо да тврдимо је објекат променљив или стабилан.

Променљивост у оба домена је детектована код 16 објеката. Четири објекта су променљива само у  $V$  домену, а седам у  $R$  домену, потребно је наставити са посматрањима и утврдити променљивост у осталим доменима. За остале објекте постоји могућност да су променљиви. Сјај се најчешће мењао на исти начин у оба домена, а минимума и максимума сјаја су достигнути у истом тренутку. Током шест година посматрања (2013–2019) објекти 1228+077, 1429+249, 1556+335 и 1759+756 нису били променљиви у оба домена. Најстабилнији објекти су 1556+335 и 1759+756. Објекти 0838+235, 1618+530 и 1753+338 нису променљиви у  $V$  домену, а објекат 0838+456 у  $R$  домену. Статистички тестови показују да су објекти 0838+235 и 1753+338 стабилни, али је разлог мали број посматрања, због којих су критичне вредности статистичких тестова велике. Потребно је наставити са праћењем промене сјаја 0838+456 да би се утврдила променљивост, јер у посматрачком периоду од 2016 до 2019. постоји мали број посматрања. Објекат 1618+530 је променљив у  $R$  домену само по Абеовом критеријуму, сјај се променио за око 0.2 магнитуде. Промене

сјаја овог објекта су веома мале, стандардна девијација је 0.047 mag у оба домена.

Осам објеката, 1034+574, 1312+240, 1535+231, 1722+119, 1741+597, 1811+317, 2111+801 и 2322+396, имају промену сјаја већу или једнаку 1 магнитуди. Два BL Lac објекта имају највећу промену сјаја 1722+119 око 2 mag и 1741+597 око 1.7 mag.

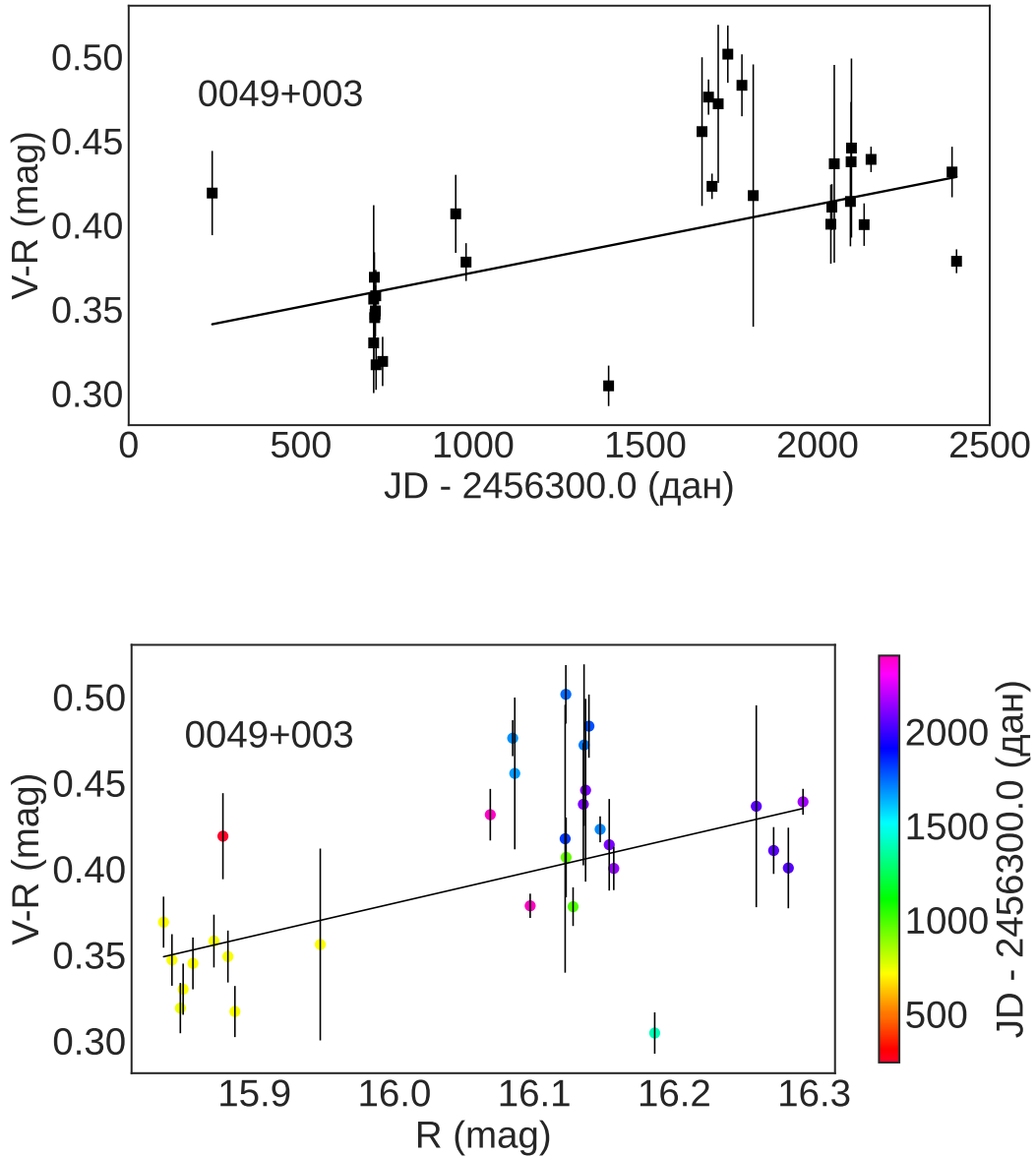
Промене сјаја објеката (у доменима електромагнетног спектра у којима су статистички тестови показали да су објекти променљиви) анализирани су на начин који је објашњен у пододељку 2.2.2. Подаци су усклађивани са линеарном функцијом, периодичном, или са комбинацијом обе функције. Примећен је тренд пораста сјаја у  $R$  домену објекта 0210+515, док је код објекта 0741+294 примећен тренд опадања сјаја у истом домену. У оба домена примећен је тренд пораста сјаја објеката 1345+735, 1741+597, 1811+317 и 2111+801, а тренд опадања сјаја објеката 0907+336, 1607+604 и 1722+119. У табели 3.4 су параметри линеарне функције са којом су подаци усклађивани. Представљени су: име објекта, домен у којем је промена детектована, и параметри линеарне функције усклађивања (нагиб и тачка пресека са  $y$  осом) са грешкама. У сјају свих променљивих објеката, осим објекта 1811+317, детектоване су и периодичне промене. За све објекте код којих је присутна периодична променљивост у једном или у оба домена одређени су наведеним методама период  $P$  (у данима) и полуамплитуда  $SA$  (у магнитудама) промене сјаја. У табели 3.5 дати су: назив објекта, филтар,  $P$  и  $SA$  (одређени методама DCDFТ и WWZ софтвера Vstar, софтвером PERIOD04 и методом GLSP), грешке (одређене софтвером PERIOD04) и  $FAP$  (одређен методом GLSP).

Графици ових објеката са функцијом усклађивања су представљени у следећем одељку 3.1, у којем су описани резултати за сваки објекат појединачно. Периоди и амплитуде већине објеката су слични иако су одређени различитим методама. За графичко представљање периодичне функције усклађивања коришћени су параметри добијени методом DCDFТ. Разлике података и функције усклађивања тестиране су Абеовим критеријумом, за ниво значајности  $\alpha=0.001$ . Уколико је статистика већа од критичне вредности хипотеза да нема тренда у резидуалима се може прихватити, а резидуали се могу објаснити случајним променама. За све објекте Абеова статистика је већа или близу критичне вредности, осим за објекте: 1603+699 (у  $R$  домену), 1722+119 и 2111+801 (у оба домена).

**Промена боје.** Промену боје смо испитивали статистичким тестовима у односу на промену боје упоришних звезда. Боја објеката није променљива истовремено за оба теста и обе звезде. Такође, испитивана је промена боје (тј. колор индекса  $V - R$ ) у току времена и у односу на магнитуду  $R$  за 43 објеката. Подаци су усклађени са линеарном функцијом (објашњено у пододељку 2.2.2.6). Програм који је развијен за ове потребе (у Python програмском језику) није представљен да би теза била концизна, већ само резултати. Резултати који су добијени након усклађивања са линеарном функцијом (нагиб, тачка пресека са  $y$  осом, Пирсонов коефицијент корелације  $r$  и вероватноћа нулте хипотезе о некорелацији  $P$ ) представљени су у табели 3.6. За 43 објекта промена колор индекса ( $V - R$ ) током времена и у односу на магнитуду  $R$  је приказана на графицима у Додатку Г. Као пример, на слици 3.2 је приказана промена колор индекса ( $V - R$ ) за објекат 0049+003. На горњем графику је приказана промена током времена (у јулијанским данима). На доњем графику је приказана промена у односу на магнитуду  $R$ , подаци су означени различитим бојама које зависе од времена (њихов распон је приказан са десне стране графика).

За објекте 0850+284, 1753+338, 2316+238 и 2322+396 доступан је веома мали број података (8, 14, 14 и 15). Не можемо да тврдимо да постоји статистички значајна промена боје ни током времена ни са променом сјаја. Боја објеката 0446+294 и 1518+162 се није мењала током времена. Боја 0741+294, 0838+235, 1429+249, 1618+530, 1722+119, 2316+238 и објекта 2322+396 се није статистички значајно променила током времена. Са временом

колот индекс ( $V - R$ ) објеката 0049+003, 1032+354, 1345+735, 1607+604 и 1818+551 је растао, а опадао објеката 0907+336, 0952+338, 1145+321, 1201+454, 1312+240, 1730+604, 1741+597, 1811+317 и 2111+801. За остале објекте не можемо да тврдимо да постоји значајна промена боје током времена.



Слика 3.2: Зависност боја–време (горе) и боја–магнитуда (доле) објекта 0049+003.

Нисмо детектовали промену боје са променом сјаја (магнитуде  $R$ ) објеката 0651+428 и 1201+454. Промена боје са променом магнитуде објеката 1242+574 и 1838+575 статистички није значајна. Промена BWB која је карактеристична за BL Лас објекте је детектована за 5 BL Лас објеката (1607+604, 1722+119, 1741+697, 1811+317 и 2274+381), 4 FSRQ (0049+003, 1741+294, 0950+326 и 1612+378) и за 2 Sy (1818+551 и 2111+801). Промена RWB, карактеристична за FSRQ, детектована је за 6 FSRQ (0838+235, 0838+456, 0854+334, 1145+321, 1618+530 и 1759+756), 2 BL Лас (0907+336 и 0952+338), Sy (1345+735) и QSO (1228+077). За остале објекте можемо да тврдимо да постоји BWB или RWB тренд. За 2 BL Лас објекта (1034+574 и 1312+240), 2 Sy (0109+200 и 1429+249), FSRQ (1730+604) и QSO (1518+162) сматрамо да је у промени боје присутан BWB тренд. За 3

FSRQ (1212+467, 1556+335 и 1603+699), 2 објекта са особинама BL Lac и FSRQ извора (0446+074 и 1535+231), Sy (1810+522) и QSO (1032+354) сматрамо да је присутан BWB тренд.

Боја три објекта 1603+699, 1838+575 и 2247+381 се мењала периодично током времена и са променом сјаја. Боја објекта 1201+454 се периодично променила са променом сјаја објекта, а боја објекта 1612+378 током времена.

Табела 3.3: Статистички подаци промене сјаја објеката. У табели су представљени: назив објекта, филтар, број података, резултати Абеовог критеријума, F–теста, максимална, минимална, просечна магнитуда, амплитуда  $A = M_{MAX} - M_{MIN}$ , параметар амплитуде променљивости  $VAP$  и коментари.

IERS назив	филтар	$n$	Абеов критеријум			F–тест				$M_{MAX}$	$M_{MIN}$	$M_{AV} \pm \sigma_M$	$A$	$VAP$	Коментари
			$q_A, q_B, q_C$	$F_{A/B}, F_A, F_B, F_C$	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	%						
0049+003	V	30	0.18, 0.15, 0.48	1.30, 20.64, 15.92, 3.29	16.731	16.166	16.461 $\pm$ 0.185	0.565	56.40	V					
	R	40	0.15, 0.15, 0.54	1.23, 48.16, 39.14, 2.76	16.292	15.835	16.100 $\pm$ 0.147	0.457	45.61	V					
0109+200	V	36	0.53, 0.47, 0.52	1.12, 6.50, 7.26, 2.93	17.652	17.116	17.414 $\pm$ 0.120	0.536	53.29						
	R	47	0.35, 0.30, 0.57	1.03, 4.78, 4.63, 2.54	17.456	16.985	17.258 $\pm$ 0.110	0.471	46.89	V					
0210+515	V	39	0.43, 0.39, 0.48	1.32, 2.22, 1.68, 3.29	16.384	15.970	16.125 $\pm$ 0.101	0.414	41.29						
	R	49	0.43, 0.34, 0.54	1.07, 3.43, 3.66, 2.80	15.725	15.329	15.443 $\pm$ 0.097	0.396	39.58	V					
0446+074	V	28	0.48, 0.54, 0.41	1.06, 27.31, 25.77, 4.13	17.341	16.927	17.102 $\pm$ 0.098	0.414	41.04						
	R	36	0.59, 0.44, 0.47	1.30, 7.12, 9.25, 3.36	16.735	16.369	16.591 $\pm$ 0.078	0.366	36.38						
0651+428	V	28	0.52, 0.50, 0.46	1.11, 21.70, 24.14, 3.53	17.160	16.783	16.952 $\pm$ 0.094	0.377	37.35						
	R	33	0.37, 0.26, 0.49	1.28, 12.68, 16.18, 3.15	16.497	16.238	16.388 $\pm$ 0.067	0.259	25.42	V					
0741+294	V	30	0.35, 0.34, 0.44	1.39, 2.74, 3.82, 3.74	17.296	16.954	17.092 $\pm$ 0.095	0.342	33.59						
	R	32	0.29, 0.28, 0.46	1.43, 8.40, 12.01, 3.53	16.991	16.623	16.752 $\pm$ 0.088	0.368	36.49	V					
0838+235	V	20	0.47, 0.80, 0.34	1.06, 1.49, 1.59, 5.54	18.002	17.641	17.852 $\pm$ 0.096	–	–	NV					
	R	29	0.59, 0.39, 0.44	1.11, 2.58, 2.33, 3.74	17.849	17.487	17.631 $\pm$ 0.087	0.362	35.69						
0838+456	V	40	0.88, 0.81, 0.54	1.31, 2.79, 3.67, 2.76	17.714	17.397	17.575 $\pm$ 0.061	0.317	30.95						
	R	43	1.18, 1.21, 0.56	1.29, 1.93, 2.49, 2.66	17.196	17.015	17.129 $\pm$ 0.043	–	–	NV					
0850+284	V	13	0.34, 0.41, 0.29	1.02, 9.88, 10.11, 7.00	18.545	18.025	18.338 $\pm$ 0.132	0.520	51.45						
	R	27	0.48, 0.42, 0.46	1.55, 3.80, 5.90, 3.53	18.365	17.865	18.124 $\pm$ 0.096	0.500	49.74						
0854+334	V	35	0.38, 0.43, 0.51	1.41, 7.70, 10.84, 2.98	18.342	17.913	18.083 $\pm$ 0.094	0.429	42.32	V					
	R	36	0.56, 0.55, 0.52	1.63, 4.59, 7.47, 2.93	18.065	17.652	17.811 $\pm$ 0.083	0.413	40.67						
0907+336	V	39	0.18, 0.19, 0.52	1.05, 11.54, 11.02, 2.93	16.704	15.899	16.226 $\pm$ 0.180	0.805	80.51	V					
	R	42	0.13, 0.09, 0.54	1.05, 25.25, 24.10, 2.80	16.445	15.559	15.911 $\pm$ 0.191	0.886	88.56	V					
0950+326	V	39	0.55, 0.53, 0.54	1.09, 12.12, 13.18, 2.80	17.727	17.375	17.571 $\pm$ 0.096	0.352	34.62						
	R	40	0.72, 0.62, 0.54	1.23, 6.32, 5.12, 2.76	17.177	16.994	17.091 $\pm$ 0.038	0.183	17.94						
0952+338	V	45	0.51, 0.41, 0.56	1.41, 5.05, 7.12, 2.60	17.434	17.001	17.213 $\pm$ 0.083	0.433	42.80	V					
	R	43	0.43, 0.38, 0.56	1.38, 5.23, 7.20, 2.66	17.247	16.911	17.074 $\pm$ 0.076	0.336	33.28	V					
1032+354	V	38	0.92, 0.70, 0.53	1.31, 5.72, 7.49, 2.84	18.238	17.845	18.031 $\pm$ 0.087	0.393	38.35						
	R	43	0.87, 0.85, 0.56	1.03, 7.97, 7.74, 2.66	17.950	17.648	17.776 $\pm$ 0.066	0.302	29.56						
1034+574	V	47	0.20, 0.21, 0.57	1.00, 83.77, 83.96, 2.54	16.919	15.545	16.086 $\pm$ 0.335	1.374	137.16	V					
	R	47	0.23, 0.22, 0.57	1.01, 96.54, 97.13, 2.54	16.504	15.253	15.744 $\pm$ 0.328	1.251	124.82	V					
1145+321	V	53	0.44, 0.45, 0.60	1.07, 5.11, 5.45, 2.40	17.564	17.132	17.311 $\pm$ 0.103	0.432	42.76	V					
	R	54	0.59, 0.63, 0.60	1.13, 9.50, 8.42, 2.38	17.458	17.113	17.266 $\pm$ 0.090	0.345	33.80						
1201+454	V	39	0.48, 0.39, 0.54	1.50, 3.75, 2.51, 2.80	17.823	17.438	17.643 $\pm$ 0.097	0.385	37.75						
	R	47	0.61, 0.60, 0.57	1.16, 2.44, 2.83, 2.54	17.480	17.206	17.344 $\pm$ 0.070	0.274	26.85						
1212+467	V	50	0.23, 0.23, 0.58	1.02, 51.11, 50.25, 2.49	18.150	17.282	17.645 $\pm$ 0.203	0.868	86.13	V					
	R	50	0.19, 0.17, 0.58	1.06, 36.06, 33.89, 2.49	17.900	17.181	17.499 $\pm$ 0.186	0.719	71.54	V					
1228+077	V	30	1.19, 1.04, 0.46	1.16, 2.03, 1.76, 3.53	18.206	17.829	17.948 $\pm$ 0.093	–	–	NV					
	R	36	0.59, 0.60, 0.51	1.16, 1.76, 2.04, 3.04	17.915	17.613	17.757 $\pm$ 0.077	–	–	NV					

Наставак Табеле 3.3.

IERS назив филтар	$n$	Абеов критеријум		F-тест	$M_{MAX}$	$M_{MIN}$	$M_{AV} \pm \sigma_M$	$A$	$VAP$	Коментари
		$q_A, q_B, q_C$		$F_{A/B}, F_A, F_B, F_C$	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	%	
1242+574	V	49	0.25, 0.26, 0.56	1.04, 28.77, 27.66, 2.66	18.167	17.371	17.710 $\pm$ 0.223	0.796	78.85	V
	R	57	0.24, 0.27, 0.59	1.10, 58.77, 64.44, 2.44	17.816	16.990	17.353 $\pm$ 0.229	0.826	82.01	V
1312+240	V	31	0.25, 0.27, 0.44	1.13, 44.66, 39.56, 3.74	17.634	16.494	17.254 $\pm$ 0.350	1.140	113.88	V
	R	31	0.21, 0.20, 0.45	1.11, 118.40, 106.82, 3.63	17.176	16.170	16.784 $\pm$ 0.350	1.006	100.48	V
1345+735	V	43	0.27, 0.39, 0.52	1.03, 6.33, 6.54, 2.89	16.621	16.177	16.428 $\pm$ 0.107	0.444	44.25	V
	R	48	0.28, 0.30, 0.56	1.01, 9.42, 9.35, 2.66	16.414	15.919	16.147 $\pm$ 0.116	0.495	49.40	V
1429+249	V	40	0.49, 0.51, 0.50	1.32, 3.49, 4.61, 3.09	17.614	17.134	17.417 $\pm$ 0.107	–	–	NV
	R	44	0.51, 0.50, 0.52	1.10, 2.56, 2.82, 2.89	17.343	17.076	17.197 $\pm$ 0.073	–	–	NV
1518+162	V	42	0.42, 0.45, 0.55	1.20, 3.44, 2.86, 2.69	18.024	17.604	17.819 $\pm$ 0.098	0.420	41.55	V
	R	44	0.61, 0.65, 0.56	1.01, 4.61, 4.66, 2.63	17.646	17.298	17.472 $\pm$ 0.073	0.348	34.20	
1535+231	V	43	0.30, 0.31, 0.56	1.11, 31.34, 34.81, 2.66	19.036	18.133	18.472 $\pm$ 0.233	0.903	89.81	V
	R	44	0.15, 0.18, 0.56	1.12, 16.41, 18.34, 2.63	18.610	17.797	18.193 $\pm$ 0.214	0.813	80.68	V
1556+335	V	41	0.43, 0.57, 0.55	1.18, 2.80, 2.37, 2.73	17.581	17.350	17.459 $\pm$ 0.064	–	–	NV
	R	50	0.77, 0.63, 0.58	1.44, 1.23, 1.77, 2.46	17.080	16.886	16.988 $\pm$ 0.052	–	–	NV
1603+699	V	40	0.20, 0.17, 0.49	1.06, 30.83, 32.67, 3.15	17.326	17.026	17.146 $\pm$ 0.085	0.300	29.70	V
	R	47	0.25, 0.21, 0.54	1.19, 23.03, 19.42, 2.80	16.890	16.630	16.762 $\pm$ 0.076	0.260	25.85	V
1607+604	V	42	0.26, 0.27, 0.55	1.12, 23.81, 21.33, 2.69	17.677	17.152	17.400 $\pm$ 0.127	0.525	52.18	V
	R	48	0.38, 0.41, 0.58	1.23, 8.55, 6.97, 2.51	17.140	16.747	16.956 $\pm$ 0.095	0.393	39.02	V
1612+378	V	37	0.15, 0.15, 0.49	1.27, 12.90, 10.16, 3.22	17.128	16.686	16.895 $\pm$ 0.137	0.442	44.16	V
	R	42	0.11, 0.10, 0.52	1.02, 13.16, 12.93, 2.93	16.661	16.271	16.474 $\pm$ 0.111	0.390	38.94	V
1618+530	V	35	0.62, 0.60, 0.54	1.25, 1.10, 1.38, 2.98	17.011	16.813	16.903 $\pm$ 0.047	–	–	NV
	R	40	0.45, 0.44, 0.51	1.00, 1.53, 1.54, 2.76	16.758	16.519	16.631 $\pm$ 0.047	0.239	23.58	
1722+119	V	43	0.11, 0.12, 0.52	1.05, 202.59, 192.64, 2.93	16.780	14.888	15.571 $\pm$ 0.467	1.892	189.06	V
	R	47	0.11, 0.11, 0.54	1.00, 1389.46, 1387.88, 2.76	16.343	14.371	15.083 $\pm$ 0.477	1.972	197.16	V
1730+604	V	44	0.20, 0.18, 0.51	1.05, 29.23, 30.55, 2.98	18.296	17.745	18.044 $\pm$ 0.149	0.551	54.73	V
	R	53	0.15, 0.12, 0.56	1.01, 44.02, 44.61, 2.66	18.052	17.499	17.811 $\pm$ 0.145	0.553	55.02	V
1741+597	V	55	0.26, 0.27, 0.60	1.05, 40.03, 41.84, 2.36	18.435	16.837	17.975 $\pm$ 0.313	1.598	159.37	V
	R	62	0.21, 0.21, 0.62	1.03, 33.84, 34.79, 2.24	18.145	16.447	17.513 $\pm$ 0.310	1.698	169.71	V
1753+338	V	14	0.95, 0.93, 0.26	1.44, 4.87, 7.00, 8.75	18.753	18.474	18.666 $\pm$ 0.084	–	–	NV
	R	44	0.74, 0.67, 0.54	1.34, 3.59, 4.80, 2.76	18.047	17.739	17.899 $\pm$ 0.071	0.308	30.25	
1759+756	V	51	0.58, 0.72, 0.56	1.71, 1.05, 1.80, 2.60	17.061	16.856	16.966 $\pm$ 0.046	–	–	NV
	R	59	0.66, 0.70, 0.60	1.33, 1.30, 1.72, 2.40	16.738	16.569	16.663 $\pm$ 0.040	–	–	NV
1810+522	V	33	0.46, 0.44, 0.45	1.17, 6.85, 8.00, 3.63	18.054	17.749	17.883 $\pm$ 0.088	0.305	29.73	
	R	47	0.94, 0.73, 0.54	1.11, 10.10, 11.26, 2.76	17.650	17.375	17.542 $\pm$ 0.069	0.275	26.67	
1811+317	V	42	0.07, 0.10, 0.52	1.18, 55.83, 47.43, 2.93	16.965	15.653	16.409 $\pm$ 0.374	1.312	131.17	V
	R	48	0.09, 0.08, 0.55	1.05, 170.27, 162.84, 2.69	16.503	15.313	16.005 $\pm$ 0.334	1.190	118.95	V
1818+551	V	41	0.27, 0.44, 0.51	1.07, 5.22, 4.87, 3.04	17.217	16.965	17.106 $\pm$ 0.064	0.252	24.87	V
	R	53	0.80, 0.94, 0.57	1.08, 3.10, 3.34, 2.57	16.849	16.630	16.751 $\pm$ 0.048	0.219	21.36	
1838+575	V	30	0.68, 0.83, 0.41	1.09, 4.39, 4.03, 4.13	17.654	17.312	17.459 $\pm$ 0.111	0.342	33.75	
	R	39	0.80, 0.94, 0.57	1.07, 3.34, 3.12, 3.22	16.994	16.685	16.813 $\pm$ 0.091	0.309	30.56	
2111+801	V	23	0.57, 0.63, 0.31	1.12, 42.63, 47.57, 6.41	18.972	17.834	18.285 $\pm$ 0.307	1.138	113.61	
	R	33	0.18, 0.19, 0.42	1.01, 93.18, 94.38, 3.98	18.624	17.751	18.079 $\pm$ 0.224	0.873	87.03	V
2247+381	V	40	0.68, 0.55, 0.49	1.10, 8.49, 9.36, 3.22	16.980	16.491	16.757 $\pm$ 0.106	0.489	48.81	
	R	54	0.35, 0.38, 0.56	1.08, 13.48, 12.46, 2.60	16.418	15.966	16.164 $\pm$ 0.101	0.452	45.12	V
2316+238	V	16	0.70, 0.64, 0.26	1.03, 14.78, 14.38, 8.75	19.037	18.767	18.932 $\pm$ 0.082	0.270	25.52	
	R	37	0.69, 0.72, 0.48	1.11, 7.46, 6.70, 3.29	18.711	18.377	18.526 $\pm$ 0.079	0.334	32.51	
2322+396	V	15	0.74, 0.76, 0.22	1.02, 206.68, 211.66, 12.05	19.646	18.349	18.829 $\pm$ 0.320	1.297	129.47	
	R	32	0.25, 0.24, 0.43	1.01, 92.20, 93.11, 3.85	18.893	17.424	18.158 $\pm$ 0.344	1.469	146.69	V

Напомена. Ознака V у коментарима се односи на објекте који су променљиви, а ознака NV на стабилне објекте.

Табела 3.4: Резултати усклађивања сјаја објеката 0210+515, 0741+294, 0907+336, 1345+735, 1607+604, 1722+119, 1741+597, 1811+317 и 2111+801 са линеарном функцијом.

IERS назив	филтар	Нагиб	Пресек са $y$ осом
0210+515	$R$	$208.058323 \pm 53.530313$	$-7.84\text{E-}05 \pm 2.18\text{E-}05$
0741+294	$R$	$-265.405882 \pm 48.242912$	$1.15\text{E-}04 \pm 1.96\text{E-}05$
0907+336	$V$	$-613.805270 \pm 107.534841$	$2.56\text{E-}04 \pm 4.38\text{E-}05$
	$R$	$-733.374255 \pm 97.530183$	$3.05\text{E-}04 \pm 3.97\text{E-}05$
1345+735	$V$	$136.346672 \pm 69.798997$	$-4.88\text{E-}05 \pm 2.84\text{E-}05$
	$R$	$211.507893 \pm 73.660795$	$-7.95\text{E-}05 \pm 3.00\text{E-}05$
1607+604	$V$	$-247.237611 \pm 66.701843$	$1.08\text{E-}04 \pm 2.71\text{E-}05$
	$R$	$-150.006850 \pm 51.367296$	$6.79\text{E-}05 \pm 2.09\text{E-}05$
1722+119	$V$	$-371.236368 \pm 277.163487$	$1.57\text{E-}04 \pm 1.13\text{E-}04$
	$R$	$-396.462647 \pm 282.650161$	$1.67\text{E-}04 \pm 1.15\text{E-}04$
1741+597	$V$	$553.098325 \pm 157.915749$	$-2.18\text{E-}04 \pm 6.43\text{E-}05$
	$R$	$523.160733 \pm 158.286677$	$-2.06\text{E-}04 \pm 6.44\text{E-}05$
1811+317	$V$	$1395.271310 \pm 82.003046$	$-5.61\text{E-}04 \pm 3.34\text{E-}05$
	$R$	$1331.398783 \pm 77.148571$	$-5.35\text{E-}04 \pm 3.14\text{E-}05$
2111+801	$V$	$1104.991564 \pm 130.201564$	$-4.42\text{E-}04 \pm 5.30\text{E-}05$
	$R$	$836.363871 \pm 87.370439$	$-3.33\text{E-}04 \pm 3.55\text{E-}05$

Табела 3.5: Периоди P (дан) и полуамплитуде SA (mag) промене сјаја променљивих објеката.

IERS назив	филтар	DCDFT		WWZ		PERIOD04		GLSP		
		P	SA	P	SA	P	SA	P	SA	FAP
0049+003	V	2935	0.21	2937	0.21	2648 ±159	0.20 ± 0.03	3035	0.19	9.48×10 <sup>-07</sup>
	R	3369	0.23	3351	0.23	2648 ±154	0.19 ± 0.02	9233	1.04	1.75×10 <sup>-03</sup>
0109+200	R	1033	0.13	1035	0.13	1137 ± 35	0.12 ± 0.02	954	0.19	1.71×10 <sup>-14</sup>
0210+515	R	908	0.10	907	0.10	847 ± 25	0.07 ± 0.02	895	0.10	3.57×10 <sup>-04</sup>
0651+428	R	1817	0.06	1818	0.06	1913 ±154	0.06 ± 0.01	2081	0.09	1.49×10 <sup>-04</sup>
0741+294	R	1032	0.10	1033	0.10	842 ± 53	0.04 ± 0.01	1005	0.08	2.65×10 <sup>-01</sup>
0854+334	V	2124	0.15	2215	0.16	2239 ±270	0.08 ± 0.03	434	0.13	5.14×10 <sup>-10</sup>
0907+336	V	634	0.15	639	0.15	585 ± 16	0.12 ± 0.03	611	0.13	3.64×10 <sup>-02</sup>
	R	595	0.14	601	0.14	577 ± 12	0.13 ± 0.02	595	0.14	5.15×10 <sup>-04</sup>
0952+338	V	2240	0.10	2269	0.10	2289 ±168	0.10 ± 0.01	2091	0.10	1.53×10 <sup>-10</sup>
	R	1823	0.10	1825	0.10	2034 ±123	0.10 ± 0.01	2082	0.10	7.50×10 <sup>-15</sup>
1034+574	V*	122	0.43	123	0.42	136 ± 5	0.42 ± 0.04	120	0.42	2.60×10 <sup>-10</sup>
	R*	124	0.41	124	0.40	136 ± 5	0.40 ± 0.04	122	0.41	1.50×10 <sup>-09</sup>
1145+321	V*	587	0.11	581	0.12	599 ± 12	0.10 ± 0.01	480	0.14	1.20×10 <sup>-05</sup>
1212+467	V	2059	0.27	2066	0.27	2013 ±100	0.22 ± 0.03	2017	0.19	4.61×10 <sup>-06</sup>
	R	2051	0.25	2056	0.25	2013 ± 99	0.24 ± 0.02	1839	0.24	3.43×10 <sup>-07</sup>
1242+574	V	890	0.30	886	0.30	867 ± 17	0.30 ± 0.03	801	0.27	3.10×10 <sup>-19</sup>
	R	900	0.26	896	0.26	867 ± 19	0.26 ± 0.02	900	0.17	6.10×10 <sup>-10</sup>
1312+240	V	1256	0.43	1257	0.43	1226 ± 40	0.43 ± 0.06	1127	0.47	5.08×10 <sup>-15</sup>
	R	1223	0.43	1223	0.42	1226 ± 35	0.43 ± 0.05	1157	0.46	2.22×10 <sup>-16</sup>
1345+735	V	1156	0.14	1159	0.14	1311 ± 58	0.11 ± 0.02	1154	0.14	6.07×10 <sup>-08</sup>
	R	1166	0.15	1168	0.15	1199 ± 46	0.14 ± 0.02	1146	0.14	2.41×10 <sup>-04</sup>
1518+162	V	8074	0.90	435	0.10	611 ± 21	0.08 ± 0.02	452	0.19	1.05×10 <sup>-14</sup>
1535+231	V	8214	2.43	2172	0.25	2054 ±109	0.31 ± 0.04	1940	0.24	1.33×10 <sup>-03</sup>
	R	2397	0.32	2398	0.32	1773 ± 73	0.27 ± 0.03	4563	0.73	7.28×10 <sup>-11</sup>
1603+699	V	1841	0.10	1843	0.10	2060 ±127	0.09 ± 0.01	1807	0.13	8.35×10 <sup>-13</sup>
	R	1743	0.08	1713	0.11	2277 ±175	0.08 ± 0.01	1630	0.12	2.63×10 <sup>-07</sup>
1607+604	V	1464	0.18	1465	0.18	1606 ± 61	0.16 ± 0.02	1501	0.17	7.13×10 <sup>-05</sup>
	R	1429	0.10	1430	0.10	1387 ± 65	0.09 ± 0.01	1448	0.09	1.86×10 <sup>-03</sup>
1612+378	V	2506	0.20	2508	0.20	2114 ± 49	0.18 ± 0.01	2426	0.20	6.05×10 <sup>-26</sup>
	R	2483	0.16	2484	0.16	2114 ± 45	0.14 ± 0.01	2540	0.16	1.40×10 <sup>-30</sup>
1722+119	V*	66	0.14	69	0.13	81 ± 7	0.12 ± 0.02	66	0.14	2.69×10 <sup>-04</sup>
	R*	66	0.14	66	0.14	81 ± 7	0.12 ± 0.02	65	0.14	7.41×10 <sup>-05</sup>
	V	1377	0.69	1379	0.68	1606 ± 86	0.46 ± 0.07	1369	0.72	9.03×10 <sup>-10</sup>
	R	1892	0.46	1882	0.45	1645 ± 92	0.44 ± 0.06	1945	0.49	6.48×10 <sup>-06</sup>
1730+604	V	3039	0.19	3042	0.19	2610 ± 98	0.17 ± 0.03	3556	0.19	1.05×10 <sup>-09</sup>
	R	2463	0.18	2459	0.18	2466 ±114	0.18 ± 0.02	2667	0.20	8.15×10 <sup>-23</sup>
1741+597	V	4987	1.20	5042	1.22	3570 ±142	0.71 ± 0.10	4990	1.20	1.35×10 <sup>-08</sup>
	R	3217	0.63	3208	0.62	2631 ± 98	0.49 ± 0.05	3219	0.63	2.16×10 <sup>-12</sup>
1818+551	V	2964	0.06	3000	0.06	2700 ±262	0.06 ± 0.01	2766	0.06	8.62×10 <sup>-05</sup>
2111+801	V	665	0.16	367	0.22	618 ± 30	0.13 ± 0.04	665	0.16	7.32×10 <sup>-01</sup>
	R	699	0.13	696	0.13	684 ± 22	0.12 ± 0.02	691	0.13	5.71×10 <sup>-01</sup>
2247+381	R	708	0.11	707	0.11	732 ± 20	0.10 ± 0.02	703	0.06	5.90×10 <sup>-01</sup>
2322+396	R	1484	0.34	1492	0.34	1379 ± 96	0.33 ± 0.06	1111	0.54	1.18×10 <sup>-06</sup>

Напомена: ознака \* се односи на податке који су добијени само телескопом ТЈО.

Табела 3.6: Промена боје

(а) Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом(б) Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$ 

Објекат	Нагиб ( $\times 10^{-5}$ )	Пресек са $y$ осом	$r$	$P$	Објекат	Нагиб	Пресек са $y$ осом	$r$	$P$
0049+003	$4.0 \pm 0.4$	$0.331 \pm 0.007$	0.5220	$3.10 \times 10^{-03}$	0049+003	$0.189 \pm 0.018$	$-2.64 \pm 0.29$	0.556	$1.40 \times 10^{-03}$
0109+200	$0.7 \pm 1.1$	$0.112 \pm 0.019$	0.1338	$4.44 \times 10^{-01}$	0109+200	$0.026 \pm 0.041$	$-0.32 \pm 0.70$	0.129	$4.61 \times 10^{-01}$
0210+515	$-0.8 \pm 0.4$	$0.668 \pm 0.006$	-0.1267	$4.55 \times 10^{-01}$	0210+515	$-0.095 \pm 0.017$	$2.13 \pm 0.27$	-0.305	$6.68 \times 10^{-02}$
0446+074	$0.0 \pm 0.9$	$0.514 \pm 0.011$	0.0036	$9.86 \times 10^{-01}$	0446+074	$-0.244 \pm 0.067$	$4.56 \pm 1.11$	-0.278	$1.61 \times 10^{-01}$
0651+428	$-2.1 \pm 1.1$	$0.593 \pm 0.016$	-0.2789	$1.77 \times 10^{-01}$	0651+428	$0.003 \pm 0.062$	$0.52 \pm 1.02$	0.006	$9.77 \times 10^{-01}$
0741+294	$0.5 \pm 1.0$	$0.330 \pm 0.015$	0.0488	$7.98 \times 10^{-01}$	0741+294	$0.305 \pm 0.085$	$-4.76 \pm 1.42$	0.392	$3.23 \times 10^{-02}$
0838+235	$-0.6 \pm 1.7$	$0.273 \pm 0.026$	-0.0575	$8.21 \times 10^{-01}$	0838+235	$-0.208 \pm 0.070$	$3.93 \pm 1.23$	-0.477	$4.52 \times 10^{-02}$
0838+456	$1.0 \pm 1.0$	$0.445 \pm 0.014$	0.1104	$5.04 \times 10^{-01}$	0838+456	$-0.868 \pm 0.146$	$15.32 \pm 2.49$	-0.643	$1.01 \times 10^{-05}$
0850+284	$-9.9 \pm 4.8$	$0.409 \pm 0.070$	-0.6119	$1.07 \times 10^{-01}$	0850+284	$-0.269 \pm 0.251$	$5.15 \pm 4.56$	-0.320	$4.40 \times 10^{-01}$
0854+334	$3.9 \pm 2.5$	$0.217 \pm 0.024$	0.1490	$4.08 \times 10^{-01}$	0854+334	$-0.678 \pm 0.130$	$12.33 \pm 2.32$	-0.486	$4.20 \times 10^{-03}$
0907+336	$-4.7 \pm 0.5$	$0.373 \pm 0.005$	-0.5275	$6.00 \times 10^{-04}$	0907+336	$-0.093 \pm 0.013$	$1.81 \pm 0.20$	-0.391	$1.38 \times 10^{-02}$
0950+326	$-2.4 \pm 0.8$	$0.477 \pm 0.012$	-0.1520	$3.69 \times 10^{-01}$	0950+326	$1.207 \pm 0.086$	$-20.16 \pm 1.47$	0.720	$1.00 \times 10^{-06}$
0952+338	$-6.5 \pm 0.9$	$0.185 \pm 0.011$	-0.4333	$4.10 \times 10^{-03}$	0952+338	$-0.513 \pm 0.044$	$8.88 \pm 0.75$	-0.707	$2.00 \times 10^{-07}$
1032+354	$4.4 \pm 1.0$	$0.192 \pm 0.010$	0.4151	$1.46 \times 10^{-02}$	1032+354	$-0.136 \pm 0.043$	$2.65 \pm 0.77$	-0.289	$9.75 \times 10^{-02}$
1034+574	$1.0 \pm 0.3$	$0.322 \pm 0.004$	0.1620	$2.82 \times 10^{-01}$	1034+574	$0.033 \pm 0.007$	$-0.19 \pm 0.11$	0.273	$6.67 \times 10^{-02}$
1145+321	$-3.4 \pm 0.8$	$0.094 \pm 0.011$	-0.3767	$7.00 \times 10^{-03}$	1145+321	$-0.162 \pm 0.044$	$2.85 \pm 0.76$	-0.326	$2.09 \times 10^{-02}$
1201+454	$-5.5 \pm 1.3$	$0.358 \pm 0.019$	-0.3746	$2.44 \times 10^{-02}$	1201+454	$0.004 \pm 0.079$	$0.22 \pm 1.36$	0.004	$9.80 \times 10^{-01}$
1212+467	$-2.3 \pm 1.2$	$0.166 \pm 0.012$	-0.1504	$2.97 \times 10^{-01}$	1212+467	$-0.055 \pm 0.036$	$1.11 \pm 0.63$	-0.120	$4.07 \times 10^{-01}$
1228+077	$2.6 \pm 1.0$	$0.163 \pm 0.011$	0.2166	$2.78 \times 10^{-01}$	1228+077	$-0.777 \pm 0.097$	$13.94 \pm 1.72$	-0.697	$5.34 \times 10^{-05}$
1242+574	$-0.3 \pm 0.5$	$0.393 \pm 0.010$	-0.0333	$8.20 \times 10^{-01}$	1242+574	$-0.013 \pm 0.022$	$0.61 \pm 0.38$	-0.035	$8.11 \times 10^{-01}$
1312+240	$-5.8 \pm 0.7$	$0.452 \pm 0.010$	-0.5755	$2.10 \times 10^{-03}$	1312+240	$0.034 \pm 0.009$	$-0.19 \pm 0.15$	0.261	$1.97 \times 10^{-01}$
1345+735	$4.3 \pm 0.4$	$0.198 \pm 0.005$	0.3987	$9.80 \times 10^{-03}$	1345+735	$-0.228 \pm 0.017$	$3.95 \pm 0.27$	-0.459	$2.60 \times 10^{-03}$
1429+249	$0.5 \pm 0.5$	$0.205 \pm 0.009$	0.0594	$7.19 \times 10^{-01}$	1429+249	$0.226 \pm 0.059$	$-3.68 \pm 1.02$	0.244	$1.34 \times 10^{-01}$
1518+162	$0.0 \pm 0.9$	$0.357 \pm 0.013$	-0.0004	$9.98 \times 10^{-01}$	1518+162	$0.069 \pm 0.068$	$-0.84 \pm 1.19$	0.112	$5.08 \times 10^{-01}$
1535+231	$-2.1 \pm 1.5$	$0.277 \pm 0.027$	-0.1219	$4.54 \times 10^{-01}$	1535+231	$-0.082 \pm 0.055$	$1.73 \pm 1.01$	-0.134	$4.11 \times 10^{-01}$
1556+335	$0.4 \pm 0.5$	$0.465 \pm 0.009$	0.0554	$7.34 \times 10^{-01}$	1556+335	$-0.096 \pm 0.060$	$2.11 \pm 1.01$	-0.119	$4.64 \times 10^{-01}$
1603+699	$-1.1 \pm 0.5$	$0.426 \pm 0.007$	-0.1391	$3.99 \times 10^{-01}$	1603+699	$-0.068 \pm 0.033$	$1.56 \pm 0.55$	-0.132	$4.24 \times 10^{-01}$
1607+604	$4.1 \pm 0.5$	$0.375 \pm 0.007$	0.5807	$1.00 \times 10^{-04}$	1607+604	$0.302 \pm 0.038$	$-4.69 \pm 0.64$	0.559	$1.00 \times 10^{-04}$
1612+378	$1.3 \pm 0.4$	$0.417 \pm 0.006$	0.2296	$1.72 \times 10^{-01}$	1612+378	$0.175 \pm 0.022$	$-2.44 \pm 0.36$	0.607	$1.00 \times 10^{-04}$
1618+530	$-0.1 \pm 0.6$	$0.269 \pm 0.008$	-0.0228	$8.97 \times 10^{-01}$	1618+530	$-0.463 \pm 0.117$	$7.97 \pm 1.94$	-0.480	$3.52 \times 10^{-03}$
1722+119	$0.1 \pm 0.3$	$0.427 \pm 0.005$	0.0244	$8.77 \times 10^{-01}$	1722+119	$0.024 \pm 0.005$	$0.08 \pm 0.07$	0.372	$1.41 \times 10^{-02}$
1730+604	$-5.0 \pm 0.6$	$0.324 \pm 0.007$	-0.3887	$1.32 \times 10^{-02}$	1730+604	$0.095 \pm 0.025$	$-1.43 \pm 0.45$	0.163	$3.16 \times 10^{-01}$
1741+597	$-9.2 \pm 0.6$	$0.644 \pm 0.012$	-0.7930	$1.46 \times 10^{-12}$	1741+597	$0.121 \pm 0.007$	$-1.60 \pm 0.12$	0.861	$1.43 \times 10^{-16}$
1753+338	$4.5 \pm 2.0$	$0.626 \pm 0.034$	0.2224	$4.45 \times 10^{-01}$	1753+338	$-0.099 \pm 0.181$	$2.47 \pm 3.24$	-0.056	$8.50 \times 10^{-01}$
1759+756	$-1.1 \pm 0.5$	$0.326 \pm 0.009$	-0.1525	$2.86 \times 10^{-01}$	1759+756	$-0.603 \pm 0.095$	$10.36 \pm 1.59$	-0.459	$7.00 \times 10^{-04}$
1810+522	$-0.9 \pm 1.1$	$0.391 \pm 0.016$	-0.1575	$3.82 \times 10^{-01}$	1810+522	$-0.162 \pm 0.089$	$3.23 \pm 1.56$	-0.324	$6.62 \times 10^{-02}$
1811+317	$-3.4 \pm 0.4$	$0.450 \pm 0.007$	-0.7246	$9.00 \times 10^{-08}$	1811+317	$0.000 \pm 0.000$	$0.45 \pm 0.01$	0.768	$0.00 \times 10^{+00}$
1818+551	$2.5 \pm 0.6$	$0.316 \pm 0.008$	0.5101	$8.00 \times 10^{-04}$	1818+551	$0.216 \pm 0.056$	$-3.26 \pm 0.93$	0.446	$4.00 \times 10^{-03}$
1838+575	$1.7 \pm 0.7$	$0.605 \pm 0.015$	0.2940	$1.15 \times 10^{-01}$	1838+575	$-0.034 \pm 0.061$	$1.21 \pm 1.03$	-0.073	$7.03 \times 10^{-01}$
2111+801	$-6.2 \pm 1.8$	$0.326 \pm 0.035$	-0.4172	$5.34 \times 10^{-02}$	2111+801	$0.282 \pm 0.049$	$-4.85 \pm 0.88$	0.681	$4.82 \times 10^{-04}$
2247+381	$0.1 \pm 0.4$	$0.527 \pm 0.007$	0.0159	$9.22 \times 10^{-01}$	2247+381	$0.218 \pm 0.029$	$-3.00 \pm 0.46$	0.322	$4.26 \times 10^{-02}$
2316+238	$0.4 \pm 3.2$	$0.368 \pm 0.053$	0.0520	$8.60 \times 10^{-01}$	2316+238	$-0.182 \pm 0.302$	$3.75 \pm 5.60$	-0.258	$3.73 \times 10^{-01}$
2322+396	$2.4 \pm 2.8$	$0.522 \pm 0.046$	0.0861	$7.60 \times 10^{-01}$	2322+396	$-0.040 \pm 0.068$	$1.29 \pm 1.25$	-0.059	$8.34 \times 10^{-01}$



### 3.1 Промене сјаја и боје појединачних објеката

За избор објеката који су најпогоднији за повезивање два небеска координатна система (једног у радио и другог у оптичком домену), важно је да се поред промене сјаја и боје, анализирају и други астрофизички параметри. Због тога смо у овом одељку, осим анализе наших фотометријских података у оптичком домену, представили податке из литературе који су од значаја за наше истраживање (каталожке магнитуде, анализе сјаја и боје, црвени помак, морфологију, масу црне рупе, стопу акреције<sup>1</sup> и др). Уколико су за објекте били доступни резултати анализе промене сјаја у оптичком домену (на основу различитих каталожких вредности, на основу Pan-STARRS 3 $\pi$  претраге неба и сл.) ово је назначено за сваки објекат појединачно. Такође, уколико је доступно, наведене су прецизније вредности за црвени помак (у односу на вредности које су дате у табели 1.1).

За неке објекте у литератури је представљена њихова морфолошка структура (језгро, радио-млаз, радио-овали), карактеристике галаксије домаћина и физички параметри млаза. Ове информације су од значаја за избор компактних објеката. Морфолошка структура објекта може бити другачија на различитим радио-фреквенцијама. Због тога положај најсјајније тачке објекта на различитим радио-фреквенцијама може да се разликује. Уколико је детектована галаксија домаћин, постоји могућност да сјај галаксије буде доминантан у односу на централни део објекта. Ово може да утиче на прецизност одређивања фотоцентра у оптичком домену.

За еволуцију АГЈ, поред црвеног помака, важни су и маса црне рупе  $M_{BH}$  (енг. black hole mass) и стопа акреције. Једна од директних метода за одређивање масе црне рупе је реверберационо мапирање. У основи методе је претпоставка да су промене флукса широких линија и континуума у снажној корелацији. Временско кашњење између ових промена даје једноставну процену радијуса широколинијског региона ( $R$ ). Уколико се претпостави да је гас у широколинијском региону виријализован, на основу теореме виријала може да се одреди маса црне рупе  $M_{BH}$  (на основу већ одређеног  $R$ ). Студије које су користиле ову методу показују да постоји снажна корелација између  $R$  и луминозности квазара ( $L$ ) на 5100 Å (нпр. Kaspi et al., 2000; Bentz et al., 2009, 2013). Реверберационо мапирање захтева праћење сјаја у дужем временском периоду. Због тога је најчешће за одређивање масе црне рупе коришћена корелација ( $R - L$ ) на основу спектра једне епохе за коју су мерења ширине емисионе линије и луминозност доступни. Један од параметара који утиче на спектралне карактеристике АГЈ је Едингтонов однос - однос болометријске<sup>2</sup> и Едингтонове луминозности  $L_E \sim 1.26 \times 10^{38} (M_{BH}/M_{\odot}) [\text{erg s}^{-1}]$ , где је  $M_{\odot}$  маса Сунца.

Након представљања резултата других аутора, представљена је анализа података које смо прикупили током шест година посматрања у  $V$  и  $R$  домену. Сјај већине објеката се мењао на исти начин у оба домена. Промене сјаја смо испитивали са статистичким тестовима: Абеовим критеријумом и F-тестом. Сматрамо да је објекат стабилан уколико су оба статистичка теста показала да његов сјај није променљив у односу на сјај обе упоришне звезде. Објекат је променљив, уколико је његов сјај променљив у односу на обе упоришне звезде и оба статистичка теста, као што је то објашњено у пододељцима 2.2.1.1 и 2.2.1.2. Резултати ових тестова, као и максимална, минимална, средња магнитуда, амплитуда (која представља разлику максималне и минималне магнитуде) и параметар амплитуде променљивости сјаја су представљени у табели 3.3.

Квазипериодичне промене у сјају су анализирани методама, које су коришћене и од стране других аутора. Ове методе су објашњене у пододељку 2.2.2. На крају описа сваке методе наведени и радови у којима су ове методе коришћене за анализу краткорочних и дугорочних промена у сјају блазара. У сјају појединих објеката смо приметили трендове

<sup>1</sup>Стопа акреције - брзина акреције материје као промена масе по јединици времена.

<sup>2</sup>Болометријска луминозност је укупна количина енергије коју израчи неко небеско тело у целокупном електромагнетном спектру.

опадања, или пораста сјаја. Ове податке смо ускладили са линеарном функцијом. Графици променљивих објеката са функцијама усклађивања (периодичном, линеарном, или са комбинацијом ових функција) налазе се на крају овог поглавља. Тестирали смо Абеовим критеријумом разлике података и функције усклађивања, ове разлике се могу објаснити случајним променама, осим за објекте 1603+699 (у R домену), 1722+119 и 2111+801 (у оба домена). За наведене објекте неопходно је да се анализа промене сјаја обави на већем броју података и са већом густином посматрања.

Поред промене сјаја испитивали смо промену боје током времена и са променом  $R$  магнитуде (испитивана је BWB, односно RWB промена). Анализа промене сјаја и боје није обављена за објекте, чије су магнитуде у оптичком домену веће од 20 mag: 1020+292, 2052+239 и 2128+333. Магнитуда од 20 mag близу је граничне за детекцију телескопима које смо користили, а истовремено је близу граничне магнитуде детектоване Gaia сателитом Hodgkin et al. (2021). Такође, поменута анализа није обављена и за објекат 0652+426 чија је галаксија домаћин доминанта. Тешко је издвојити централни регион од остатка галаксије, због тога промене у сјају овог АГЈ нису испитиване.

На крају, за сваки објекат појединачно је дат сажетак у којем смо сумирали све резултате. У овом делу смо издвојили карактеристике које су важне за одабир објеката погодних за повезивање два небеска координатна система.

### 3.1.1 0049+003

Објекат је први пут детектован, у домену  $X$  зрака, са сателитом HEAO-2 мисије (мисија је након лансирања сателита позната под називом EINSTEIN). Мисија је трајала од новембра 1978. до априла 1981. године, а каталог свих извора је био доступан октобра 1996. године (Harris et al., 1996). У каталогу претраге веома сјајних квазара *The Large Bright Quasar Survey VI* објекат је идентификован као квазар и испитивањем његовог спектра утврђено је да је црвени помак  $z = 0.399$  (Hewett et al., 1995). Касније, такође спектралном анализом потврђена је процена црвеног помака  $z = 0.399714$  (Richards et al., 2015). У раду Healey et al. (2007) класификован је као FSRQ. Приликом испитивања промене сјаја на различитим таласним дужинама, што је представљено у раду Meusinger et al. (2011), апсолутна магнитуда  $M_i$  процењена је на -25.48, а дати су и индикатори промене сјаја у *SDSS ugriz* филтрима редом 0.008, 0.012, 0.012, 0.007 и 0.003. У раду Jun & Im (2013) извор је означен као врели квазар сиромашан прашином са логаритмом масе централне црне рупе  $\log(M_{BH}/M_\odot) = 8.43 \pm 0.01$  и Едингтоновим односом  $R_{Edd} = 0.959 \pm 0.030$ . Слично је изведено у раду Rakshit et al. (2020) логаритам виријалне масе црне рупе израчунате на основу емисионих линија  $H\beta$ , Mg II и C IV је  $\log(M_{BH}/M_\odot) = 8.425803 \pm 0.018190$ , а логаритам Едингтоновог односа који је одређен на основу поменуте масе је  $\log R_{Edd} = -0.183588$ .

У испитивањима оптичке и радио повезаности (са подацима из SDSS-а у оптичком и FIRST-а радио-домену), морфологија објекта је класификована као оптичка и радио-емисија из језгра и проширена радио-емисија млаза (de Vries et al., 2004; Kimball et al., 2011). Упоређујући две епохе FIRST истраживања са подацима VLA веће угаоне резолуције на 1.4 GHz објеката SDSS Stripe 82<sup>3</sup>, два дифузна радио-овала су била видљива са обе стране језгра и морфолошка класа извора је дефинисана као „језгро-овал” (језгро је окружено са две различите непроменљиве компоненте радио-овала), видети Hodge et al. (2013).

У раду Plavin et al. (2022) дата су процењена растојања између тачке која означава почетак језгра и млаза: на 2 GHz 32.1 (mas), док је на 8 GHz то растојање 2.1 (mas). Gu & Ai (2011b) су истраживали промену сјаја у  $r$  домену користећи *SDSS DR7* податке за

<sup>3</sup>Stripe 82 је поље неба које је више пута снимљено током SDSS претраге неба. Овај регион обухвата распон ректасцензије од 20 h до 4 h и деклинације од -1.26° до 1.26°.

више епоха који обухватају период од око девет година. Објекат је показао промену  $\Delta r = 0.44 \text{ mag}$ .

**Анализа наших резултата.** Овај објекат је променио сјај за време посматрања за око 0.5 магнитуда у  $V$  и  $R$  домену. У оба домена  $V$  и  $R$  сјај се мењао на исти начин. Минимуми и максимуми сјаја су достигнути у истом тренутку за оба домена. Након примене Абеовог критеријума и F-теста закључили смо да је објекат променљив. Испитивали смо да ли подаци могу да се ускладе са периодичном функцијом. Две периодичне функције са сличном полуамплитудом одговарају подацима. Једна функција има годишњи период 396 дана (за оба домена), а друга период од 2935 дана у  $V$  и 3369 дана у  $R$  опсегу (методом DCDFТ). Због густине посматрања функцију са годишњим периодом сматрамо могућим *алиасингом* функције са вишегодишњим периодом. На слици 3.8 су приказане криве сјаја са функцијом усклађивања: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу слике је вредност периода  $P$  одређеног са методом DCDFТ. Вредности вишегодишњег периода се разликују у зависности која метода је примењена. Разлика између њих је једнака годишњем периоду у  $V$  домену и двогодишњем у  $R$  домену (између DCDFТ, WWZ и PERIOD04). Разлика која одговара годишњем периоду је пристуна и између периода за  $V$  и  $R$  домен одређених методама *DCDFТ* и *WWZ*. Једино је методом GLSP добијен период од 9233 дана са полуамплитудом од  $\sim 1 \text{ mag}$ , у  $R$  домену, све остале полуамплитуде су  $\sim 0.2 \text{ mag}$ . Ове разлике се могу објаснити различитим бројем података за филтре  $V$  и  $R$ . Разлике између података и функције усклађивања су тестиране Абеовим критеријумом. Израчуната статистика је близу критичне вредности.

Боја ( $V - R$ ) има тенденцију промене током времена од око 0.2 mag око средње вредности. Колор индекси ( $V - R$ ) постају мањи како се сјај објекта повећава. У боја-магнитуда зависности присутне су BWB промене, што је мање карактеристично за FSRQ објекте.

**Сажетак.** У радио-домену су детектовани: млаз (de Vries et al., 2004; Kimball et al., 2011), овали (Hodge et al., 2013) и растојање језгро-млаз које се разликује на различитим фреквенцијама (Plavin et al., 2022). Највеће растојање језгро-млаз је детектовано на 2 GHz (32.1 mas). У раду Макагов et al. (2019), један је од објеката који су оцењени као најквалитетнији за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF*. Као најквалитетнији објекти изабрани су они који имају мању разлику у положајима у радио (*ICRF3*) и оптичком домену (*Gaia CRF2*) и који нису: проширена галаксија, ни двојни или вишеструки извори. Током шест година посматрања, детектовали смо статистички значајну промену сјаја у оба домена. Сјај се променио у оба домена за око 0.5 mag, слично су добили и Gu & Ai (2011b) за промену у *SDSS r* домену. Период промене сјаја је већи од посматрачког периода за око 2 године, да би се прецизније одредио потребно је наставити са посматрањима. Присутна је BWB промена у боја-магнитуда зависности.

### 3.1.2 0109+200

Објекат је био део програма спектроскопских испитивања квазара идентификованих током претраге неба у радио-домену који је спровођен на Астрономској опсерваторији Универзитета Тексас (Douglas & Bash, 1977; Wills et al., 1980). Програм тексашке опсерваторије је представљен на Симпозијуму МАУ, који је био одржан 1976. године у Кембриџу у Енглеској. Већ 1980. у раду Wills et al. (1980) одређени су црвени помак  $z = 0.746$  и спектар означен као стрм у радио-домену (енг. steep radio spectrum). Виријална маса црне рупе и Едингтонов однос на основу спектра једне епохе су одређени у Rakshit et al. (2020)  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 8.860551 \pm 0.032457$  и  $\log R_{Edd} = -0.657011$ . Млаз је описан као једнострано са оријентацијом југо-запад. Дужина млаза од 11 kpc је измерена од језгра

дуж целог пројектованог млазног региона (Liu & Zhang, 2002). Објекат и у Bourda et al. (2011) има мању морфолошку структуру само са једне стране у односу на језгро на *VLBI* мапама на 2GHz. У Massaro et al. (2015) објекат је класификован као FSRQ. У D’Abrusco et al. (2014), каталогу кандидата  $\gamma$ -зрака блазара, објекат је дефинисан са особинама BL Lac и FSRQ објеката. Класификован је као галаксија типа Сајферт 1 у раду Sexton et al. (2022). Морфологија и апсолутна магнитуда галаксије домаћина од -19.2 mag у *B* домену је одређена у раду Kasprzak et al. (2011). У Mao & Urry (2017) је одређена фреквенција максимума синхротронског зрачења  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.42$ , објекат је ISP.

Различите магнитуде су представљене у радовима:  $V = 17$  mag (Hewitt & Burbidge, 1993),  $R_1 = 16.8$  mag,  $R_2 = 17.2$  (Massaro et al., 2009, 2015),  $O = 17.2$  mag и апсолутна  $B = -25.7$  mag у тринаестом каталогу квазара и активних галактичких језгара (Véron-Cetty & Véron, 2010). Минимална магнитуда  $V$  коју смо ми детектовали  $V = 17.116$  mag је слична каталошкој. Минимална детектована магнитуда  $R = 16.985$  mag је слична каталошкој  $R_1$ , а средња  $R = 17.258$  mag каталошкој  $R_2$ . Објекат је у *B* домену слабо променљив у односу на апсолутну разлику магнитуда и умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда, док је у *R* домену слабо променљив само у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). За објашњење како су апсолутне и релативне разлике магнитуда две епохе израчунате, видети одељак 1.9.

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта се променио за око пола магнитуде у оба домена. Статистичким тестовима је утврђено да је објекат променљив у *R* домену (могуће је да је променљив и у *V* домену). Периоди промене сјаја су одређени само за *R* домен. Свим методама је одређен период од око 1000 дана, са сличним полуамплитудама (0.1 – 0.2 mag), видети слику 3.9.

Боја се мало променила током времена. Средња вредност колор индекса је  $(0.12 \pm 0.04)$  mag. Не можемо да тврдимо до постоји корелација између промена боје и магнитуде *R*.

**Сажетак.** Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* према Makarov et al. (2019). У радио-домену је детектован млаз (Liu & Zhang, 2002). Kasprzak et al. (2011) су дали магнитуду галаксије домаћина, која је детектована на снимцима Хабл телескопа (енг. Hubble Space Telescope – HST). Повећавањем пречника апертуре са којом смо одређивали сјај објекта нисмо детектовали повећање сјаја. На нашим снимцима нисмо детектовали утицај галаксије домаћина. Објекат је у почетку класификован као блазар у радовима D’Abrusco et al. (2014); Massaro et al. (2015), а касније као Сајфертова галаксија типа 1 у раду Sexton et al. (2022). Минималне магнитуде које смо детектовали одговарају каталошким у Hewitt & Burbidge (1993); Massaro et al. (2009, 2015). Мале промене у сјају, у *B* и *R* домену, израчунали су и Abrahamyan et al. (2019). Утврдили смо да се сјај објекта променио у оба домена за око 0.5 mag. Објекат је променљив у *R* домену, док је у *V* домену могуће променљив. Потребно је да се анализа промене сјаја у *V* домену изврши са већим бројем података. Период промене сјаја у *R* домену је око два пута мањи од посматрачког периода. У промени боје нисмо детектовали промене (BWB и RWB) које су карактеристичне за блазаре.

### 3.1.3 0210+515

Посматран је са *NRAO* 9.1 m телескопом опсерваторије *Green Bank* на 4.85 GHz и први пут каталогизован у: 87GB каталогу радио-извора (Gregory & Condon, 1991) и „Новом каталогу 53 522 4.85 GHz извора” (Becker et al., 1991). У његовом спектру нису присутне јаке емисионе линије и задовољава све критеријуме да буде класификован као BL Lac са првеним помаком 0.049 (Marcha et al., 1996). У раду Massaro et al. (2015) објекат је

класификован као BL Lac којим доминира галаксија. Објекат је HSP, у више радова је одређиван  $\nu_{peak}$  Fan et al. (2016); Nilsson et al. (2018); Chang et al. (2019); Foffano et al. (2019); Yang et al. (2022) и Fan et al. (2023). У Fan et al. (2023) је  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.9$ , објекат спада у HSP блазаре. Детектован је у GeV (Wang et al., 2024) и у TeV (Ouyang et al., 2023). Сматра се да је у центру ове галаксије супер масивна црна рупа. Одређен је логаритам масе црне рупе, изражене у  $M_{\odot}$ ,  $9.13 \pm 0.45$  (за однос маса звезда у централној области и укупне звездане масе у галаксији  $f_{bulge} = 1$ ) и  $8.59 \pm 0.45$  (за  $f_{bulge} = 0.31$ ), видети Arzoumanian et al. (2021).

Морфологија је одређена у радовима Nilsson et al. (2003, 2007) и дате су  $R$  магнитуде галаксије домаћина и централног објекта. У Nilsson et al. (2003) је дата магнитуда галаксије домаћина  $(14.54 \pm 0.04)$  mag, док су у Nilsson et al. (2007) дате магнитуда галаксије домаћина  $14.08 \pm 0.07$ , магнитуда централног објекта  $17.14 \pm 0.06$  и радијус, елиптичност и позициони угао галаксије домаћина  $(17.4 \pm 1.1)''$ ,  $0.15 \pm 0.1$  и  $(132 \pm 1)^{\circ}$ . Елиптичност галаксије је одређена са  $1 - B/A$ , где су  $A$  и  $B$ , велика и мала полуоса галаксије, а позициони угао је угао који велика полуоса заклапа са правцем центар–север и мери се од севера у директном смеру. Морфолошки тип процењен голим оком је елиптична галаксија у раду Nau et al. (1995). Морфологија на скалама парсека је објашњена у Bondi et al. (2001). На основу VLBA слика на 5 GHz морфологија је описана као *језгро–млаз*. Млаз се протеже до око 20 mas од језгра под углом од  $62^{\circ}$  и оно се савија благо према истоку са повећањем удаљености (на  $z = 0.049$ , 1 mas одговара око 0.65 pc). На 1.6 GHz примећена је радио–емисија на много већој удаљености од језгра. Млаз се протеже до 100 mas од језгра под позиционим углом  $90^{\circ}$ , који се завршава у прилично компактном радио-овалу. Сличан радио-овал се открива на супротној страни као и на удаљености од око 50 mas од језгра. У резолуцији од неколико лучних секунди, структуром доминира компактно језгро и област проширене емисије са позиционим углом око  $90^{\circ}$ ; слабија проширена емисија је такође откривена на супротној страни од језгра. Слична морфолошка структура је видљива и на снимцима 2 GHz и 8 GHz приказаним у Bourda et al. (2011). Физички параметри млаза се могу описати са синхротронским сопственим Комптоновим зрачењем и Томсоновим расејањем (ССК/Томсон модел), видети Chen (2018). Ово је објекат са највећим одступањем у радио–оптичком положају: у ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) 715.9 mas, а у деклинацији 47.8 mas (Andrei et al., 2009).

У раду Véron-Cetty & Véron (2010) у табели са подацима за BL Lac објекте дата је апсолутна  $B = -20.1$  mag. Dai et al. (2002) су навели  $V$  магнитуду 17.9 mag. Објекат је слабо променљив у  $R$  домену у односу на апсолутну и релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). Један је од блазара који се налазе у програму праћења промене сјаја *Tuorla* опсерваторије у Финској. На основу тих података нађен је период од 130 дана у  $R$  домену у периоду од 10. септембра 2002. до 18. августа 2012. године (Nilsson et al., 2018). Упоришна звезда коју су користили за фотометрију је звезда која је код нас означена бројем 3, а контролна са бројем 11. Звезда број 3 у нашим мерењима мало одступа од каталожке у  $R$  домену. Објекат је у програму праћења промене сјаја *Tuorla* опсерваторије још од 2013. године, за то време  $R$  магнитуда објекта је била између 14.9 mag и 15 mag. Сјај објекта је одређен са галаксијом домаћина и објектом који се налази у непосредној близини објекта. Средња вредност  $R$  магнитуде објекта коју смо ми добили је  $\sim 15.4$  mag, при одређивању нисмо обухватили објекат који се налази у његовој близини.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у  $R$  домену, у  $V$  домену је променљив само по Абеовом критеријуму у односу на обе звезде. У оба домена сјај се променио за 0.4 mag и примећен је тренд пораста сјаја (магнитуде које смо одредили су мање од раније одређене у Dai et al. (2002)). Периодичност сјаја смо испитивали у  $R$  домену. Свим методама је добијен период од око 900 дана са полуамплитудом од 0.1 mag. Нисмо де-

тековали краћи период од 130 дана, који је детектован у Nilsson et al. (2018). На слици 3.10 је крива сјаја са функцијом усклађивања, која се састоји из линеарне и периодичне функције.

Боја се мало променила током времена око средње вредности 0.66 mag. У боја–магнитуда зависности постоји RWB тренд.

**Сажетак.** Објекат је уврштен у Трећи каталог блазара са екстремном и јаком синхротронском емисијом Chang et al. (2019). Детектована је морфолошка структура у радио домену. Радио-млаз и радио-овал су детектовали Bondi et al. (2001). Физичке параметре млаза су одредили у Chen (2018). Галаксију домаћина су детектовали у  $R$  домену Nilsson et al. (2003, 2007). Класификован је као BL Lac којим доминира галаксија (Massaro et al., 2015). Одступање у радио–оптичком положају у ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 715.9 mas, а у деклинацији 47.8 mas према (Andrei et al., 2009). У раду Макаров et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система. Сјај објекта смо одредили заједно са галаксијом домаћина. Статистички тестови које смо применили су показали да је објекат променљив само у  $R$  домену, у  $V$  домену је могуће променљив. Такође, промене у  $R$  домену су описане у радовима Nilsson et al. (2018) и Abrahamyan et al. (2019). У Nilsson et al. (2018) одређен је период промене сјаја од 130 дана, док су мале промене сјаја израчунали у Abrahamyan et al. (2019). Објекат је током нашег посматрања постао сјајнији у оба домена. Повећање сјаја у  $V$  домену је уочљиво и у односу на каталошку магнитуду  $V = 17.9$  mag у Dai et al. (2002), ово је највећа магнитуда измерена за овај објекат у  $V$  домену. Период промене сјаја смо испитивали само у  $R$  домену. Како се сјај објекта временом повећавао, податке смо ускладили са комбинацијом линеарне и периодичне функције. Добили смо период промене сјаја од око 1000 дана. У боји није детектована RWB промена, која је описана у 2.2.2.6, већ само RWB тренд.

#### 3.1.4 0446+074

Исте године је каталогизован у: 87GB каталогу радио-извора (Gregory & Condon, 1991) и „Новом каталогу 53 522 4.85 GHz извора” (Becker et al., 1991), са подацима посматрања NRAO 9.1 m телескопом опсерваторије *Green Bank* на 4.85 GHz. У D’Abrusco et al. (2014) објекат је дефинисан са особинама BL Lac и FSRQ објеката. У Véron-Cetty & Véron (2010) у табели са подацима за квазаре дати су  $V = 16.9$  mag (ова вредност одговара минималној магнитуди у  $V$  домену коју смо ми одредили), апсолутна  $B = -27.5$  mag и црвени помак 1.462.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив по F–тесту, али није по Абеовом критеријуму, за њега можемо рећи да је вероватно променљив. Његов сјај се променио за 0.4 магнитуде у току 6 година праћења промене сјаја. Да бисмо утврдили како се сјај објекта мења, потребно је извршити још посматрања. Координате објеката су такве да је видљив у зимском периоду, када има мање ведрих посматрачких ноћи.

Није детектован тренд пораста или опадања колор индекса током времена. У боја–магнитуда зависности постоји RWB тренд.

**Сажетак.** У литератури нисмо нашли да овај објекат има одређену морфолошку структуру у радио-домену. Један је од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* према Макаров et al. (2019). Анализирали смо промену сјаја током шест година посматрања. Објекат је могуће променљив у оба домена. Магнитуда у  $V$  домену коју смо ми детектовали је већа од представљене у каталогу у Véron-Cetty & Véron (2010). У боји смо детектовали RWB тренд.

### 3.1.5 0651+428

Први пут је детектован приликом претраге неба на 408 MHz са *Northern Cross* радио-телескопом Универзитета у Болоњи. Каталог свих извора је представљен у Ficarra et al. (1985). Објекат је класификован као BL Lac, тип HSP са  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.0$  (Yang et al., 2022). Као и 0210+515, објекат је BL Lac којим доминира галаксија (Massaro et al., 2015). Морфологија је одређена у раду (Nilsson et al., 2003), дата је привидна магнитуда галаксије домаћина ( $15.98 \pm 0.04$ ) mag, радијус ( $4.8 \pm 0.1$ )" и елиптичност галаксије 0.11 (у  $R$  домену). У Patnaik et al. (1992) морфологија није одређена. У Bondi et al. (2001) слика на 1.6 GHz приказује *језгро-млаз* структуру. Млаз се протеже на око 40 mas од језгра са позиционим углом од  $-146^\circ$ . Слика на 5 GHz приказује млаз до 15 mas од језгра, након чега се појављује још једна одвојена структура (слична структура се примећује у VLBI мапама на 2 GHz у Bourda et al. (2011)). На удаљености  $z = 0.126$ , 1 mas је отприлике 1.4 парсека. Маса црне рупе,  $\log(M_{BH}/M_\odot) = 8.67$ , одређена је на основу апсолутне магнитуде галаксије домаћина од 15.59 mag у  $R$  домену (Wu et al., 2009).

Магнитуда  $R = 15$  mag је дата у Antón et al. (2004), а  $V = 18.1$  mag у раду Dai et al. (2002). Објекат је слабо променљив у  $B$  домену у односу на апсолутну разлику магнитуда и веома променљив у односу на релативну разлику магнитуда, у  $R$  домену је слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта није достигао магнитуду у  $R$  домену као у Antón et al. (2004), минимална магнитуда коју смо детектовали је 16.2 mag (заједно са галаксијом домаћина). У домену  $V$  објекат је сјајнији него у Dai et al. (2002), максимална магнитуда је 17.2 mag. У  $R$  домену објекат је променљив (0.3 mag), у  $V$  само са F-тестом (промена сјаја је 0.4 mag). Период промене је одређен само у  $R$  домену. Период је око 1900 дана са полуамплитудом од 0.1 mag. Крива сјаја са периодичном функцијом усклађивања је приказана на слици 3.11.

Боја се није значајно мењала, ни током времена, ни у односу на магнитуду  $R$ . Сматрамо да не постоји веза између промене боје и промене магнитуде.

**Сажетак.** У Bondi et al. (2001) је описана морфолошка структура (млаз) објекта у радио-домену. У  $R$  домену је детектована галаксија домаћин (Nilsson et al., 2003). У раду Massaro et al. (2015) класификован је као BL Lac којим доминира галаксија. Мање промене сјаја су детектоване у  $B$  и  $R$  домену (Abrahamyan et al., 2019). Сјај објекта током нашег посматрања, у  $R$  домену, није достигао вредност која је представљена у раду Antón et al. (2004). У  $V$  домену сјај објекта је био већи од вредности дате у раду Dai et al. (2002). Утврдили смо да је објекат променљив само у  $R$  домену, у  $V$  домену је могуће променљив. Период промене сјаја у  $R$  домену је око 1900, мало је мањи од периода посматрања. Нисмо утврдили да постоји промена боје, ни током времена, ни са променом  $R$  магнитуде.

### 3.1.6 0652+426

Објекат је откривен током претраге радио-извора у деклинацијском опсегу од  $-7^\circ$  до  $20^\circ$  и од  $40^\circ$  до  $80^\circ$  са великим Кембриџским интерферометром на 178 MHz (Gower et al., 1967). Комплетан списак објеката посматраних у деклинацијском опсегу од  $-7^\circ$  до  $80^\circ$  је представљен у *The Fourth Cambridge Radio Survey (4C) Catalogue* који је објављен 1996. године (Pilkington & Scott, 1996). Сваком објекту је, поред 4C знака, додељен број који се односи на степен деклинације објекта и његов редни број у каталогу. Тако је овај објекат добио назив 4C 42.22, под којим је остао познат. Као и 0210+515 и 0651+428 објекат је

класе BL Lac којим доминира галаксија (Massaro et al., 2015), са црвеним помаком 0.059 (Véron-Cetty & Véron, 2010).

Испитивања галаксија са проширеним регионима радио-зрачењем и елиптичних галаксија су приказана у радовима Bridle & Fomalont (1978) и Goodson et al. (1979). Представљени су физички параметри и положаји језгра у оптичком домену, као и одступање у радио-оптичком положају. Структура објекта у радио-домени је окарактерисана као *три-плет* (овал-језгро-овал), одступање у радио-оптичком положају је 0.2 лучних секунди, привидна магнитуда  $B = 15$ , а величина језгра је процењена на 69 крс. Користећи широкопојасно моделовање SED са ССК/Томсон моделом, процењени су његови параметри млаза (Chen, 2018). Структура *језгро-млаз* се може уочити и на VLBI мапама на 2.3 GHz и 8.4 GHz приказаним у Bourda et al. (2011). Одступање у радио-оптичком положају је такође испитивано у Andrei et al. (2009). Одступање по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 60.0 mas, а деклинацији 46.3 mas (Andrei et al., 2009).

Галаксију домаћина су детектовали у раду Nilsson et al. (2003). У раду су приказани: магнитуда језгра ( $17.26 \pm 0.05$ ) mag и галаксије домаћина ( $13.99 \pm 0.05$ ) mag у  $R$  домену, ефективни радијус галаксије домаћина ( $10.7 \pm 0.1$ )", елиптичност галаксије 0.26 и позициони угао  $120^\circ$ . Објекат је класификован као пасивна елиптична галаксија са  $R$  магнитудом од 14.3 mag (као што смо и ми добили), а SED као стрми широкопојасни спектар, који може да се опише степеним законом са степеном 1, у раду Antón et al. (2004). Блазар је могући кандидат за TeV (Fallah Ramazani et al., 2017), али није уврштен у 1WHSP и 2WHSP каталоге<sup>4</sup> јер галаксија домаћин контаминира податке у оптичком домену, па је тешко одредити фреквенцију максимума синхротронског зрачења. Фреквенција максимума синхротронског зрачења је ипак одређена у више радова Fan et al. (2016), Mingaliev et al. (2017), Chang et al. (2019), Yang et al. (2022) и Fan et al. (2023). У Fan et al. (2023)  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.5$  и објекат је класификован као BL Lac и HSP блазар. У центру ове галаксије је супер масивна црна рупа, логаритам масе, која је изражена у  $M_\odot$ , је одређена у раду Arzoumanian et al. (2021):  $9.43 \pm 0.45$  (за  $f_{bulge} = 1$ ) и  $8.90 \pm 0.45$  (за  $f_{bulge} = 0.31$ ).

Једна студија показала је да су промене у сјају објекта незнатне у оптичком  $R$  домену током ноћи 5. јануара 2016. године (Paliya et al., 2017). Док друга (Kalita et al., 2021) да је током седам ноћи праћења промене сјаја у оптичком  $V$  и  $R$  домену и боје  $V - R$  објекат био непроменљив (једино је могућа променљивост уочена 22. 11. 2014. године у  $V$ ,  $R$  и 25. 12. 2014. у  $R$  и  $(V - R)$  колор индексу). Објекат је умерено променљив у  $B$  домену у односу на апсолутну разлику магнитуда и веома променљив у односу на релативну разлику магнитуда, док је у  $R$  домену умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе, видети Abrahamyan et al. (2019).

Подаци добијени претрагом неба у домену око 2 микрона (енг. Two Micron All Sky Survey - 2MASS), садрже између осталих и дужину веће полуосе елиптичне галаксије  $A = 13.2$  у блиско инфрацрвеном домену и однос мање и веће полуосе (спљоштеност) 0.840 (следи да је мања полуоса  $B = 11.088$ ), видети Skrutskie et al. (2006).

**Анализа наших резултата.** Издуженост (однос веће полуосе и мање  $A \setminus B$ ), елиптичност  $(1 - B/A)$  и позициони угао галаксије смо одредили у  $V$  и  $R$  доменима, на основу снимака са iKonL камером телескопом ASV 1.4m. Подаци (издуженост, елиптичност и позициони угао) добијени су софтвером SExtractor (Bertin & Arnouts, 1996). Магнитуда која је ограничена изофотом<sup>5</sup> добијена је релативном фотометријом са три упоришне звезде (4, 5 и 6), на сличан начин је израчуната магнитуда контролних звезда (2, 3 и 7). За објекат су добијене вредности за  $V$  магнитуду ( $15.066 \pm 0.002$ ) mag, а за  $R$  ( $14.382 \pm$

<sup>4</sup>1WHSP и 2WHSP су каталози резултата добијених на основу посматрања HSP блазара на различитим фреквенцијама.

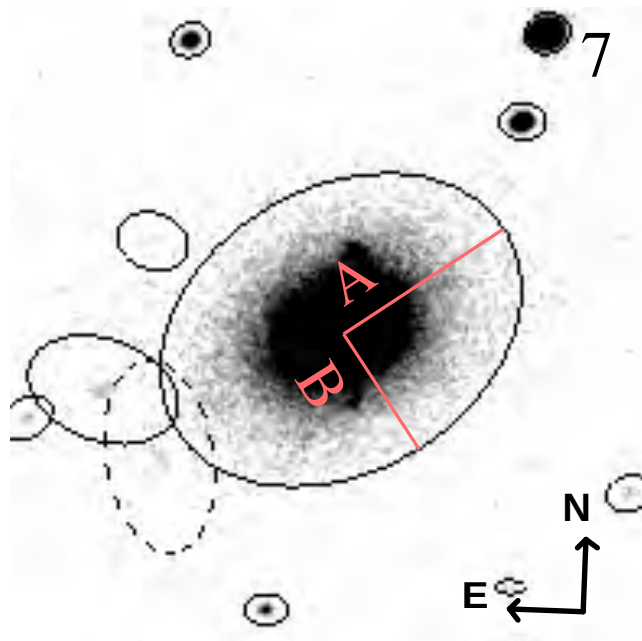
<sup>5</sup>Изофота је линија која издваја галаксију од остатка снимка.



0.002) mag. Добијене вредности за  $V$  и  $R$  домен за звезде са њиховим координатама су представљене у табели у додатку Б ( $V_O \pm \sigma_{V_O}$  и  $R_O \pm \sigma_{R_O}$ , где су  $\sigma_{V_O}$  и  $\sigma_{R_O}$  фотометријске грешке добијене након примене SExtractor-a).

У  $V$  домену добијено је: издуженост 1.366, елиптичност 0.268,  $A = (6.360 \pm 0.018)''$ ,  $B = (4.656 \pm 0.012)''$  и позициони угао  $117^\circ 51'$ . Слично је добијено за  $R$  домен: издуженост 1.351, елиптичност 0.260,  $A = (6.588 \pm 0.018)''$ ,  $B = (4.878 \pm 0.012)''$  и позициони угао  $120^\circ 54'$ . На слици 3.3 је приказан део снимка на коме се налази галаксија, са црвеном бојом су означене полуосе ( $A$  већа и  $B$  мања), са црном изофоте и у десном углу је означена контролна звезда број 7. Веће видно поље са свим звездама је дато у додатку А.

**Сажетак.** Ово је објекат којим доминира галаксија домаћин (Massaro et al., 2015). Галаксија домаћин је детектована у  $R$  домену (Nilsson et al., 2003) и блиско инфрацрвеном домену (Skrutskie et al., 2006). У радио-домену су детектовани овали (Bridle & Fomalont, 1978; Goodson et al., 1979). Физички параметри радио-млаза су процењени у Chen (2018). Одступање у радио-оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 60.0 mas, а деклинацији 46.3 mas (Andrei et al., 2009). Иако се објекат налази у  $ICRF3$  каталогу, у раду Макаров et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система  $ICRF$  и  $Gaia CRF$ . Промена сјаја у оптичком домену је испитивана у радовима Paliya et al. (2017); Abrahamyan et al. (2019); Kalita et al. (2021). Промене у сјају објекта у  $R$  домену током ноћи 5. јануара 2016. године нису биле статистички значајне (Paliya et al., 2017). Објекат је био могуће променљив у  $V$  и  $R$  домену током ноћи 22. 11. 2014. године, а у  $R$  домену и  $(V - R)$  колор индексу током ноћи 25. 12. 2014. године (Kalita et al., 2021). Објекат је умерено променљив у  $B$  и  $R$  домену, према Abrahamyan et al. (2019). Нисмо испитивали промену сјаја и боје објеката. Одредили смо издуженост и елиптичност галаксије домаћина на снимцима који су добијени са телескопом АСВ 1.4 m.



Слика 3.3: Објекат 0652+426 и галаксија домаћин, у горњем десном углу се налази контролна звезда 7, снимљено је са филтром R.

### 3.1.7 0741+294

Први пут се појављује у каталогу 3 235 радио-извора на 408 MHz Болоњског *Northern Cross* телескопа који је публикован у Colla et al. (1970). Класификован је као FSRQ у 5. издању Roma-BZCAT каталога (Massaro et al., 2015). Спектроскопијом је одређен црвени помак  $z = 1.182$  (Рења-Неразо et al., 2021). У Xiong et al. (2015) је одређена фреквенција максимума синхротронског зрачења  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.79$ . Објекат је ISP. Маса црне рупе и Едингтонов однос су процењени у више радова (D’Elia et al., 2003; Shen et al., 2011; Rakshit et al., 2020). У раду Rakshit et al. (2020) су одређени виријална маса црне рупе и Едингтонов однос на основу спектра једне епохе:  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 9.582083$  и  $\log R_{Edd} = -0.576343$ . Стопа акреције  $\log(M_{BH}/M_{\odot}y^{-1}) = -0.2$  је одређена у раду D’Elia et al. (2003). Магнитуда  $R = 16.7$  mag је дата у раду Massaro et al. (2015), а  $V = 16.97$  mag и апсолутна  $B = -26.7$  mag су дате у табели за квазаре у раду Véron-Cetty & Véron (2010). Каталогске вредности  $V$  и  $R$  магнитуда су сличне минималним вредностима добијеним током нашег посматрања.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај за око 0.35 mag у оба домена. У домену  $V$  објекат није променљив само по F–тесту у односу на звезду А, док је променљив у  $R$  домену. Присутан је тренд опадања сјаја (у оба домена). Период промене сјаја смо испитивали за податке у  $R$  домену. Период од око 1000 дана и полуамплитуда промене сјаја од 0.1 mag су добијени са скоро свим методама осим са PERIOD04 ( $P \sim 840$  дана,  $A=0.4$  mag). Крива сјаја у  $R$  домену са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична са периодом од 1032 дана су представљени на слици 3.12.

Боја се није значајно мењала током времена, али јесте у односу на  $R$  магнитуду. У боја–магнитуда зависности постоји BWB промена (која је мање карактеристична за FSRQ квазаре).

**Сажетак.** За овај објекат није одређена морфолошка структура у радио домену. Магнитуде објекта, које смо ми детектовали, веће су од каталожких Véron-Cetty & Véron (2010); Massaro et al. (2015). Променљив је само у  $R$  домену, у  $V$  домену је могуће променљив. Период промене сјаја у  $R$  домену је око два пута мањи од посматраног периода. Детектовали смо BWB промену боје, која је карактеристична за BL Лас објекте.

### 3.1.8 0838+235

Откривен је током друге *MIT-Green Bank (MGII)* претраге неба у опсегу ректасцензије од (4 – 21) h и деклинације од (17 – 39.15)° у радио-домену на 5 GHz (Langston et al., 1990). У Véron-Cetty & Véron (2010) дати су подаци за овај објекат у табели за квазаре:  $V = 15.57$  mag и апсолутна  $B = -26.0$  mag. Објекат је класификован као квазар и у Richards et al. (2015) где је дат и црвени помак  $z = 1.190836$  (одређен спектроскопијом). Налази се у каталогу FSRQ састављеном након претраге неба *Combined Radio All-Sky Targeted Eight GHz Survey - CRATES* (Healey et al., 2007). Морфолошком структуром доминира издужени млаз. У раду Plavin et al. (2022) су дата процењена растојања између језгра и млаза на 2 GHz  $11.3 \pm 0.6$  (mas), док је то растојање на 8 GHz  $0.7 \pm 0.1$  (mas). Слична морфолошка структура се може видети на VLBI мапама Bourda et al. (2011). Виријална маса црне рупе и Едингтонов однос на основу спектра једне епохе су одређени у Shen et al. (2011),  $M_{BH} = 10^{9.18} M_{\odot}$  и логаритам Едингтоног односа на основу израчунате масе је -0.42. На сличан начин је изведено у раду Rakshit et al. (2020)  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 8.985913 \pm 0.054190$ , а  $\log R_{Edd} = -0.308126$ .

**Анализа наших резултата.** Објекат током посматрања у  $V$  домену није достигао каталожку 15.57 mag магнитуду, минимална детектована је била 17.6 mag. Статистички тестови су показали да објекат није променљив у  $V$  домену, само је променљив у односу на звезду  $B$  по Абеовом критеријуму у  $R$  домену. Објекат је видљив само у зимском периоду, због тога је доступан само мањи број података (у  $V$  20, а у  $R$  29). Средња магнитуда је  $\sim 18$  mag, због тога поједина посматрања ТЈО телескопом нису узета за анализу. Промена сјаја за време посматрања није била значајна. У боја–магнитуда зависности детектована је RWB промена, која је карактеристична за FSRQ (18 података).

**Сажетак.** Израчуната су различита растојања од тачке која представља почетак радиомлаза и језгра објекта, на различитим радио–фреквенцијама. Највеће растојање је на 2 GHz, оно износи 11.3 mas (Plavin et al., 2022). Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* према Макаров et al. (2019). За овај објекат имамо мали број података. Статистички тестови које смо применили показали су да је објекат стабилан у  $V$  домену и да је могуће променљив у  $R$  домену. Магнитуда објекта у  $V$  домену коју смо ми детектовали је већа од каталожке вредности у Véron-Cetty & Véron (2010). Детектовали смо RWB промену, која је карактеристична за FSRQ изворе.

### 3.1.9 0838+456

Објекат са магнитудом  $B = 19$  mag налази се на листи слабих плавих објеката *Palomar* опсерваторије у Калифорнији, која је објављена у Usher & Mitchell (1982). Сјај објекта је праћен у периоду 1978–1981. године са *Palomar* 1.2 m *Schmidt* телескопом. У раду Huang et al. (1990) дати су: средња  $B = 17.39$  магнитуда и оптимална амплитуда  $\Delta B = 0.09$  mag, која представља максималну апсолутну разлику магнитуда. Објекат је класификован као FSRQ (Massaro et al., 2015) и спектроскопски црвени помак је 1.411 (Peña-Herazo et al., 2021). Првобитно је логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења одређен у раду Xiong et al. (2015)  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.35$ , а касније  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.76$  у раду Mao & Urry (2017). Виријална маса црне рупе на основу једне епохе и Едингтонов однос на основу добијене масе су представљени у Shen et al. (2011); Rakshit et al. (2020) и добијене су сличне вредности. У Rakshit et al. (2020) логаритам масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $9.325793 \pm 0.064983$ , а логаритам Едингтоновог односа је  $-0.420835$ . У Kimball et al. (2011) испитивана је морфолошка структура извора. Детектовано је радио–зрачење из језгра и овала, при чему зрачење из језгра доминира. На основу тога, морфолошки тип је дефинисан као *овал*.

Магнитуда  $R$  је 17.3 mag у раду Massaro et al. (2015). У табели за квазаре рада Véron-Cetty & Véron (2010) дати су:  $V$  17.7 mag, апсолутна  $B = -26.1$  mag и црвени помак 1.406. У  $B$  домену објекат није променљив у односу на апсолутну разлику магнитуда и умерено је променљив у односу на релативну разлику магнитуда, док је у  $R$  домену слабо променљив у односу на апсолутну и релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта у  $R$  домену је већи него што је дато у Massaro et al. (2015), максимална вредност магнитуде је 17.196. У  $V$  домену максимална детектована магнитуда је као и каталожка (Véron-Cetty & Véron, 2010). Објекат није променљив у  $R$  домену, у  $V$  домену је променљив само по F–тесту у односу на  $B$  звезду. Промена сјаја је око 0.3 mag ( $V$ ) и 0.2 mag ( $R$ ).

Боја се током времена није значајно променила, јесте у односу на магнитуду  $R$ . Колор индекс ( $V - R$ ) је мањи са опадањем сјаја објекта. У зависности боја–магнитуда детектована је RWB промена, карактеристична за FSRQ изворе.

**Сажетак.** У Kimball et al. (2011) представљена је морфолошка структура у радио-домену. Детектовано је зрачење из језгра и радио-овала. Макаров et al. (2019) су овај објекат сврстали у групу најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* према. Статистички тестови које смо применили показали су да је објекат стабилан у  $R$  домену и да је могуће променљив у  $V$  домену. Детектовали смо RWB промену боје.

### 3.1.10 0850+284

Објекат се први пут помиње у програму претраге неба *Einstein* опсерваторије у домену  $X$  зрака (Massaro et al., 1982). Класификован је као FSRQ у радовима Healey et al. (2007); D’Abrusco et al. (2014); Massaro et al. (2015). Црвени помак одређен спектроскопијом (0.920395) је дат у Richards et al. (2015). Користећи спектар квазара који је доступан у SDSS DR7Q<sup>6</sup> и DR12Q одређена су два црвена помака, 0.9181 на основу Mg II  $\lambda\lambda 2796, 2803$  уских апсорпционих парова линија и 0.9203 на основу Mg II  $\lambda 2798$  емисионих линија (Chen et al., 2018). Две различите вредности фреквенције максимума синхротронског зрачења су добијене:  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.20$  у Xiong et al. (2015) и  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 13.26$  у Mao & Urry (2017). Морфолошки тип је описан као *тачкаст* у Healey et al. (2007), а као *језгро* у Kimball et al. (2011). Логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $8.760925 \pm 0.099382$ , а логаритам Едингтоновог односа  $-0.465448$  (Rakshit et al., 2020).

Massaro et al. (2015) дали су  $R = 18$  mag, а Véron-Cetty & Véron (2010) у табели за квазаре дали су магнитуде:  $V$  18.32 mag и апсолутну  $B$  -24.8 mag. Обе вредности су сличне средњим вредностима магнитуда, које смо ми израчунали. У  $R$  домену објекат није променљив, само је умерено променљив у  $B$  домену у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** За овај објекат смо имали само 13 података у  $V$  и 27 у  $R$  домену. Објекат је у  $V$  домену некад слабији од 18.5 mag, због тога посматрања ТЈО телескопом нису укључена у анализу. Сјај објекта се променио за 0.5 mag у оба домена.

Колор индекс ( $V - R$ ) се смањивао током времена, као и са порастом  $R$  магнитуде. Постоји RWB тренд, али је имамо само 8 података за анализу.

**Сажетак.** Морфолошка структура овог објекта у радио-домену је описана као компактна у Healey et al. (2007); Kimball et al. (2011). Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* према Макаров et al. (2019). Иако смо имали мали број података применили смо статистичке тестове. Тестови су показали да је објекат могуће променљив (у оба домена). У промени боје је присутан RWB тренд.

### 3.1.11 0854+334

Објекат је откривен током претраге неба на уском деклинацијском опсегу око  $33^{\circ}$  са NRAO 91 m *Green Bank* телескопом на 4.67 GHz (Altschuler, 1986). Налази се у радио-каталогу FSRQ објеката (Massaro et al., 2014). Црвени помак који је добијен на основу емисионих линија је 2.3390, а на основу апсорпционих је 2.2690 (Chen et al., 2018). На основу спектроскопских мерења *Gemini Near Infrared Spectrograph–Distant Quasar Survey - GNIRS-DQS* аутори рада Matthews et al. (2021) сматрају да објекат не припада радио-слабим АГЈ. Логаритам масе црне рупе је  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 8.554752 \pm 0.023300$  и  $\log R_{Edd} = 0.373040$  (Rakshit et al., 2020). У табели за квазаре дате су магнитуде:  $V$  18.25 mag и апсолутна  $B$  -26.9 mag (Véron-Cetty & Véron, 2010). Магнитуда  $V$  из каталога је блиска максималној вредности коју смо ми детектовали  $\sim 18.3$  mag.

<sup>6</sup>SDSS DR7Q - The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog: seventh data release.

**Анализа наших резултата.** Статистички тестови су показали да је објекат променљив у  $V$  домену, док је у  $R$  домену променљив само по  $F$ -тесту. У оба домена објекат је променио сјај за 0.4 mag. Периодичност смо испитивали само у подацима за  $V$  домен и добили смо период од око 2200 дана, једино период одређен методом GLSP износи 434 дана (а то је око 1/5 периода који су одређени осталим методама). Крива сјаја са функцијом усклађивања је приказана на слици 3.13. У боја–магнитуда зависности постоји RWB промена, која је карактеристична за FSRQ квазаре.

**Сажетак.** За овај објекат нисмо у литератури нашли да је морфолошка структура у радио-домену одређена. Каталогска магнитуда у  $V$  домену је блиска максималној вредности коју смо ми детектовали. Током шест година праћења промене сјаја, утврдили смо да се сјај објекта у оба домена променио за око 0.4 mag. Статистички тестови су показали да је објекат променљив у  $V$  домену и могуће променљив у  $R$  домену. Период промене сјаја у  $V$  домену је сличан посматрачком периоду. Детектовали смо RWB промену, карактеристичну за FSRQ изворе.

### 3.1.12 0907+336

Извор је познат под називом Top 1015. Први пут је детектован током потраге за плавим звездама на северној галактичкој хемисфери опсерваторије *Tonantzintla* у Мексику. Његова фотографска магнитуда је процењена на  $(16 \pm 0.5)$  mag (Chavira, 1959). Извор је детектован на 5 GHz током претраге слабих извора од стране *National Radio Astronomy Observatory - NRAO* (Davis, 1971). У унакрсној идентификацији оптичких и радио-извора, објекат је класификован као VL Lac, а црвени помак је процењен на  $z = 0.354^7$  на основу спектра (Baier et al., 2000). Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења је  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.3$ , на основу којег је објекат класификован као HSP (Yang et al., 2022). И у другим студијама извор је класификован као HSP (нпр. Niipola et al., 2006; Askermann et al., 2011; Mao & Urry, 2017; Chang et al., 2017). Параметри млаза су процењени ССК/Томсон моделом (Chen, 2018). Објекат није променљив у  $B$  домену, а у  $R$  домену је слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у оба домена ( $V$  и  $R$ ). Сјај се смањило за 0.8 магнитуда у  $V$  и 0.9 у  $R$  домену. Уочено је неколико изненадних промена сјаја у оба домена, три између 1. марта 2014. године и 16. маја 2016. године и један између 18. октобра 2017. г. и 4. октобра 2018. године. Тренд опадања сјаја се може представити линеарном функцијом. Период промене сјаја (у оба домена) је око 600 дана. Криве сјаја са функцијом усклађивања (збир линеарне и периодичне функције) су приказане на слици 3.14.

Боја се такође смањила током времена за око 0.2 mag (статистички значајно). Из зависности боје и магнитуде можемо закључити да су присутне RWB промене.

**Сажетак.** Физички параметри радио-млаза су процењени у Chen (2018). Нисмо пронашли у литератури да је растојање језгро–млаз одређено. Објекат је слабо променљив у  $R$  домену према Abrahamyan et al. (2019). Статистичким тестовима смо испитали промену сјаја у нашим подацима. Објекат је променљив у оба домена. Сјај се током посматрања смањило за око 0.9 магнитуда. Због тога су подаци усклађивани са линеарном и периодичном функцијом. Период промене сјаја је око 600 дана. Детектовали смо RWB промене.

<sup>7</sup>Ова вредност се разликује у односу на наведену вредност у каталогу LQAC-2, приказану у табели 1.1.

### 3.1.13 0950+326

Објекат је први пут каталогизован у Veron-Cetty & Veron (1998) у табели квазара са магнитудом у  $V$  домену 17 mag и без детекције у радио-домену. У радио-домену је детектован током *The FIRST Bright Quasar Survey* са *VLA*. У каталогу ове претраге неба дати су апсолутна  $B = -28.5$  магнитуда и одступање у радио-оптичком положају од  $0''.04$  (White et al., 2000). На основу спектроскопских мерења *GNIRS-DQS* објекат не припада радио-слабим АГЈ (Matthews et al., 2021). Healey et al. (2008) и Richards et al. (2014) су сврстали објекат у класу FSRQ, а Gibson et al. (2009) и Joshi & Chand (2013) у класу радио-јаких *BAL* квазара. Спектроскопијом је одређен црвени помак  $z = 1.575686$  у раду Richards et al. (2015). Касније је одређен и у раду Chen et al. (2018) на основу емисионих линија 1.5757, а на основу апсорпционих линија 1.5479. Фреквенција максимума синхротронског зрачења  $\nu_{peak}$  је одређена Mao & Urry (2017)  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 12.99$ . Логаритам виријалне масе црне рупе је  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 9.099432 \pm 0.021954$ , а логаритам Едингтоновог односа је  $\log R_{Edd} = -0.105797$  (Rakshit et al., 2020). У раду Plavin et al. (2022) је растојање између језгра и млаза на 2 GHz процењено ( $12.6 \pm 7.9$ ) mas, док је на 5 GHz и 8 GHz растојање око 2 mas. Морфолошки тип није одређен у Kimball et al. (2011).

Joshi & Chand (2013) су пратили промену сјаја током 4.18 h у *SDSS r* домену, али промена сјаја није детектована. Такође, није био променљив у  $B$  домену, док је у  $R$  домену слабо променљив у односу на апсолутну и релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив по F-тесту, али није по Абеовом критеријуму (за оба домена). Сјај се променио у магнитуди  $V$  за 0.35 mag, у  $R$  за 0.18 mag. Каталогска магнитуда Veron-Cetty & Veron (1998) одговара вредности коју смо детектовали у  $R$  домену. Промена BWB је присутна, која је мање карактеристична за FSRQ објекте.

**Сажетак.** Детектован је млаз у радио-домену у раду Plavin et al. (2022). У овом раду су дата растојања језгро-млаз на различитим радио-фреквенцијама. Највеће растојање (12.6 mas) је детектовано на фреквенцији од 2 GHz. У раду Makarov et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система. Abrahamyan et al. (2019) су испитивали сјај објекта у  $B$  и  $R$  домену. Сјај објекта се слабо мењао само у  $R$  домену. Објекат је био могуће променљив током наших посматрања у оба домена. Вредности у  $V$  домену које смо детектовали су веће од каталогске вредности у раду Veron-Cetty & Veron (1998). Ова вредност одговара магнитуди коју смо детектовали у  $R$  домену. Детектовали смо BWB промену боје.

### 3.1.14 0952+338

Први пут је детектован током истраживања плавих звезда опсерваторије *Tonantzintla* у Мексику. Познат је под називом Top 1125. Његова фотографска магнитуда је процењена на 17 mag, а боја љубичаста (Chavira, 1959). Спектроскопски црвени помак  $z = 2.507905$  је дат у Richards et al. (2015). Објекат је класификован као BL Lac у радовима Orienti & Dallacasa (2012, 2020), а морфолошки тип као *језгро* у Kimball et al. (2011). Логаритам масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $9.509892 \pm 0.021335$ , а Едингтоновог односа је -0.139181 у Rakshit et al. (2020). Véron-Cetty & Véron (2010) су сврстали објекат у квазаре са  $R$  магнитудом 17.44 mag и апсолутном  $B$  -27.4 mag. Промене сјаја у Pan-STARRS *grizy* филтрима су испитиване у Berghea et al. (2021). Амплитуде промене сјаја су неколико пута веће од разлика посматраних и израчунатих магнитуда, видети одељак 1.9.

**Анализа наших резултата.** Средња вредност магнитуда које су добијене је 17 mag, слично као и у Chavira (1959). Објекат је променљив у оба домена: у  $V$  за 0.4, а у  $R$  за 0.3 mag. У оба домена период промене сјаја је око 2000 дана са полуамплитудом 0.1 mag. Период промене сјаја је дужи од посматрачког периода, који износи  $\sim 1800$  дана. На слици 3.15 приказане су криве сјаја са функцијом усклађивања. Колор индекс ( $V - R$ ) се смањило са порастом  $R$  магнитуде, такође смањило се и током времена (статистички значајно). Присутне су карактеристичне BWB промене.

**Сажетак.** Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система  $ICRF$  и  $Gaia$   $CRF$  према Makarov et al. (2019). Морфолошка структура у радио-домену је описана као компактна (Kimball et al., 2011). У раду Berghea et al. (2021) су израчунате промене у сјају у Pan-STARRS *grizy* филтерима. Објекат је имао значајну промену сјаја у свим филтерима. Такође, сјај овог објекта је био променљив у оба домена током нашег посматрања. Сјај се променио за око 0.4 mag. Период промене сјаја је мало већи од посматрачког периода. Колор индекс се смањило током времена, као и са порастом сјаја у  $R$  домену. Детектоване су BWB промене, које су карактеристичне за BL Lac објекте.

### 3.1.15 1020+292

Откривен је током  $MGII$  претраге неба у радио-домену на 5 GHz (Langston et al., 1990). Налази се у 7. Кембриџском каталогу радио-извора који су снимљени са Cambridge Low-Frequency Synthesis Telescope - CLFST на 151 MHz. Објекат је класификован као FSRQ у радовима Healey et al. (2008); Massaro et al. (2009); Novatta et al. (2014); Richards et al. (2014). Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 13.1$  је одређен у Yang et al. (2022). Иако је морфолошки тип објекта означен као *тачкаст* у каталогу McGilchrist et al. (1990), у раду Plavin et al. (2022) је дато растојање између језгра и млаза на 2 GHz ( $90.8 \pm 15.0$ ) mas. У  $B$  домену није променљив, док је у  $R$  домену слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

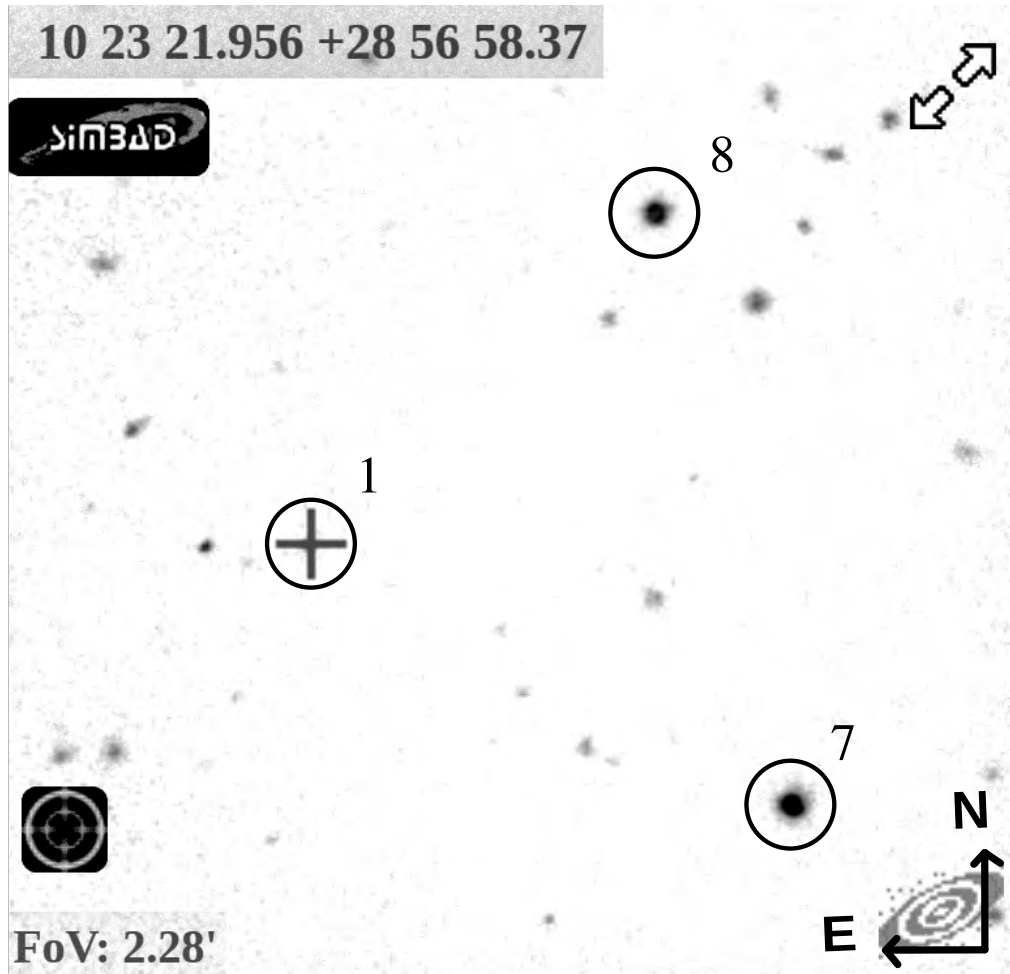
У Véron-Cetty & Véron (2006) дати су: апсолутна  $B$  магнитуда -24.9 и  $z = 0.671$ . У Xu & Han (2014) дат је црвени помак  $z=0.691$ . У раду Hewett & Wild (2010) црвени помак је добијен на основу уских емисионих линија [OII] спектра из SDSS каталога,  $z = 0.667572 \pm 0.000404$ . Црвени помак који је дат у LQAC-2 каталогу приказаном у табели 1.1, доста одступа од поменутих, који су наведени и у другим радовима (нпр. Healey et al., 2008; Novatta et al., 2014; Richards et al., 2014).

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта је већи од 20 mag у  $V$  и  $R$  домену. Видно поље овог објекта са звездама се налази у додатку А на слици А.3. Због слабог сјаја, да бисмо што боље приказали положај објекта, на слици 3.4 је приказано мање видно поље, које је преузето са сајта *SIMBAD Astronomical Database - CDS, Strasbourg*:

<https://simbad.cds.unistra.fr/>. На слици су: објекат (означен бројем 1, крстом и кругом), звезде 7 и 8, координате објекта (у горњем левом углу), величина видног поља (у доњем левом углу) и оријентација поља (у доњем десном углу). Магнитуде  $V = 20.794 \pm 0.466$  и  $R = 20.292 \pm 0.216$  су одређене на основу посматрања телескопом ASV 1.4 m релативном фотометријом са 4 упоришне звезде (2, 6, 7 и 8) и једном контролном (9), резултати за звезде се налазе у табели додатка Б. Због слабог сјаја објекта ( $> 20$  mag), промену сјаја и боје у оба домена нисмо анализирали.

**Сажетак.** Сматрамо да овај објекат није погодан за везу између система  $ICRF$  и  $Gaia$   $CRF$ . Објекат није „тачкаст”, већ је у радио-домену детектован млаз. У раду Plavin et al.

(2022) дато је растојање језгро–млаз на 2 GHz 90.8 mas. У раду Makarov et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система. Такође у оптичком домену сјај објекта је на граници детекције (*Gaia* сателита). Промену сјаја и боје нисмо анализирали.



Слика 3.4: Видно поље објекта 1020+292 (означен крстом, кругом и бројем 1) са звездама 7 и 8; преузето са *SIMBAD* сајта.

### 3.1.16 1032+354

Извор је први пут детектован на *Tonantzintla* опсерваторији у Мексику и познат је као Ton 1245 (Chavira, 1959). Фотографска магнитуда је 17 mag, а боја описана као веома љубичаста. Спектроскопски црвени помак 1.963094 је дат у Richards et al. (2015), слично је добијено и у Chen et al. (2020) на основу емисионих линија спектра 1.9610 док је у истом раду црвени помак одређен на основу апсорпционих линија 1.1029. Морфолошки тип је *језгро* у Kimball et al. (2011). У Rakshit et al. (2020) дати су логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ )  $9.443947 \pm 0.010567$  и Едингтоновог односа  $-0.303171$ . Класификован је као квазар у Véron-Cetty & Véron (2010) и у Richards et al. (2015). У Véron-Cetty & Véron (2010) дати су:  $V = 18.01$  mag и апсолутна  $B = -26.7$  mag.

**Анализа наших резултата.** Средња вредност магнитуде у  $V$  домену је иста као ката-лошка Véron-Cetty & Véron (2010). У  $R$  домену средња магнитуда је 17.8 mag. Објекат је променљив само по  $F$ -тесту. Сјај се променио у  $V$  домену за 0.4 mag, у  $R$  домену за 0.3 mag. Детектован је RWB тренд у зависности боја–магнитуда.



**Сажетак.** Морфолошка структура је описана као компактна у радио-домену (Kimball et al., 2011). Ово је један од најквалитетнијих објеката за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* (Makarov et al., 2019). Утврдили смо да је објекат могуће променљив. Средња магнитуда у *V* домену је иста као каталошка у Véron-Cetty & Véron (2010). У променама боје са сјајем детектован је RWB тренд.

### 3.1.17 1034+574

Објекат је откривен током претраге неба са NRAO 91 м телескопом на 4.85 GHz опсерваторије Green Bank, Сједињене Америчке Државе. Подаци добијени током претраге неба 1986, 1987. и 1988. године су коришћени за састављање два каталога (која садрже овај објекат) Becker et al. (1991) и Gregory & Condon (1991). Први пут извор је класификован као BL Lac у раду Nass et al. (1996). Спектроскопски црвени помак  $z = 1.0957$ , апсолутна  $i$  магнитуда  $-28.8$  mag и маса црне рупе  $10^{9.89655} M_{\odot}$  су одређени током LAMOST<sup>8</sup> претраге неба (септембар 2013 – јун 2015. године); видети Dong et al. (2018). Класификација извора на основу фреквенције максимума синхротронског зрачења је разматрана у неколико радова. У почетку је извор класификован као ISP (Niappola et al., 2006; Ackermann et al., 2011), а касније као HSP (Fan et al., 2016; Mao & Urry, 2017; Chang et al., 2019; Fan et al., 2023). Усвојили смо вредност  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.3$  представљену у Fan et al. (2023) и објекат класификовали као HSP блазар. Физичке параметре млаза је проценио Chen (2018) користећи ССК/Томсонов модел. Током посматрања галаксије домаћина у *R* домену, галаксија није раздвојена од централног објекта, магнитуда  $R = (15.99 \pm 0.03)$  mag централног објекта детектована је 16. децембра 1998. године (Nilsson et al., 2003). Испитиване су особине извора у домену  $\gamma$ -зрака и радио-домену (Lister et al., 2011). За анализу изабрани су извори који су детектовани током првих 11 месеци *Fermi* мисије (4. август 2008 – 5. јул 2009. године). За овај објекат је добијено да је позициони угао радио-млаза  $167^{\circ}$  и температура језгра  $10.7$  K.

Објекат није променљив у *R* домену, док је слабо променљив у *B* домену у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). Liodakis et al. (2018) су упоређивали изненадне промене сјаја блазара на различитим фреквенцијама и испитивали везу у промени која је детектована у опсезима елетромагнетног спектра: оптички–радио, оптички– $\gamma$  зрака и  $\gamma$  зрака–радио. Истраживање се базирало на посматрањима од јануара 2008. до маја 2017. за радио-домен, од јула 2009. до новембра 2017. за оптички и од августа 2008. до новембра 2017. за домен  $\gamma$ -зрака. За овај објекат утврђено је да постоји корелација у изненадним променама сјаја на различитим доменима и нађено је временско кашњење промена које су детектоване између различитих домена: оптичког–радио  $-26.89$  дана, оптичког– $\gamma$  зрака  $2.84$  и  $\gamma$ –радио  $416.11$  дана.

**Анализа наших резултата.** Овај објекат је променљив у оба домена. Са променом од око 1.3 магнитуде је један од три објеката са највећим променама сјаја. Током посматрања ТЈО телескопом откривена је значајна промена сјаја. На основу ових података анализирали смо краткорочну промену и пронашли период од око четири месеца (122 дана у *V* и 124 у *R* домену), којем одговара полумаплитуда  $0.4$  mag. На целокупним подацима нисмо успели да одредимо дужи период промене сјаја, већ поменути од око 130 дана је доминантан. Да бисмо параметре периодичне функције усклађивања прецизније одредили, потребно је да се посматрања наставе. На слици 3.16 су приказане криве сјаја објекта у *V* и *R* домену са периодичном функцијом усклађивања, за посматрања ТЈО телескопом.

Боја се током посматрања променила за око  $0.3$  mag. Из зависности боја–магнитуда можемо закључити да је присутан BWB тренд.

<sup>8</sup>LAMOST је скраћеница од Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope.

**Сажетак.** Детектован је радио-млаз. Физичке параметре млаза су процењене у Chen (2018). Утврђено је да постоји корелација у изненадним променама сјаја у оптичком, радио и домену  $\gamma$  зрака (Liodakis et al., 2018). Такође, детектоване су слабе промене у  $B$  домену (Abrahamyan et al., 2019). Током наших посматрања, у периоду 2013–2019. године, објекат је променио сјај за више од једне магнитуде. Статистичким тестовима смо потврдили да је променљив у оба домена. Одредили смо кратку периоду од око 4 месеца. У промени боје је присутан BWB тренд.

### 3.1.18 1145+321

Први пут се појављује у каталогу 3 235 радио-објеката, који је сачињен на основу посматрања Болоњског *Northern Cross* телескопа на 408 MHz (Colla et al., 1970). У Buchalter et al. (1998) током испитивања квазара који имају два радио-овала одређени су црвени помак 0.549 и однос флукса језгра и овала 1.05. Црвени помак добијен спектроскопијом 0.550505 је дат у Richards et al. (2015). Класификован је као FSRQ са  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.83$  (Meyer et al., 2013). Морфолошки тип је описан као *триплет*, при чему зрачење из језгра доминира (Kimball et al., 2011). Rakshit et al. (2020) дали су логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ )  $8.396345 \pm 0.063550$  и Едингтоновог односа  $-0.396363$ . У Véron-Cetty & Véron (2010), у табели за квазаре, дате су: привидна  $V$  и апсолутна  $B$  магнитуда; 17.28 mag и -24.7 mag.

**Анализа наших резултата.** Сјај се променио у  $V$  за 0.4 mag, а у  $R$  домену за 0.3 mag. Средње вредности магнитуда су око 17.3 mag (као и каталопка). Објекат је променљив у  $V$  домену, у  $R$  домену је променљив само по F–тесту. Највећи број посматрања је обављен ТЈО телескопом, из тог разлога, променљивост смо испитивали само у овим подацима. Свим методама су добијене исте вредности за период од око 600 дана и полуамплитуду промене сјаја 0.1 mag, осим методе GLSP (око 500 дана). Крива сјаја у  $V$  домену са периодичном функцијом усклађивања ( $P=587$  дана) је приказана на слици 3.17. Присутна је карактеристична RWB промена у боји.

**Сажетак.** У радио-домену видљиви су овали (Kimball et al., 2011). Средње вредности магнитуда које смо ми израчунали у  $V$  и  $R$  домену су око 17.3 mag, као што је и каталопка вредност у  $V$  домену у раду Véron-Cetty & Véron (2010). Утврдили смо да је објекат променљив у  $V$  домену и могуће променљив у  $R$  домену. Период промене сјаја у  $V$  домену је око 600 дана. Присутна је RWB промена, која је карактеристична за FSRQ квазаре.

### 3.1.19 1201+454

Извор је каталогизован у 87GB каталогу радио-извора (Gregory & Condon, 1991). Класификован је као FSRQ са  $R$  магнитудом 17.4 mag (Massaro et al., 2015). У табели за квазаре у раду Véron-Cetty & Véron (2010) дате су привидна  $V$  и апсолутна  $B$  магнитуда: 17.91 mag и -25.5 mag. Спектроскопски црвени помак је 1.07504 у раду Richards et al. (2015). Ова вредност је слична са црвеним помаком одређеним на основу емисионих линија 1.0740 у Chen et al. (2020). У овом раду је одређен црвени помак и на основу уских апсорпционих линија Mg II, користећи SDSS спектар различитих епоха, добијене су три различите вредности црвеног помака 0.52, 0.92 и 0.96. Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења је  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.71$  (Мао & Угу, 2017). Морфолошки тип је описан као *језгро* у Kimball et al. (2011). Растојање између језгра и млаза на снимцима 2 GHz и 8 GHz је процењено на 53.1 (mas) и 0.5 (mas), у раду Plavin et al. (2022). Логаритам масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $9.226128 \pm 0.037846$  и Едингтоновог односа је  $-0.701145$

(Rakshit et al., 2020). Објекат је умерено променљив у  $R$  домену у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (у  $B$  домену није променљив), видети Abrahamyan et al. (2019).

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта у  $V$  домену се променио за 0.4 mag, а у  $R$  домену за 0.3 mag. Не можемо да тврдимо да је објекат променљив. Боја се није значајно мењала током времена. Не постоји корелација између промене боје и сјаја. Могућа је периодична промена боје са променом  $R$  магнитуде.

**Сажетак.** Објекат има детектовано радио-зрачење на оптичкој позицији према Kimball et al. (2011). Према Plavin et al. (2022) детектовано је радио-зрачење из млаза и одређена су растојања између тачке која представља почетак млаза и језгра, на различитим радио-фреквенцијама. Највеће растојање је одређено на 2 GHz и износи 53.1 mas. Објекат је умерено променљив у  $R$  домену (Abrahamyan et al., 2019). Током шест година наших посматрања, утврдили смо да је објекат могуће променљив у оба домена. Нисмо детектовали промену боје.

### 3.1.20 1212+467

Откривен је током претраге неба у радио-домену на 1.4 GHz Green Bank опсерваторије, САД (Maslowski, 1972). У петом Roma-BZCAT каталогу блазара, класификован је као FSRQ (Massaro et al., 2015). Спектроскопски је измерено да је његов црвени помак  $z = 0.720154^9$  (Richards et al., 2015). Радио-морфологија извора је *триплет* (овал-језгро-овал), при чему је зрачење из језгра доминантно (Kimball et al., 2011). На VLBI мапама представљеним у Bourda et al. (2011), објекат има морфолошку структуру само са једне стране у односу на језгро на 2 GHz, мању на 8 GHz. У каталогу спектралних својстава квазара у SDSS DR14 дати су  $\log(M_{BH}/M_{\odot}) = 8.891813 \pm 0.057461$  и  $\log R_{Edd} = -0.707690$  (Rakshit et al., 2020). Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења (изражене у Hz) процењен је на 13.34 у раду Mao & Urry (2017). Различите вредности  $V$  и  $R$  магнитуда дате су у неколико каталога. У каталогу CLASS<sup>10</sup> претраге (Marchã et al., 2001), дата је магнитуда  $R = 17.13$  mag (приближна минималној величини коју смо ми детектовали). У LCAQ-1 каталогу дате су  $V = 17.77$  и  $R = 17.42$  магнитуде (приближне средњим величинама које смо ми детектовали). У LCAQ-2 каталогу дата је само  $V = 19.14$  магнитуда и ово је највећа магнитуда икада детектована. Објекат није променљив у  $B$  домену, у  $R$  домену је умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** У оба домена сјај се променио за око 0.8 магнитуда, од 2013. до 2019. године. Промене сјаја могу бити описане са функцијом која има годишњи период (од 314 дана) или функцијом са периодом од око 2000 дана (2059  $V$  и 2051 у  $R$  домену методом DCDFТ). Због распореда посматрања функцију са годишњим периодом сматрамо за могући *алиасинг*. Криве сјаја у  $V$  и  $R$  домену са функцијом усклађивања су представљене на слици 3.18. Распон полуамплитуда је 0.2–0.3mag, у зависности од методе којом су одређене. Не можемо да тврдимо да постоји зависност између промене боје и сјаја.

<sup>9</sup>Ова вредност се разликује у односу на наведену вредност у каталогу LQAC-2, приказану у табели 1.1.

<sup>10</sup>CLASS је скраћеница од Cosmic Lens All-Sky Survey.

**Сажетак.** Објекат у радио-домену није „тачкаст”. Детектовани су радио-овали у (Kimball et al., 2011). У  $R$  домену је умерено променљив (Abrahamyan et al., 2019). Статистичким тестовима смо утврдили да је објекат променљив у периоду 2013–2019. године, у оба домена. Сјај се променио за око 0.8 mag. Период промене сјаја је сличан посматрачком периоду. Нисмо детектовали промене боје, које су карактеристичне за блазаре.

### 3.1.21 1228+077

Први пут је детектован 21. маја 1977. године са *Schmidt* телескопом *Cerro Tololo Inter-American* опсерваторије на северу Чилеа. Црвени помак  $z = 2.39$  одређен спектроскопијом представљен је у раду Sramek & Weedman (1978), а прецизнији  $z = 2.389033$  је дат у раду Richards et al. (2015)). Robertson (1983) са вероватноћом од 94% сматра да постоји веза између црвеног помака овог објекта и квазара 1228+076 (са мањим црвеним помаком 1.878). Објекат 1228+077 има јаке апсорпционе линије на црвеном помаку квазара 1228+076. То се објашњава апсорпцијом која се дешава у халоу јата галаксија којем припада објекат са мањим црвеним помаком (1228+076), при чему визура удаљеног објекта пролази близу ближег објекта. Објекат није BAL квазар према Krawczyk et al. (2015). Класификован је као квазар Véron-Cetty & Véron (2010) са  $V$  17.59 и апсолутном  $B$  -27.9 магнитудом. У Gaia DR3 је означен као непроменљив објекат. Морфолошки тип је класификован као *језгро* у Kimball et al. (2011). У Rakshit et al. (2020) логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $9.456285 \pm 0.019456$ , а Едингтоновог односа -0.292131.

**Анализа наших резултата.** Објекат није променљив (у оба домена). У  $V$  домену амплитуда промене сјаја је око 0.3 mag. Средње вредности магнитуда су  $(17.9 \pm 0.1)$  mag у  $V$  и  $(17.8 \pm 0.1)$  mag у  $R$  домену. За време посматрања нисмо детектовали магнитуду, која је наведена у каталогу Véron-Cetty & Véron (2010). Боја се није много променила током времена. Детектована је RWB промена.

**Сажетак.** Овај објекат је детектован у радио-домену на истој позицији као и у оптичком домену, видети Kimball et al. (2011). Статистички тестови које смо применили су показали да је објекат стабилан током периода 2013–2019. године. Каталогску магнитуду која је дата у Véron-Cetty & Véron (2010) нисмо детектовали. Детектовали смо RWB промену, која је карактеристична за FSRQ квазаре.

### 3.1.22 1242+574

Извор је први пут каталогизован у 87GB каталогу радио-извора (Gregory & Condon, 1991). У 12. издању каталога квазара и активних језгара, класификован је као BL Lac (Véron-Cetty & Véron, 2006). Спектроскопски црвени помак је  $z = 0.99822855$  (Richards et al., 2015). Са  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.9$  објекат је ISP блазар (Yang et al., 2022); слично је у радовима Ackermann et al. (2011); Mao & Urry (2017). Извор се налази у првом и трећем *Fermi-LAT* каталогу извора детектованих на фреквенцијама већим од 10 GeV (Ackermann et al., 2013; Acero et al., 2015). Није променљив у  $B$  домену, а у  $R$  домену је слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** У оба домена промена сјаја је око 0.8 магнитуда. Одредили смо период промене сјаја од око 900 дана, са полуамплитудом од 0.3 mag, у  $V$  и  $R$  домену. Слични периоди и амплитуде промене сјаја су добијени различитим методама.

Период одређен GLSP методом у  $V$  домену износи 800 дана. На слици 3.19 су приказане криве сјаја у  $V$  и  $R$  домену, са периодичном функцијом усклађивања. Параметри периодичне функције су одређени на основу методе DCDFТ. Нагиб линеарне функције и Пирсонов коефицијент корелације боја–време и боја–магнитуда су негативне, али са вероватноћом већом  $\sim 0.8$ . Не можемо да тврдимо да постоји зависност боја–време и боја–магнитуда.

**Сажетак.** Морфолошка структура објекта у радио-домену није испитивана. У раду Макаров et al. (2019) је издвојен као један од најквалитетнијих објеката за повезивање два небеска координатна система. Објекат је у  $R$  домену слабо променљив (Abrahamyan et al., 2019). Утврдили смо да је објекат променљив у оба домена. Промена сјаја је око 0.8 mag. Период промене сјаја је око 900 дана (око два пута је мањи од посматрачког периода). Нисмо детектовали промену боје (RWB или BWB) која је карактеристична за блазаре.

#### 3.1.23 1312+240

Први пут је представљен у 87GB каталогу (Gregory & Condon, 1991). Објекат је класификован као BL Lac (Véron-Cetty & Véron, 2010; Abdo et al., 2010b). Са  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.0$ , објекат је HSP блазар (Yang et al., 2022). Црвени помак 2.145 је дат у раду Fan et al. (2016). Физички параметри млаза су процењени користећи ССК/Томсонов модел, Chen (2018). Објекат није променљив у  $B$  домену, а у  $R$  домену је слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). Амплитуда промене сјаја је највећа у домену Pan-STARRS  $g$  0.9 mag, а најмања у домену Pan-STARRS  $i$  0.25 mag (Berghea et al., 2021). У Véron-Cetty & Véron (2010) је дата  $V$  16.93 mag. Упоредивањем изненадне промене сјаја блазара на различитим фреквенцијама, утврђено је да постоји корелација у изненадним променама сјаја детектованих у различитим доменима. Временска кашњења промене сјаја су детектована у доменима: оптички–радио 103.56 дана и оптички– $\gamma$  зрака -43.35 (Liidakis et al., 2018). Упоредивањем криве сјаја *All-Sky Automated Survey for Supernovae - ASAS-SN* претраге неба у оптичком домену и *Fermi-LAT* телескопа у домену  $\gamma$ -зрака, детектован је само бљесак у оптичком домену (de Jaeger et al., 2023).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив и у оба домена сјај се променио за око 1 mag. Одредили смо период промене сјаја од око 1200 дана, са полуамплитудом око 0.4 mag. На слици 3.20 су представљене криве сјаја са периодичном функцијом која најбоље описује сјај. Боја опада током времена. Присутан је BWB тренд у боја–магнитуда зависности.

**Сажетак.** Морфолошка структура објекта у радио-домену није испитивана. Објекат је издвојен као један од најквалитетнијих објеката за повезивање два небеска координатна система (Макаров et al., 2019). Објекат је променљив и промене су детектоване на различитим фреквенцијама. У  $R$  домену, објекат је слабо променљив према Abrahamyan et al. (2019). Према Berghea et al. (2021) променљив је у Pan-STARRS  $g$  и  $i$  филтрима. Промене сјаја су детектоване у доменима: оптичком, радио и  $\gamma$  зрака (Liidakis et al., 2018). Ми смо утврдили да је објекат променљив у оба домена. Сјај се променио за око 1 магнитуде. Период промене сјаја је око 1200 дана. Присутна је BWB промена која је карактеристична за BL Lac блазаре.

#### 3.1.24 1345+735

Објекат је први пут представљен у резултатима претраге неба 100 m телескопом Макс Планк Института за радио-астрономију *Max Planck Institute for Radio Astronomy - MPIfR*

који се налази у Бону у Немачкој (Kuehr et al., 1981). Претрага неба на 4.9 GHz је сачињавала објекте у деклинацијском опсегу од  $70^\circ$  до  $90^\circ$ . Класификован је као Sy1 (Véron-Cetty & Véron, 2010; Gupta et al., 2020; Akylas & Georgantopoulos, 2021). Akylas & Georgantopoulos (2021) су класификовали објекат као Sy1 са црвеним помаком од 0.290, на основу 105 месеци претраге неба са *Burst Alert Telescope* који је постављен на *Gehrels Swift Gamma-Ray Burst observatory*. Gupta et al. (2020) су одредили логаритам масе црне рупе, која је изражена у  $M_\odot$ , 8.809972921 и логаритам Едингтоновог односа -1.190667027. Véron-Cetty & Véron (2010) су у каталогу навели фотографску  $O$  17.4 и апсолутну  $B$  -23.4 mag.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај у оба домена за око пола магнитуде. Детектован је тренд пораста сјаја и подаци су усклађени са линераном функцијом. Одређен је период промене сјаја од око 1200 дана са полуамплитудом од око 0.15 mag. Сlike криве сјаја са својим функцијама усклађивања су приказане на слици 3.21.

Детектован је раст колор индекса са временом и са порастом сјаја објекта. Промена RWB је присутна у зависности боја–магнитуда.

**Сажетак.** Морфолошка структура објекта у радио-домену није испитивана. У литератури нисмо нашли анализу промене сјаја у оптичком домену. Статистичким тестовима смо утврдили да је објекат променљив у оба домена, током шест година посматрања. Сјај је у оба домена порастао за око 0.5 mag. Због тога су добијени подаци усклађивани са линеарном и периодичном функцијом. Добијени период промене сјаја је приближно једнак једној половини посматрачког периода. У зависности боја–магнитуда је детектована RWB промена, која је карактеристична за блазаре (објекат је класификован као Сајфертова галаксија типа 1).

### 3.1.25 1429+249

Извор је откривен током друге MIT-Green Bank претраге неба у радио-домену на 5 GHz (Langston et al., 1990). Са широким Балмеровим и другим дозвољеним линијама у спектру, класификован је као Сајферт галаксија типа 1 у радовима Véron-Cetty & Véron (2006); de Witt et al. (2023). Такође, класификован је као Sy1 у раду Sexton et al. (2022). У каталогу кандидата  $\gamma$ -зрака блазара, природа објекта је дефинисана као двојна и BL Lac и FSRQ (D’Abrusco et al., 2014). Утврђено је да је његов спектроскопски црвени помак  $z = 0.40659$  (Lehner et al., 2018). У раду Rakshit et al. (2020) дати су: логаритам масе црне рупе изражене у  $M_\odot$   $8.658600 \pm 0.027332$  и логаритам Едингтоновог односа -0.853556. Апсолутна магнитуда домена  $i$  је -24.134, видети Condon et al. (2013). У LCAQ-1 каталогу дате су  $V = 16.09$  и  $R = 17.43$  mag, а у LCAQ-2  $V = 17.68$  и  $R = 17.44$  mag (Souchay et al., 2009, 2012). Магнитуда  $V$  је мања него у  $R$  домену у LCAQ-1 каталогу, док су преостале каталошке вредности ван опсега наших посматраних магнитуда.

**Анализа наших резултата.** Сјај се променио за 0.5 и 0.3 магнитуде током шест година у  $V$  и  $R$  доменима, редом. Израчунате статистичке вредности за Абеов критеријум и F-тест су близу критичне вредности. Можемо да тврдимо да овај објекат није променљив. Абеов критеријум показује да су у сјају објекта присутне систематске варијације у односу на упоришну звезду А у  $V$  домену и у односу на обе звезде у  $R$  домену. F-тест показује да је објекат променљив само у  $V$  домену. Боја се није значајно мењала током времена. На основу зависности боја–магнитуда можемо рећи да је присутан BWB тренд.

**Сажетак.** У литератури нисмо пронашли да је испитивана морфолошка структура објекта у радио-домену. Објекат се налази у *ICRF3* каталогу, али није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* (Макаров et al., 2019). Током нашег посматрања, детектовали смо мање магнитуде сјаја у *V* и *R* домену од представљених у *LSAQ-2* каталогу. Статистички тестови су показали да објекат није променљив. Присутан је *BWB* тренд у зависности боја–магнитуда (објекат је Sy1).

### 3.1.26 1518+162

Објекат је био један од радио-извора посматраних (у деклинацијском опсегу између  $35.5^\circ$  и  $71.5^\circ$ ) у периоду 1974–1983. године радио-интерферометром на 365 MHz Астрономске опсерваторије Универзитета у Тексасу *University of Texas Radio Astronomy Observatory - UTRAO* (Douglas et al., 1996). У каталогу извора дат је и модел структуре објекта, који се састоји од два овала која се налазе симетрично у односу на језгро. Richards et al. (2015) су израчунали црвени помак  $z = 1.47171$ . Ова вредност је потврђена и од стране Chen et al. (2020), који су одредили  $z = 1.4710$  на основу емисионих линија спектра. У истом раду су представили и црвени помак одређен на основу апсорпционих линија спектра 1.1692. Објекат је класификован као квазар са фотографском магнитудом  $O$  17.95 mag и апсолутном  $B$  -26.3 mag у Véron-Cetty & Véron (2010). Не припада класи BAL квазара (Krawczyk et al., 2015). У Rakshit et al. (2020) логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_\odot$ ) је  $9.491460 \pm 0.020461$ , а Едингтоновог односа је -0.684260.

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта се променио за 0.4 магнитуде у *V* и 0.3 у *R* домену. Објекат је променљив само у *V* домену. Период од око 8000 дана је одређен само методом DCDFТ. Овај период је око 4 пута већи од посматрачког периода, али најбоље описује податке. Крива сјаја у *V* домену са функцијом усклађивања, чији период износи 8074 дана и полумаплитуда 0.9 mag је приказана на слици 3.22. Није присутна промена боје током времена, постоји мала промена у односу на магнитуду *R* (*BWB* тренд).

**Сажетак.** За овај објекат, у литератури нисмо пронашли да је испитивана његова морфолошка структура у радио-домену. Један је од најквалитетнијих објеката за повезивање радио *ICRF* и оптичког *Gaia CRF* референтног система (Макаров et al., 2019). Статистичким тестовима смо утврдили да је објекат променљив само у *V* домену. У *R* домену је могуће променљив. Период промене сјаја у *V* домену је око четири пута већи од посматрачког периода. Утврдили смо да је присутан *BWB* тренд у зависности боја–магнитуда.

### 3.1.27 1535+231

Аутори радова Agr (2001) и Agr et al. (2001) тврде да је порекло објекта повезано са оближњом активном галаксијом Agr 220<sup>11</sup> ( $z = 0.018$ ), тј. да је највероватније избачен из ње, иако је објекат на удаљености од 43.1 лучних минута од галаксије и има већи црвени помак ( $z = 0.4627$ ). Црвени помак одређен спектроскопијом  $z = 0.462515$  је представљен у раду Richards et al. (2015), у којем је је објекат класификован као квазар. Извор је класификован и као BL Lac и FSRQ, на основу посматрања у инфрацрвеном домену у *Two New Catalogs of Blazar Candidates in the WISE<sup>12</sup> Infrared Sky* (D’Abrusco et al., 2019). Класификован је као Sy1 у раду Sexton et al. (2022). Логаритам масе црне рупе, изражене у  $M_\odot$  ( $8.399292 \pm 0.047624$ ) и логаритам Едингтоновог односа (-0.932017), дати су у раду

<sup>11</sup>Позната је као IC 4553 – галаксија која се састоји из две симбиотичке галаксије и садржи два језгра.

<sup>12</sup>Wide-Field Infrared Survey Explorer - WISE

Rakshit et al. (2020). У раду Plavin et al. (2022) је дато растојање између језгра и млаза на 2 GHz 19.2 (mas), док је на 8 GHz растојање близу 1 (mas).

**Анализа наших резултата.** У оба домена, објекат је променљив. Сјај се променио за око 0.9 магнитуда. Магнитуда  $V = 17.7$  mag дата у Véron-Cetty & Véron (2001) је најмања детектована и слична је минималној, коју смо детектовали, у  $R$  домену. Промене у сјају се могу описати функцијом којој одговара годишњи период, али такву функцију сматрамо за могући *алиасинг*. Различитим методама смо добили другачије функције усклађивања. Функције са периодом од око 2000 дана (приближно исти као и период посматрања  $\sim 1950$  дана) имају полуамплитуду од 0.3 mag. То су функције одређене методама WWZ, PERIOD04 (за  $V$  и  $R$  домене), DCDFIT ( $R$ ) и GLSP ( $V$ ). Методом DCDFIT добијен је период од око 8214 дана у  $V$  домену (што је 4 пута веће од периода одређеног за  $R$  домен). Овој функцији одговара поламплитуа од 2.4 mag. Методом GLSP одређен је период од око 4500 дана  $R$ , које је око 2 пута већи од периода за домен  $V$ . Полуамплитуда која одговара периоду за  $R$  домен је око 3 пута већа од полуамплитуде одређене за  $V$  домен (0.73 mag и 0.24 mag). На слици 3.23 су приказане криве сјаја са периодичним функцијама које одговарају подацима (са периодом од 8214 дана за  $V$  и 2397 дана за  $R$  домен).

Боја се током посматрања променила за скоро пола магнитуде. У случају односа боја–магнитуда присутне су незнатне промене (RWB тренд).

**Сажетак.** У радио-домену је детектован млаз. Растојања језгро–млаз израчуната су за различите радио-фреквенције у раду Plavin et al. (2022). Највеће растојање је измерено на 2 GHz 19.2 (mas). Овај објекат није издвојен као један од најквалитетнијих објеката за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* (Makarov et al., 2019). Утврдили смо да је објекат променљив у оба домена. Промена сјаја је око 0.9 магнитуда. Различите периоде промене сјаја смо добили са различитим методама. Сматрамо да периодична функција са периодом који је сличан посматрачком периоду, добро описује наше податке у  $R$  домену. Податке у  $V$  домену добро описује функција са периодом који је око 4 пута већи од посматрачког. У зависности боја–магнитуда детектовали смо RWB тренд.

### 3.1.28 1556+335

Извор је први пут детектован током NRAO претраге радио-слабих извора на 5 GHz, које је започето 1967. године и представљено у Davis (1971). Wills & Wills (1979) су га идентификовали као квазар, а касније је класификован као FSRQ од стране Massaro et al. (2015) у 5. издању Roma-BZCAT каталога блазара. Први спектроскопски црвени помак  $z = 1.65$  представљен је у Wills & Wills (1979) касније је потврђен у Richards et al. (2015) 1.653598 и Chen et al. (2018) 1.6535. У раду Kimball et al. (2011) морфолошки тип је дефинисан као *језгро*, јер је детектована радио-емисија само на позицији квазара у оптичком домену. Логаритам масе црне рупе изражене у  $M_{\odot}$   $10.024996 \pm 0.046142$  и логаритам Едингтоновог односа  $-0.874986$ , дати су у раду Rakshit et al. (2020). Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења, која је изражена у Hz, је 13.92 (Mao & Urry, 2017).

**Анализа наших резултата.** Током посматрања, објекат је био променљив само у  $V$  домену и у односу на упоришну звезду А. Један је од најстабилнијих објеката као што је поменуто у раду Јовановић et al. (2018) за период 2016–2019. године. За шест година сјај се смањио за 0.2 mag у оба домена. Историјска  $V$  магнитуда 17 mag је најнижа икада



откривена Hewitt & Burbidge (1987). Магнитуда  $R = 16.94$  (за епоху 1996.523) дата у раду Helfand et al. (2001) близу је средње магнитуде коју смо детектовали.

Из зависности боја–време можемо закључити да се боја није мењала током времена. Детектована је мала промена боје у односу на магнитуду  $R$  (BWB тренд).

**Сажетак.** За овај објекат, нисмо нашли у литератури да је испитана његова морфолошка структура у радио-домену. Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* (Makarov et al., 2019). Утврдили смо да је овај објекат један од најстабилнијих објеката у  $V$  и  $R$  домену и резултате смо публиковали у радовима (Jovanović et al., 2018; Jovanović, 2019; Jovanović et al., 2023b). Током шест година посматрања нисмо детектовали  $V$  магнитуду која је представљена у Hewitt & Burbidge (1987). Средња вредност  $R$  магнитуде коју смо израчунали је слична представљеној у раду Helfand et al. (2001). У промени боје детектовали смо само BWB тренд.

#### 3.1.29 1603+699

Објекат је био један од радио-извора посматраних интерферометром на 365 MHz *UTRAO* опсерваторије (Douglas et al., 1996). Класификован је као FSRQ у D’Abrusco et al. (2014, 2019). У Véron-Cetty & Véron (2010) су дати:  $R = 17.12$  mag, апсолутна  $B - 26.3$  магнитуда и  $z = 1.185$ . Такође, налази се у каталогу *CRATES*, претраге неба са најкомплетнијом листом FSRQ (Healey et al., 2007). Током испитивања његове морфологије дато је растојање између језгра и млаза на 2 GHz ( $15.5 \pm 0.1$ ) mas, док је на 8 GHz растојање близу 1 (mas) у раду Plavin et al. (2022). У Bourda et al. (2011) објекат има две морфолошке структуре симетричне у односу на језгро на 2 GHz, док је на 8 GHz видљива структура само са једне стране језгра. У Douglas et al. (1996) је описан као „тачкаст”.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у оба домена, са амплитудом промене сјаја од 0.3 mag. Каталогска  $R$  магнитуда одговара средњој коју смо детектовали у  $V$  домену (17.1 mag). Периодичност је испитивана и одређени су периоди дужине као и посматрачки пердиод  $\sim 2100$  дана, са полуамплитудом од 0.1 mag. Абеов критеријум је показао да постоје систематске грешке у резидуалима, након одузимања периодичне функције од података у  $R$  домену. Распон резидуала је једнак  $2\sigma$  ( $\sigma$  је стандардна девијација података). На слици 3.24 приказане су криве сјаја са периодичним функцијама које одговарају подацима у  $V$  и  $R$  домену. Детектована је мала промена боје током времена и у односу на магнитуду  $R$  (BWB тренд).

**Сажетак.** За овај објекат, првобитно је зрачење у радио-домену описано као компактно (Douglas et al., 1996). Касније су детектовани радио-млаз и радио-овали. Растојање језгро–млаз је 15.5 mas на 2 GHz је представљено у раду Plavin et al. (2022). Овали су видљиви на VLBI мапама које су представљене у раду Bourda et al. (2011). Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF* (Makarov et al., 2019). Утврдили смо да је објекат променљив у оба домена. Промена сјаја је била мала (0.3 mag). Период промене сјаја је сличан посматрачком периоду. Абеов критеријум је показао да у резидуалима (који представљају разлику података од вредности функције усклађивања) нису отклоњене систематске грешке. Због тога је потребно да наставимо са посматрањима овог објекта. У зависности боја–магнитуда детектовали смо BWB тренд.

#### 3.1.30 1607+604

Након NRAO претраге неба на 4.85 GHz, извор су каталогизовали Gregory & Condon (1991) и Becker et al. (1991). У Becker et al. (1991) означен је као извор са проширеном

радио-емисијом. Црвени помак  $z = 0.178$  и класа радио-јак квазар су одређени спектроскопијом у Laurent-Muehleisen et al. (1998). Аутори D'Abrusco et al. (2014) су класификовали објекат као BL Lac. Радио и оптичку унакрсну идентификацију извора извршили су аутори рада Bauer et al. (2000), где су представили црвени помак  $z = 0.178$  и радио-емисију објекта као проширену и раздвојену на три компоненте. Објекат је слабо променљив у  $B$  домену у односу на апсолутну разлику магнитуда и умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда, док у  $R$  домену објекат није променљив (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** За време посматрања сјај се променио за 0.5 и 0.4 магнитуде у  $V$  и  $R$  домену, редом. Постоји тренд опадања сјаја у оба домена. Подаци су усклађени са функцијом која се састоји из линеарне и периодичне. Период промене сјаја у оба домена је одређен од око 1500 дана (мањи је од посматрачког периода, који износи  $\sim 2200$  дана), са полуамплитудом од 0.2 mag у  $V$  и 0.1 mag у  $R$  домену. На слици 3.25 су приказане криве сјаја са функцијом усклађивања.

Боја се променила за око 0.4 mag (статистички значајно). Колор индекс се повећао током времена и са опадањем сјаја. У случају зависности боја–магнитуда можемо рећи да су присутне BWB промене, карактеристичне за BL Lac објекте.

**Сажетак.** У Becker et al. (1991) описан је као извор који нема компактну емисију у радио-домену. У раду Makarov et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система. Промене сјаја у  $B$  домену су представљене у раду Abrahamyan et al. (2019). Утврдили смо да је објекат променљив у оба домена. Промена сјаја је била од око 0.5 магнитуда током шест година посматрања. У оба домена период промене сјаја је око 1500 дана, што је мање од посматрачког периода. Приметили смо да је присутна BWB промена, која је карактеристична за BL Lac објекте (чијој класи и овај објекат припада).

### 3.1.31 1612+378

У 5. издању Roma-BZCAT каталога блазара, извор је класификован као FSRQ. Црвени помак  $z = 1.531239$  одређен спектроскопијом је дат у Richards et al. (2015). Апсолутна  $i$  магнитуда  $-28.332$  mag добијена је у раду Rafiee & Hall (2011). Радио-морфологија је класификована као *језгро* у Kimball et al. (2011). У раду Plavin et al. (2022) је дато растојање између језгра и млаза на 8 GHz ( $11.2 \pm 10.7$ ) mas. Логаритам масе црне рупе изражене у  $M_{\odot}$   $9.684895 \pm 0.084033$  и логаритам Едингтоновог односа  $-0.454582$  дати су у раду Rakshit et al. (2020). Мао & Urry (2017) су одредили логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.16$ . Објекат је умерено променљив у  $B$  домену и слабо променљив у  $R$  домену у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у оба домена, са амплитудом промене сјаја од 0.4 mag. Детектован је период промене сјаја од око 2500 дана (посматрачки период је  $\sim 2200$  дана) са полуамплитудом од око 0.2 mag. Полуамплитуда (који смо добили различитим методама) једнака је половини разлике детектоване максималне и минималне магнитуде, из тога закључујемо да је са овим периодичним функцијама промена сјаја добро описана. На слици 3.26 су приказане криве сјаја са функцијом усклађивања.

Амплитуда промене боје је око 0.2 mag. Колор индекс је током прве три године имао тренд раста, а касније опадања. У случају боја–магнитуда зависности можемо рећи да

су присутне промене ВВВ, што је једна од карактеристика ВЛ Лас објеката. Потребно је наставити са посматрањима и испитати периодичну промену боје током времена.

**Сажетак.** Објекат има детектовано радио-зрачење на оптичкој позицији у раду Kimball et al. (2011). Касније, у раду Plavin et al. (2022) је дато растојање језгро–млаз на 8 GHz 11.2 mas. Према Makarov et al. (2019) објекат је један од најквалитетнијих објеката за повезивање *ICRF* и *Gaia CRF* система. Промене у сјају у доменима *B* и *R* су описане (Abrahamyan et al., 2019). Ми смо утврдили да је објекат променљив у оба домена (*V* и *R*). Промена сјаја је око 0.4 mag. Период промене сјаја је приближан посматрачком периоду. Закључили смо да периодична функција (са периодом од око 2500 дана и полуамплитудом од 0.2 mag) добро описује промену сјаја објекта. Детектовали смо ВВВ промене, које су мање карактеристичне за FSRQ објекте.

#### 3.1.32 1618+530

Објекат се налази у 87GB каталогу (Gregory & Condon, 1991). На основу спектроскопских мерења *GNIRS-DQS* објекат не припада радио-слабим АГЈ (Matthews et al., 2021). Класификован је као FSRQ у 5. издању *Roma-BZCAT* каталога са *R* магнитудом од 16.7 mag (Massaro et al., 2015). Црвени помак, који је одређен на основу емисионих линија спектра је 2.2200, а одређен на основу апсорпционих линија је 2.0030, видети Chen et al. (2020). Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења (изражене у Hz) је 14.09 (Мао & Urry, 2017). У Rakshit et al. (2020) дати су логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ )  $9.920128 \pm 0.030983$  и Едингтоновог односа -0.283210. У табели за квазаре дате су магнитуде: *V* = 16.72 mag и апсолутна *B* = -28.4 mag (Véron-Cetty & Véron, 2010).

**Анализа наших резултата.** Објекат није променљив у *V* домену, у *R* домену је променљив само по Абеовом критеријуму. Каталогска вредност магнитуде је блиска максималној вредности која је детектована у *R* домену. У *V* домену сјај објекта није достигао вредност која је дата у (Véron-Cetty & Véron, 2010). Није детектована промена боје током времена, али јесте RWB промена (које је карактеристична за FSRQ квазаре).

**Сажетак.** За овај објекат, нисмо пронашли у литератури анализу морфолошке структуре у радио-домену, као ни промене сјаја у оптичком домену. Објекат се налази у каталогу *ICRF3*, али није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање раније поменутих координатних система (Makarov et al., 2019). Анализирали смо промене сјаја објеката током периода 2013–2019. године. Објекат је стабилан у *V* и могуће променљив у *R* домену. Детектовали смо RWB промену боје.

#### 3.1.33 1722+119

Ово је један од првих откривених ВЛ Лас објеката. Први пут се појавио у четвртном *Uhuru* каталогу објеката посматраних у домену *X*-зрака (Forman et al., 1978). После једне деценије објекат је независно класификован као ВЛ Лас, а процена црвеног помака је дата у радовима Griffiths et al. (1989)  $z = 0.018$ , и Brissenden et al. (1990)  $z > 0.1$ . Griffiths et al. (1989) су дали и магнитуду *V* = 16.6 mag на основу посматрања из 1979. године. У Ahnen et al. (2016) одређен је црвени помак  $0.34 \pm 0.15$ . Објекат је један од извора који су детектовани са *MAGIC*<sup>13</sup> телескопима у TeV (Cortina, 2013). *MAGIC* посматрања су

<sup>13</sup>*MAGIC* је скраћеница од *Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescopes*, Ла Палма, Канарска острва.

иницирана наглим скоком сјаја у мају 2013. године у оптичком домену, када је магнитуда у  $R$ -домену достигла 14.65 mag, што је било највеће забележено од 2005. године (када је започео програм праћења промене сјаја овог блазара на *Tuorla* опсерваторији). Објекат је класификован као HSP у радовима Nieppola et al. (2006), Ackermann et al. (2011), Chang et al. (2019) и Yang et al. (2022). Chang et al. (2019) су укључили овај објекат у трећи каталог блазара са екстремном и јаком синхротронским емисијом са  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.7$ . Ми смо усвојили вредност која је дата у Yang et al. (2022)  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 16.2$ . На VLBA снимцима од августа до децембра 2013. године на 8.4 GHz морфолошка структура објекта је сачињавала језгро и две компоненте (радио-млаза) C1 и C2 (Piner & Edwards, 2014). Одређена је температура језгра и ово је објекат са највишом температуром (од анализираних објеката у наведеном раду), већом од  $6 \times 10^{10}$  K. На 6 лучних секунди од језгра је детектовано повећање сјаја, што је познато својство за TeV блазар. Ово повећање сјаја (детектовано дуж млаза) је исте величине као и сјај детектован у централном делу објекта. Брзина компоненти C1 и C2 је дата у Piner & Edwards (2018). Морфологија је испитивана и у Urry et al. (2000), али галаксија домаћин није издвојена само је дата магнитуда језгра  $14.61 \pm 0.01$  mag. Анализирана су својства радио-млаза и у Lister et al. (2011), само је добијено да је температура језгра виша од 10.7 K. Његове физичке параметре је проценио Chen (2018) синхротронским сопственим Комптоновим зрачењем и Клајн-Нишина расејањем (ССК/Клајн-Нишина модел). Маса црне рупе је одређена на основу доње границе апсолутне магнитуде галаксије домаћина 20.75 mag у  $R$  домену. Логаритам масе црне рупе, која је изражена у  $M_{\odot}$ , је 6.45 (Wu et al., 2009).

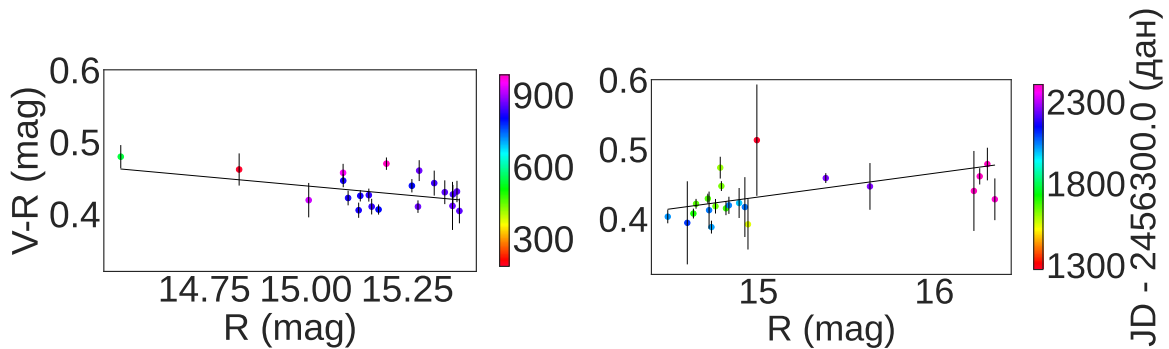
$V$  магнитуда 15.77 mag је дата у Dai et al. (2002). Током 2008–2012. године, променљивост у  $R$  домену је била присутна, али ( $B - R$ ) хроматизам у распону од  $\sim 1$  магнитуде  $R$  домена није откривен (Wierzcholska et al., 2015). Од 2011. године аутори Taris et al. (2016) истраживали су дугорочну периодичност у  $V$  и  $R$  доменима користећи Ломб–Скаргле метод (Roberts et al., 1987). Период је откривен само у  $R$  домену од 432 дана. У Taris et al. (2018) је детектован период од 35 дана промене у сјају у оптичком *Gaia G* домену, за период посматрања 2013–2016. године. У јуну 2015. године током три сата праћења промене сјаја и боје, објекат је показао могућу променљивост у  $R$  домену и снажан RWB тренд оптичког спектра, а није показао променљивост у  $V$  домену (Kalita et al., 2021). Аутори рада Lindfors et al. (2016) су открили корелацију између оптичког  $R$  домена и радио-домена на 15 GHz, али без присуства изненадног повећања флукса у радио-домену. У криви сјаја у оптичком домену су детектовани бљескови, који су највероватније повезани са постојањем веома компактнoг емисионог региона и емисијом великих енергија (што је и потврђено открићем VHE<sup>14</sup>  $\gamma$ -зрака за време бљеска у оптичком домену на пролеће 2013. године у Ahnen et al. (2016)). Промена сјаја у подацима прикупљеним током 12 година у домену  $X$ -зрака анализирали су Rani et al. (2009). Период од око годину дана је описан као вештачки. Објекат није променљив у  $B$  домену, а у  $R$  домену је слабо променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). За овај објекат утврђено је да постоји веза у изненадним променама сјаја детектованих у радио-домену и домену  $\gamma$ -зрака. Временско кашњење између детектованих промена је 239.21 дана (Liodakis et al., 2018). Криве сјаја добијене током ASAS-SN претраге неба у оптичком домену су упоређене са кривама сјаја *Fermi-LAT* телескопа у домену  $\gamma$ -зрака (de Jaeger et al., 2023). Уочен је само бљесак у оптичком домену.

**Анализа наших резултата.** Наши подаци указују да је ово објекат са највећом променом сјаја од око 2 магнитуде. У  $R$  домену достигао је максимум сјаја (14.371 mag) дана 28. августа 2016. године (овај временски период није покривен посматрањима у  $V$  домену), следећи максимум од 14.458 mag догодио се 20. јула 2018. године и детектован је и у  $V$

<sup>14</sup>Very High Energy - VHE, са енергијом већом од 100 GeV.

домену, 14.888 mag. У последњих 300 дана сјај се смањило за 1.6 mag и достигао минималних 16.8 и 16.3 mag у  $V$  и  $R$  домену, редом. У подацима ГЈО телескопа анализирали смо краткорочне периоде промене сјаја и одредили смо период од око два месеца, са амплитудом  $\sim 0.3$  mag. Ови графици (криве сјаја са функцијом усклађивања, за оба домена) су приказани на слици 3.27. Дугорочне промене су анализирани на целокупном материјалу. Добијен је период од око 1600 дана PERIOD04 софтвером, са полуамплитудом од око 0.5 mag. Осталим методама су добијени периоди: око 1400 дана, са полуамплитудом 0.7 mag у  $V$  и 1900 дана са полуамплитудом  $\sim 0.5$  mag у  $R$  домену. Систематске грешке нису уклоњене након одузимања функције усклађивања (комбинације линеарне и периодичне функције) од података. Графици на којима су приказане криве сјаја са функцијом усклађивања (за оба домена) су приказани на слици 3.28. Да бисмо могли да одредимо периоде промене сјаја који су краћи потребно је да се наставе посматрања.

Боја током времена није имала значајну промену. Из зависности боја–магнитуда можемо закључити да су BWB промене присутне, али смо приметили да су током овог периода посматрања присутна два тренда промене боје у зависности од  $R$  магнитуде. Један на почетку посматрања од 2013. до 2016. године, а други од 2016. године до краја циклуса посматрања. Током прве три године присутан је RWB тренд, а у наредне три године BWB промене боје (у том периоду детектовани су и минимум и максимум сјаја објекта). На слици 3.5 и табели 3.7 су приказани зависност боја–време и боја–магнитуда за период 2013–2016. и 2016–2019. године.



Слика 3.5: Зависност боја–магнитуда објекта 1722+119 у периоду 2013–2016. (лево) и 2016–2019. (десно).

Табела 3.7: Зависност боја–магнитуда објекта 1722+119 у периоду 2013–2016. и 2016–2019.

Период	Нагиб	Пресек са $y$ осом	$r$	$P$
2013–2016.	$-0.051 \pm 0.018$	$1.21 \pm 0.28$	$-0.32$	0.1510
2016–2019.	$0.034 \pm 0.006$	$-0.08 \pm 0.08$	0.64	0.0012

**Сажетак.** Морфолошка структура овог објекта детектована на 8.4 GHz је састављена од језгра и две компоненте радио-млаза (Piner & Edwards, 2014). Галаксију домаћина су детектовали у (Wu et al., 2009). Објекат је један од најквалитетнијих за повезивање два већ поменути небеска координатна система према Makarov et al. (2019). Објекат је променљив у различитим доменима. Промене сјаја су велике и изненадне. Ова запажања су објављена у радовима: Rani et al. (2009); Wiercholska et al. (2015); Ahnen et al. (2016); Lindfors et al. (2016); Taris et al. (2016); Liidakis et al. (2018); Taris et al. (2018); Abrahamyan et al. (2019); Kalita et al. (2021); de Jaeger et al. (2023). Од свих објеката које смо посматрали, ово је објекат са највећом променом сјаја и најсјајнији. Одредили смо краћи и дужи период промене сјаја. Краћи период је износио око два месеца, а дужи је

сличан посматрачком периоду. Примећен је и тренд опадања сјаја у оба домена. Због тога су подаци (целокупног посматрачког периода) усклађени са комбинацијом линеарне и периодичне функције. Детектовали смо BWB промене током шест година посматрања. У првој половини посматрачког периода присутан је RWB тренд, а у другој половини BWB промене боје.

### 3.1.34 1730+604

Објекат се налази у каталозима објављеним у Gregory & Condon (1991); Becker et al. (1991). Класификован је као FSRQ у Véron-Cetty & Véron (2010) и Massaro et al. (2014). Морфолошки тип је класификован као *jezgro* у Kimball et al. (2011). Rakshit et al. (2020) су проценили логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ )  $8.845131 \pm 0.038714$  и Едингтоновог односа  $-0.564757$ . Véron-Cetty & Véron (2010) су, у каталогу квазара, навели  $V = 17.94$  mag, апсолутну  $B = -24.6$  магнитуду и црвени помак 0.730. Каталогска  $V$  магнитуда одговара средњој магнитуди коју смо детектовали ( $\sim 18$  mag).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у оба домена. Измерили смо промену сјаја од око 0.55 mag. Период промене сјаја одређен методама DCDFТ и WWZ је око 3000 дана, са PERIOD04 око 2600 дана и методом GSLP око 3600 дана у  $V$  домену. У  $R$  домену период је око 2500 дана добијен скоро свим методама (2700 GLSP). Полуамплитуде периодичних функција које су добијене након усклађивања података су 0.2 mag. Колор индекс опада током времена (статистички значајно) и са порастом сјаја објекта. Графици на којима су приказане криве сјаја са функцијом усклађивања (за оба домена) су приказни на слици 3.29. Присутан је BWB тренд у боја–магнитуда зависности.

**Сажетак.** За овај објекат, у радио-домену је детектована емисија на оптичкој позицији (Kimball et al., 2011). Објекат је сврстан у списак најквалитетнијих објеката за повезивање два небеска координатна система (Makarov et al., 2019). Испитивали смо промену сјаја и утврдили да је објекат променљив у оба домена. Промена сјаја је око 0.5 магнитуда. Период промене сјаја је дужи за око 2–3 године од посматрачког периода. У боја–магнитуда зависности присутан је BWB тренд.

### 3.1.35 1741+597

Извор је каталогизован исте године у два рада Gregory & Condon (1991) и Becker et al. (1991). У Laurent-Muehleisen et al. (1998) извор је класификован као BL Lac. Црвени помак је одређен фотометријом  $z = 0.415$  од стране Richards et al. (2009). Извор је ISP према Nieppola et al. (2006); Ackermann et al. (2011); Yang et al. (2022), а HSP према Mao & Urry (2017). Ми смо усвојили  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.4$  дато у Yang et al. (2022) и класификујемо извор као ISP. Ово се разликује од класификације у Jovanović et al. (2023b). У време објављивања рада нисмо имали доступне вредности које су објављене у Yang et al. (2022). У Chen (2018) су процењени физички параметри млаза коришћењем ССК/Томсоновог модела. Галаксију домаћина су открили Nilsson et al. (2003), у раду је приказана магнитуда језгра у  $R$  домену ( $17.06 \pm 0.03$ ) mag и галаксије домаћина ( $19.33 \pm 0.06$ ) mag са ефективним радијусом од  $(1.6 \pm 0.2)''$ . Маса црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је одређена на основу апсолутне магнитуде галаксије домаћина 18.67 mag у  $R$  домену, добијен логаритам масе је 8.55 (Wu et al., 2009).

**Анализа наших резултата.** Ово је један од објеката са највећом променом сјаја, са око 1.6 mag. У последњих 250 дана објекат је постао сјајнији за 1.2 магнитуду. Подаци су

усклађени са функцијом која је комбинација линеарне и периодичне функције. Графици ових крива сјаја са функцијом усклађивања су приказани на слици 3.30. Периоди одређени методама DCDFТ, WWZ и GLSP су око 5000 дана (са полуамплитудом од 1.2 mag) у  $V$  и око 3200 дана (са полуамплитудом од 0.6 mag) у  $R$  домену. PERIOD04 периоди су око 3600 дана (са полуамплитудом од 0.7 mag) и 2600 дана (са полуамплитудом од 0.5 mag) у  $V$  и  $R$  домену, редом. Криве сјаја са функцијом усклађивања (за оба домена) су приказни на слици 3.30.

Боја се променила за око 0.3 mag. Из зависности боја–магнитуда можемо закључити да су присутне промене BWB.

**Сажетак.** У раду Макаров et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система. У радио-домену је детектован млаз. Физичке параметре млаза су представили у раду Chen (2018). Галаксија домаћин је детектована у  $R$  домену (Nilsson et al., 2003). Ми нисмо детектовали галаксију домаћина у нашим подацима. Након анализе наших података, можемо да кажемо да је ово један од објеката са највећом променом сјаја. Сјај објеката се променио за око 1.6 магнитуда у оба домена. Период промене сјаја је око два пута већи од посматрачког периода. Детектовали смо BWB промену боје, која је карактеристична за BL Lac објекте.

#### 3.1.36 1753+338

Објекат се налази у каталогу састављеном на основу посматрања *MG II* претраге неба (Langston et al., 1990) и у каталогу *CRATES*, претраге неба са најкомплетнијом листом FSRQ (Healey et al., 2007). У Véron-Cetty & Véron (2010) класификован је као Sy1 са фотографском  $O$  17.9, апсолутном  $B$  -22.4 магнитудом и  $z = 0.242$ . У Gaia DR3 сјај објекта је већи од 20 mag. Plavin et al. (2022) су проценили растојање између језгра и млаза 41.2 mas (на 8 GHz). Одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) износи 20.8 mas, а у деклинацији -41.3 mas (Andrei et al., 2009). Објекат је „тачкаст” према (Healey et al., 2007).

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта у  $V$  домену је у распону од 18.5 mag до 18.8 mag, у  $R$  од 17.7 mag до 18 mag. Објекат није променљив у  $V$  домену (постоји само 14 података без TJO посматрања), у  $R$  само по F–тесту (44 података). У оба домена сјај се променио за око 0.3 магнитуде. Не можемо да тврдимо да постоји линеарна зависност боја–време и боја–магнитуда (имамо само 14 података).

**Сажетак.** Објекат првобитно описан као „тачкаст” у радио-домену (Healey et al., 2007). Касније је детектован млаз на 8 GHz и одређено је растојање језгро–млаз од 41.2 mas у раду Plavin et al. (2022). Детектовали су одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) 20.8 mas, а у деклинацији -41.3 mas у раду Andrei et al. (2009). Макаров et al. (2019) нису сврстали објекат међу најквалитетније за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF*. Ово је један од најслабијих објеката из нашег узорка. Из тог разлога, за овај објекат имамо мали број посматрања у  $V$  домену. Због малог броја података статистички тестови показују да је објекат стабилан у  $V$  домену. У  $R$  домену објекат је могуће променљив. Не можемо да тврдимо да је боја објекта променљива ни током времена ни са променом сјаја, због малог броја података.

#### 3.1.37 1759+756

Објекат је први пут представљен у резултатима претраге неба 100 m телескопом *MPIfR* (Kuehr et al., 1981). То је FSRQ са црвеним помаком 3.05, највећим од свих објеката из

узорка (Hook et al., 1996). Црвени помак на основу апсорпционог спектра је 2.625 (Hook et al., 1996). Одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 9.9 mas, а деклинацији 43.5 mas (Andrei et al., 2009). Његова  $R$  магнитуда је 16.5, а апсолутна  $B$  -28.7 (Véron-Cetty & Véron, 2010). У Gaia DR3 је означен као непроменљив објекат.

**Анализа наших резултата.** Објекат није променљив у оба домена. Ово је најстабилнији објекат нашег узорка (стандардна девијација је око 0.04 mag). Магнитуда  $R$  је слична каталошкој (Véron-Cetty & Véron, 2010). Детектована је карактеристична RWB промена.

**Сажетак.** За овај објекат је одређено одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) 9.9 mas, а деклинацији 43.5 mas (Andrei et al., 2009). Према Makarov et al. (2019) ово је један од најквалитетнијих објеката за повезивање *ICRF* и *Gaia CRF* система. Анализирали смо промену сјаја овог објекта у периоду 2013–2019. године. Ово је један од најстабилнијих објеката из нашег узорка. Током шест година посматрања сјај објекта се веома мало променио. Магнитуда у  $R$  домену је слична каталошкој вредности у Véron-Cetty & Véron (2010). Испитивали смо и промену боје. Присутна је RWB промена карактеристична за FSRQ квазаре.

#### 3.1.38 1810+522

Објекат је у каталозима Gregory & Condon (1991); Becker et al. (1991). Сајфертова је галаксија недефинисаног типа у Véron-Cetty & Véron (2010) са  $R$  магнитудом 17.09, апсолутном  $B$  -26.4 и црвеним помаком 1.2. Уочено је постојање широких емисионих линија и одређена је апсолутна  $R$  магнитуда -28.24 у Caccianiga et al. (2002).

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај за 0.3 mag, али је променљив само по  $F$ -тесту. У зависности боја–магнитуда је присутан RWB тренд.

**Сажетак.** За овај објекат нисмо пронашли у литератури описану морфолошку структуру у радио-домену, као ни анализу промене сјаја у оптичком домену. Анализирајући наше податке, објекат је могуће променљив, у оба домена. Детектовали смо само RWB тренд у боја–магнитуда зависности.

#### 3.1.39 1811+317

Налази се у  $B2$  каталогу објављеном у Colla et al. (1970), као и у каталозима BL Lac објекта (Padovani & Giommi, 1995; Véron-Cetty & Véron, 2010). Објекат је HSP. Логаритам фреквенције максимума синхротронског зрачења (изражене у Hz) је 15.2 (Yang et al., 2022). Морфолошки тип је испитиван у Nilsson et al. (2003) у  $R$  домену. Поред магнитуде језгра ( $16.89 \pm 0.05$ ) mag и  $z = 0.117$ , дате су: магнитуда галаксије домаћина ( $17.92 \pm 0.05$ ) mag, ефективни радијус ( $3.6 \pm 0.1$ )" и елиптичност галаксије 0.19 (Nilsson et al., 2003). Физички параметри млаза су описани ССК/Томсоновим моделом, видети Chen (2018). Такође, уочава се морфолошка структура само са једне стране у односу на центар објекта на снимцима на 2 GHz и 8 GHz (Bourda et al., 2011). У Véron-Cetty & Véron (2010) дате су:  $R = 17.4$  mag и апсолутна  $B$  магнитуда -21.2 mag. У Massaro et al. (2015) дата је магнитуда у  $R$  домену 15.2 mag. Променљивост сјаја је испитивана током ноћи у мају 1993. године у домену  $X$ -зрака (Heidt & Wagner, 1998). Утврђено је да је објекат променљив, али на временској скали дужи од посматраног периода.

Фотон највеће енергије је детектован 1. октобра 2020. године са *Fermi-LAT*. Анализа *Fermi-LAT* података показује да постоји бљесак који је дуготрајан и траје још од априла



2020. године (Angioni et al., 2020). Бљесак највеће енергије је покренуо *MAGIC* посматрања (Blanch, 2020). Детектовали су зрачење велике енергије у домену  $\gamma$ -зрака ( $E > 100$  GeV), у периоду од 4. до 10. октобра 2020. године. Такође, покренуто је праћење промене сјаја у оптичком  $R$  домену од стране посматрачке групе Naturwissenschaftliches Labor fuer Schueler am Friedrich-Koenig-Gymnasium (Вирцбург, Немачка) и Астрономске опсерваторије Универзитета у Сијени (Италија). У телеграму (Bonnoli et al., 2020) су дали  $R$  магнитуде од 3. до 17. октобра 2020. године. Детектоване су мање промене сјаја око средње вредности 15.1 mag. Детектован је бљесак у оптичком домену и у домену  $\gamma$ -зрака, временско кашњење између њих од  $-6.97 \pm 42.66$  дана је одређено са методама DCF<sup>15</sup> и ZDCF<sup>16</sup>.

Налази се у програму праћења промене сјаја *Tuorla* опсерваторије у Финској. Сјај овог објекта се прати од јануара 2016. године. Примећен је тренд пораста сјаја у нашим подацима, као и на криви сјаја *Tuorla* опсерваторије (за исти посматрачки период). За одређивање сјаја користили су релативну фотометрију. Упоришна звезда коју су користили је сатурисана на нашим снимцима (или близу сатурације), тј. доста је сјајнија од објекта. Због тога је нисмо користили за релативну фотометрију. Контролна звезда, коришћена за фотометријска мерења *Tuorla* опсерваторије, означена је у нашим подацима са бројем 3. Ова звезда у нашим мерењима мало одступа од каталожке у  $R$  домену.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у оба домена, амплитуда промене сјаја је 1.3 mag и 1.2 mag у  $V$  и  $R$  домену, редом. Подаци су усклађени са линеарном функцијом. На слици 3.31 су приказане криве сјаја у оба домена са функцијом усклађивања.

Колор индекс опада током времена и са порастом сјаја. Детектована је BWB промена.

**Сажетак.** У радио-домену је детектован млаз и његови физички параметри су дати у Chen (2018). Карактеристике галаксије домаћина у оптичком домену су представили у Nilsson et al. (2003). Променљив је у оптичком домену, домену  $X$  и  $\gamma$ -зрака (Heidt & Wagner, 1998; de Jaeger et al., 2023). У нашим посматрањима нисмо детектовали галаксију домаћина. Утврдили смо да је објекат променљив. У оба домена сјај се повећао за више од једне магнитуде. Податке смо ускладили са линеарном функцијом. У промени боје присутна је BWB промена, која је карактеристична за BL Лас објекте.

### 3.1.40 1818+551

Објекат се налази у каталозима Gregory & Condon (1991); Becker et al. (1991); Healey et al. (2007) и Massaro et al. (2014). У Véron-Cetty & Véron (2010) је класификован као Сајфертова галаксија недефинисаног типа са  $R$  магнитудом 17.03 mag, апсолутном  $B$ -27.1 mag и црвеним помаком 1.670.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променљив у  $V$  домену, у  $R$  домену је променљив по F-тесту. Сјај објекта се променио за 0.25 магнитуде у  $V$  и 0.22 у  $R$  домену. Каталогску вредност магнитуде  $R$  нисмо детектовали, одговара средњој магнитуди у  $V$  домену. Период промене сјаја (у  $V$  домену) је око 2800 дана са полуамплитудом од 0.06 mag, видети слику 3.32. Детектован је пораст боје током времена (статистички значајно) и са слабљењем сјаја, присутне су BWB промене.

<sup>15</sup>Discrete Correlation Function - DCF

<sup>16</sup>Z-transformed Discrete Correlation Function - ZCDF (de Jaeger et al., 2023)

**Сажетак.** За овај објекат нисмо пронашли у литератури описану морфолошку структуру у радио-домену, као ни анализу промене сјаја у оптичком домену. Према Makarov et al. (2019) ово је један од најквалитетнијих објеката за повезивање *ICRF* и *Gaia CRF* система. Утврдили смо да је објекат променљив у *V* домену и могуће променљив у *R* домену. Промене сјаја овог објекта су мање око 0.25 mag. Период промене сјаја у *V* домену је за око две године већи од посматрачког периода. Детектовали смо BWB промене боје (објекат је Сајфертова галаксија).

### 3.1.41 1838+575

Објекат се налази у каталозима Gregory & Condon (1991); Becker et al. (1991). Класификован је као BL Lac у Véron-Cetty & Véron (2010); Massaro et al. (2009); Negi et al. (2022). Фреквенција максимума синхротронског зрачења је одређена у Yang et al. (2022),  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 15.4$ . Објекат је HSP. Налази се у *LEDA*<sup>17</sup> бази вангалактичких објеката са именом *LEDA* 2568479 (Paturel et al., 2003). Класификован је као галаксија са привидним пречником од  $(0.046 \pm 0.010)$  лучних минута. Магнитуде  $R = 16.93$  mag, апсолутна  $B = -21.8$  mag и  $z = 0.164$  су дати у Véron-Cetty & Véron (2010). Магнитуда  $R = 15.4$  mag је дата у Massaro et al. (2015). Током испитивања промене флукса и боје у оптичком домену у подацима *ZTF*<sup>18</sup> *DR6* претраге неба утврђене су RWB промене у боји (у једном делу посматрачког периода) и добијена је вредност за *VAP* у *r* домену 0.32 (Negi et al., 2022). У *Gaia* DR3 је означен као непроменљив објекат.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај за 0.3 магнитуде у оба домена. Само F-статистика израчуната у односу на звезду А је мало већа од критичне вредности. Нисмо испитивали периодичност промене сјаја. Линеарна зависност боја–време и боја–магнитуда није детектована. Могућа периодична промена боје током времена (и са променом сјаја) требало би да се испита на већем временском периоду.

**Сажетак.** За овај објекат нисмо пронашли у литератури описану морфолошку структуру у радио-домену. У Makarov et al. (2019) није сврстан међу најквалитетније објекте за повезивање поменутих координатних система. У оптичком домену детектовали су промену сјаја у *r* домену и RWB промене у боји (Negi et al., 2022). Утврдили смо да је објекат могуће променљив у оба домена. Нисмо утврдили да постоји линеарна зависност боја–време и боја–магнитуда.

### 3.1.42 2052+239

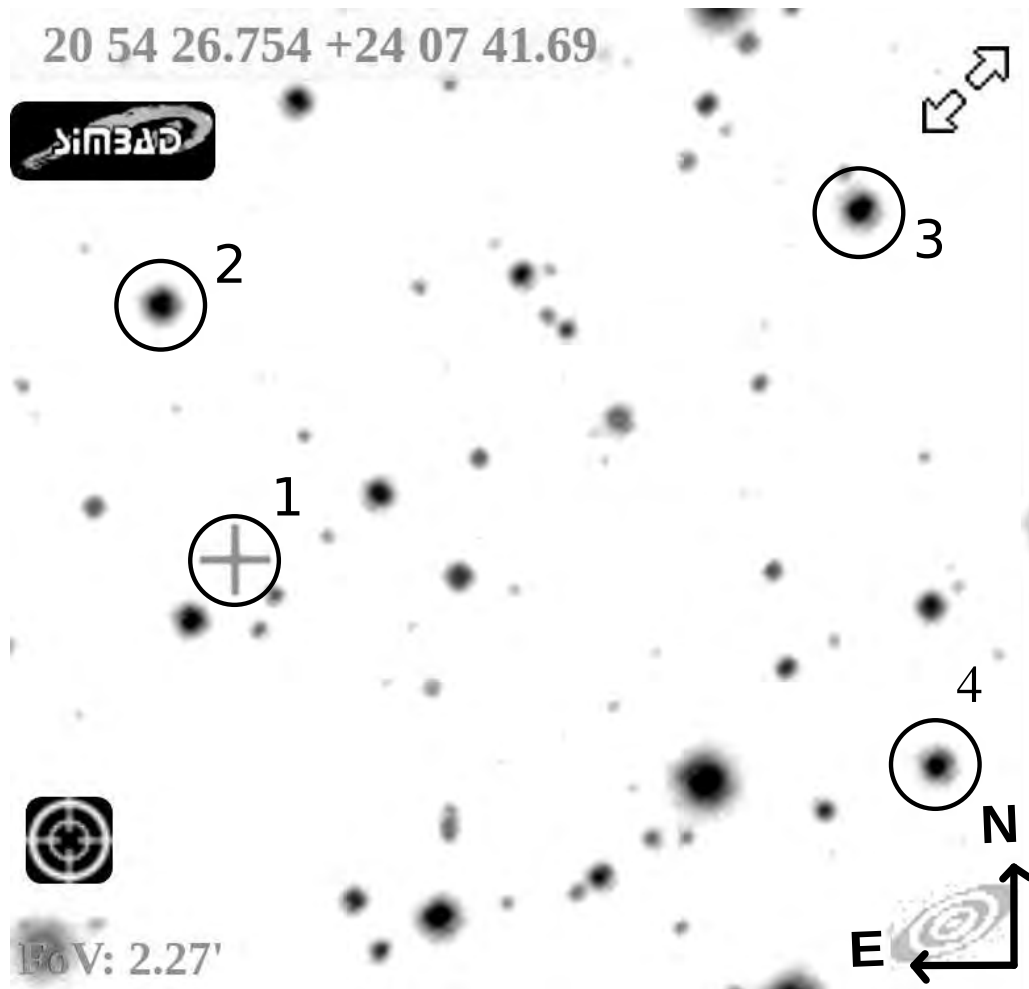
Откривен је током *MGII* претраге неба (Langston et al., 1990). Објекат је класификован као FSRQ у Healey et al. (2007). У Véron-Cetty & Véron (2010) су дати апсолутна *B* магнитуда -27.7 mag и црвени помак  $z=1.377$ . У de Witt et al. (2023) су дати подаци за језгро, као и друге компоненте која је детектована на VLBA снимцима у K-домену (24 GHz), од 2015. до 2018. године. Флуks језгра и друге компоненте је био променљив (језгра 46–114 mJy, а друге компоненте 2–12 mJy). Такође, детектована је и промена полупречника друге компоненте која се налази поред језгра  $0''.3 - 3''.9$  (у већини посматрачких сесија полупречник је био око  $0''.3$ ). Магнитуде објеката су веће од 20 mag и близу границе детекције *Gaia* сателита.

<sup>17</sup>Lyon-Meudon Extragalactic Database - LEDA.

<sup>18</sup>Zwicky Transient Facility - ZTF

**Анализа наших резултата.** Због слабог сјаја објекта, нисмо представили резултате праћења промене сјаја већ само магнитуде које су добијене на основу посматрања телескопом ASV 1.4 m. Магнитуде  $V = (20.634 \pm 0.486)$  mag и  $R = (20.257 \pm 0.300)$  mag су одређене релативном фотометријом са 4 упоришне звезде (2, 3, 4 и 5) и три контролне (6, 7 и 8), резултати за звезде се налазе у табели у додатку Б.

Видно поље овог објекта са звездама се налази у додатку А на слици А.7. На слици 3.6 је приказано мање видно поље које је преузето са сајта *SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)*: <https://simbad.cds.unistra.fr/>. Објекат је означен са крстом и кругом (1), а од звезда у видном пољу су 2, 3 и 4. На слици су приказани: координате објекта (у горњем левом углу), величина видног поља (у доњем левом углу) и оријентација поља (у доњем десном углу).



Слика 3.6: Видно поље објекта 2052+239 (означен бројем 1) са звездама (2, 3 и 4); преузето са сајта *SIMBAD* базе података.

**Сажетак.** Ово је један од најквалитетнијих објеката за повезивање *ICRF* и *Gaia CRF* система (Makarov et al., 2019). Морфолошка структура у радио-домену је испитивана у de Witt et al. (2023). Зрачење објекта у радио-домену није компактно. Поред језгра детектована још једна структура, чији се полупречник и сјај мењао током времена. Анализу промене боје и сјаја нисмо урадили, јер је сјај објекта веома слаб (са магнитудом већом од 20 mag).

### 3.1.43 2111+801

Први пут је детектован током претраге неба за објектима, чији је флуks већи од 50 mJy на 5 GHz, 100 m телескопом *MPIFR* (Kuehr et al., 1981). Класификован је као Сајфертова галаксија типа 1.5 са  $O$  17.9, апсолутном  $B$  -24.1 магнитудом и црвеним помаком 0.524. Gu et al. (2001) су проценили масу његове црне рупе на основу ширине линије  $H_{\beta}$  и луминозности оптичког континуума  $\log M_{BH}/M_{\odot}=9.212$  и класификовали објекат као FSRQ. Користећи ревербарационо мапирање Bao et al. (2008) су класификовали извор као радио-јак квазар и проценили масу његове црне рупе  $\log M_{BH}/M_{\odot}=8.74$  и Едингтонов однос 0.124.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај за 1.1 mag у  $V$  и 0.9 mag у  $R$  домену. Максимална детектована магнитуда у  $V$  домену је 19 mag, а у  $R$  18.6 mag (ТЈО подаци нису анализирани). Статистички тестови су показали да је објекат променљив само у  $R$  домену. У оба домена примећен је тренд пораста сјаја и подаци су усклађени са линеарном функцијом. Детектован је двогодишњи период промене сјаја, са полуамплитудом од око 0.15 mag (методом WWZ годишњи у  $V$ , са полуамплитудом од 0.22 mag). Криве сјаја са функцијом усклађивања коју чине линеарна и периодична су приказане на слици 3.33. Абеов критеријум је показао да након одузимања функције усклађивања од података, систематске грешке нису уклоњене. Боја опада са временом (статистички значајно) и са порастом сјаја објекта. Присутне су BWB промене.

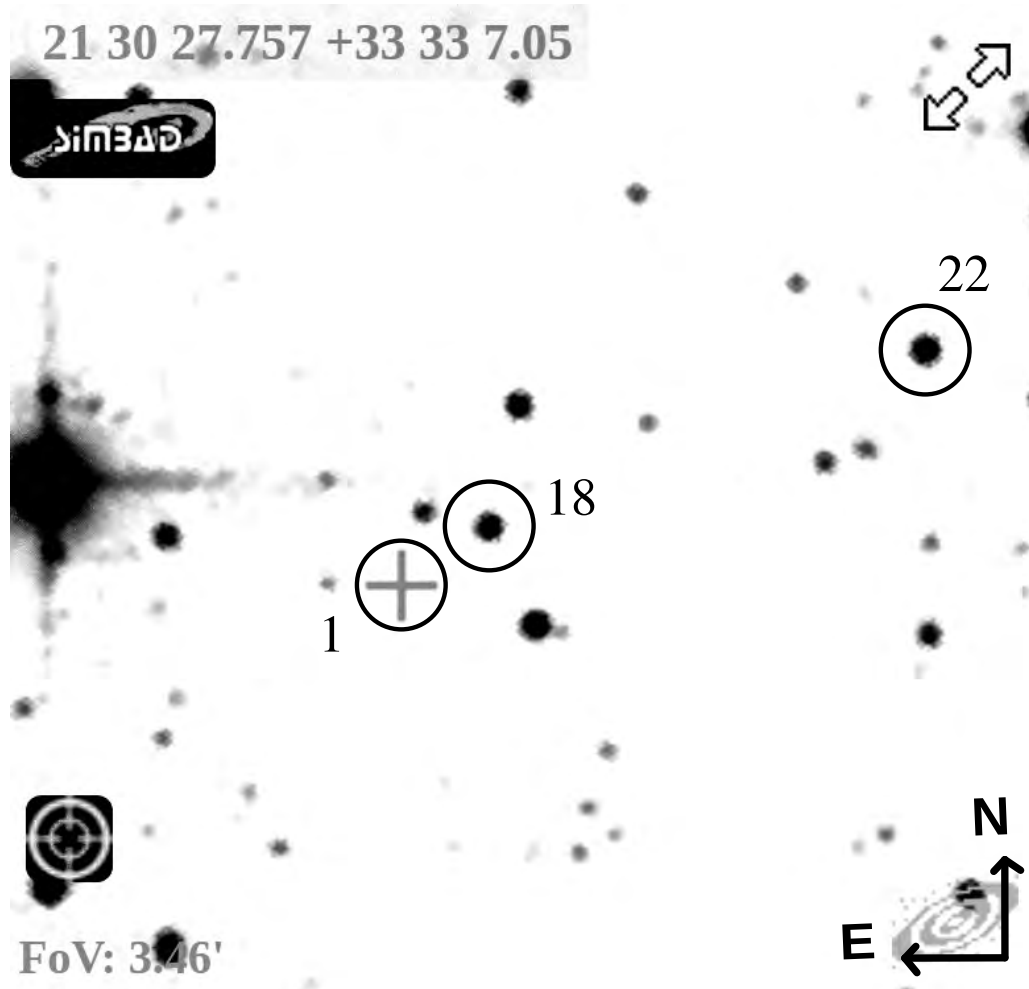
**Сажетак.** За овај објекат нисмо пронашли у литератури описану морфолошку структуру у радио-домену, као ни анализу промене сјаја у оптичком домену. Овај објекат није сврстан у најквалитетније објекте за повезивање поменутих координатних система, видети Makarov et al. (2019). Током нашег испитивања промене сјаја у  $V$  и  $R$  домену, детектовали смо промене од око 1 магнитуде. Приметили смо тренд пораста сјаја, због тога су подаци усклађени са функцијом која је комбинација линеарне и периодичне функције. Периодична промена сјаја је двогодишња. У резидуалима података и вредности које су добијене функцијом усклађивања присутне су систематске грешке. Потребно је наставити са праћењем промене сјаја како бисмо могли са више података да анализирамо ове промене. У боја-магнитуда зависности присутне су BWB промене (које су мање карактеристичне за FSRQ објекте).

### 3.1.44 2128+333

Објекат је откривен током претраге неба на уском опсегу од  $33^{\circ}$  у деклинацији са NRAO 91 m Green Bank телескопом на фреквенцији 4.67 GHz (Altschuler, 1986). У Healey et al. (2007) је класификован као FSRQ. У Véron-Cetty & Véron (2010) дати су: црвени помак  $z = 1.473$  и апсолутна  $B$  магнитуда -26.5 mag. У раду Ojha et al. (2009) су представљени резултати фотометријских посматрања 235 објеката који су кандидати за посматрачки програм свемирске интерферометријске мисије (енг. *Space Interferometry Mission*). Један од кандидата је и овај објекат. У раду су за епоху 2005.66 представљене: магнитуде  $V = 22.648 \pm 0.046$  mag,  $R = 21.451 \pm 0.030$  mag и боја  $(V - R) = 1.197$  mag.

**Анализа наших резултата.** Сјај објекта смо одредили релативном фотометријом, са 4 упоришне звезде (18, 19, 21 и 22) и једном контролном (8), користећи само снимке ASV 1.4 m телескопа. Резултати за звезде налазе се у табели у додатку Б. Добијене су  $V = (20.724 \pm 0.059)$  mag и  $R = (19.753 \pm 0.122)$  mag и боја  $(V - R) = 0.971$  mag. Сјај објекта у оптичком домену је близу граничне  $G$  магнитуде *Gaia* сателита.

Видно поље овог објекта са звездама се налази у додатку А на слици А.8. Због слабог сјаја објекта ( $\sim 20$  mag) на слици 3.7 приказано је мање видно поље преузето са сајта *SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)* <https://simbad.cds.unistra.fr/>. На слици су: објекат (означен крстом, кругом и бројем 1), звезде 18 и 22, координате објекта, величина видног поља и оријентација поља.



Слика 3.7: Видно поље објекта 2128+333 (означен са крстом и бројем 1) са звездама (18 и 22); преузето са *SIMBAD* сајта.

**Сажетак.** За овај објекат нисмо пронашли у литератури описану морфолошку структуру у радио-домену, као ни анализу промене сјаја у оптичком домену. Објекат није сврстан у најквалитетније објекте за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF*, видети Макагов et al. (2019). Нисмо анализирали промену сјаја и боје, јер је објекат веома слабог сјаја (са магнитудом од  $\sim 20$  mag).

### 3.1.45 2247+381

Налази се у каталогу претраге неба на 408 MHz са *Northern Cross* радио-телескопом Универзитета у Болоњи (Ficarra et al., 1985). Приликом испитивања граница густине материје различитих космолошких модела на узорку радио-гравитационих сочива, Falco et al. (1998) извор су класификовали као галаксију раног типа<sup>19</sup> са црвеним помаком  $0.1187 \pm 0.0003$ . Исти црвени помак је одређен у Yang et al. (2022). У овом раду објекат је класификован као BL Lac. У Chen et al. (2023) одређен је  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 16.31$ . Објекат је

<sup>19</sup>У галаксије раног типа спадају елиптичне галаксије.

класе HSP. У табели BL Lac објеката у раду Véron-Cetty & Véron (2010) дате су: привидна  $V$  (16.0) и апсолутна  $B$  (-22.6) магнитуда. У Massaro et al. (2015) је дата  $R$  магнитуда 14.8 mag, а  $V = 16$  mag у Dai et al. (2002). Објекат је под именом *LEDA* 2126234 класификован као галаксија са привидним пречником од  $(0.057 \pm 0.009)$  лучних минута (Paturel et al., 2003). Галаксију домаћина су детектовали Nilsson et al. (2003), поред магнитуде језгра у  $R$  домену  $(17.14 \pm 0.02)$  и галаксије домаћина  $(16.04 \pm 0.03)$  одређени су ефективни радијус галаксије домаћина  $(5.7 \pm 0.2)''$  и елиптичност галаксије 0.13. Логаритам масе црне рупе, изражене у  $M_{\odot}$ , 8.64 и  $R = 15.51$  mag галаксије домаћина су дати у Wu et al. (2009). Температура језгра  $2.7 \times 10^{10}$  K је одређена у Piner & Edwards (2014). У истом раду је представљена и морфолошка структура извора, која је одређена на основу VLBA снимака из 2013. године. Морфолошка структура је састављена од језгра и три компоненте радио-млаза (Piner & Edwards, 2014). Брзина поменутих компоненти је дата у Piner & Edwards (2018). Физичке параметре млаза је проценио Chen (2018) користећи ССК/Томсонов модел.

Lindfors et al. (2016) су открили везу између промене сјаја у оптичком  $R$  и радио-домену. Кашњење између детектованих промена је 90 дана (током 5 година посматрања). Изненадни скок у сјају који је забележен у оптичком домену (3. 7. 2010 – 8. 2. 2011. године) није детектован у радио-домену. У периоду наглог скока сјаја у оптичком домену, детектована је емисија великих енергија у домену  $\gamma$ -зрака Aleksić et al. (2012).

Објекат је у *Tuorla* посматрачком програму. Промена сјаја се прати од 2007. године у оптичком  $R$  домену, средња вредност сјаја је око 16 mag (одређена заједно са галаксијом домаћина). Сјај је одређен релативном фотометријом са једном упоришном и контролном звездом (код нас означене бројевима 2 и 16). Предложене звезде за фотометрију: упоришна  $(13.98 \pm 0.03)$  mag и контролна  $(15.46 \pm 0.03)$  mag, су дате у Lindfors et al. (2016). Звезда број 2 је контролна у нашој анализи, а звезда 16 је упоришна звезда В. Вредности које смо добили релативном фотометријом слажу се са вредностима датим у Lindfors et al. (2016), у оквирима грешака.

Нагли скок у сјају у оптичком  $R$  домену који је детектован током праћења промене сјаја *Tuorla* опсерваторије, покренуо је праћење сјаја *MAGIC* телескопима и посматрања у блиско инфрацрвеном делу спектра. *MAGIC* колаборација је објавила да је детектовано зрачење високе енергије ( $E > 100$  GeV) у домену  $\gamma$ -зрака, крајем септембра и почетком октобра 2010. године, видети Mariotti & *MAGIC* Collaboration (2010). Посматрања у блиско инфрацрвеном делу спектра 9. октобра 2010. године су показала да се сјај објекта повећао и у тим доменима ( $H$  и  $K$ ) Carrasco et al. (2010). Према Abrahamyan et al. (2019) објекат је слабо променљив у  $B$  домену у односу на релативну разлику магнитуда, док је у  $R$  домену слабо променљив у односу на апсолутну и умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе.

**Анализа наших резултата.** Објекат је променио сјај за мање од пола магнитуде у оба домена. Максималан сјај објекта који смо детектовали у  $V$  домену је 16.5 mag. У овом домену објекат није достигао сјај од 16 mag који је забележен у Dai et al. (2002) и Véron-Cetty & Véron (2010). Средња вредност магнитуде у  $R$  домену је 16.1 mag и разликује се од магнитуда које су дате у литератури (али је слична *Tuorla* средњој вредности, на криви сјаја). Објекат је променљив у  $R$  домену, са периодом од око 700 дана и полуамплитудом 0.1 mag (видети график 3.34).

Не можемо да тврдимо да се боја мењала током времена. Детектоване су карактеристичне ВВВ промене. Периодичне промене боје током времена и са променом сјаја треба испитати на већем броју података.

**Сажетак.** Морфолошка структура у радио-домену је представљена у радовима (Piner & Edwards, 2014, 2018). Поред радио-емисије из језгра детектована је емисија и из три компоненте млаза. Физички параметри млаза су дати у Chen (2018). Карактеристике галаксије домаћина су дате у Nilsson et al. (2003). Детектована је значајна промена сјаја у оптичком домену, као и у блиско инфрацрвеном и домену  $\gamma$ -зрака, видети радове Mariotti & MAGIC Collaboration (2010); Aleksić et al. (2012); Lindfors et al. (2016); Abrahamyan et al. (2019). Статистички тестови које смо применили на наша посматрања од 2013. до 2019. године, показали су да је објекат променљив у  $R$  домену и могуће променљив у  $V$  домену. Период промене сјаја износи око две године. Присутне су BWB промене у боја–магнитуда зависности.

### 3.1.46 2316+238

Објекат је откривен током треће *MIT-Green Bank - MG III* претраге неба обухваћеног распонем ректасцензије од 16.5 h до 5 h и деклинације од 17° до 39.15° (Griffith et al., 1990). Посматрања су вршена на исти начин као и током прве и друге претраге неба (*NRAO 91 m* телескопом на 5 GHz). Falco et al. (1998) су детектовали објекат у  $I$  домену са магнитудом од 17.2 mag. Црвени помак 1.054 и апсолутну  $B$  магнитуду -25.3 mag су представили у каталогу квазара Véron-Cetty & Véron (2010). Класификован је као Сајфертова галаксија типа 1 у Sexton et al. (2022). Одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) је 30.9 mas, а по деклинацији -13.0 mas (Andrei et al., 2009). Логаритам виријалне масе црне рупе (изражене у  $M_{\odot}$ ) је  $(8.891087 \pm 0.042211)$ , а Едингтоновог односа -0.867272 (Rakshit et al., 2020).

**Анализа наших резултата.** Сјај објеката се променио за 0.3 mag. Променљив је по  $F$ -тесту, али не и по Абеовом критеријуму. Објекат је један од слабијих, са средњом магнитудом 18.9 mag у  $V$  (без ТЈО података) и 18.5 mag у  $R$  домену. Број података у  $V$  домену је 16, у  $R$  37, а боје  $V - R$  14. Постоји RWB тренд који треба да буде испитан на већем броју података. Током времена боја се није значајно мењала.

**Сажетак.** За овај објекат одређено је одступање у радио–оптичком положају по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) 30.9 mas, а по деклинацији -13.0 mas (Andrei et al., 2009). Касније, Макаров et al. (2019) су сврстали овај објекат међу најквалитетније објекте за повезивање радио *ICRF3* и оптичког референтног система (базираног на подацима *Gaia DR2*). Анализирали смо промене сјаја овог објекта. Током шест година посматрања, објекат је могуће променљив у оба домена. Промена сјаја је мала (око 0.3 mag). Детектовали смо RWB тренд у промени боје.

### 3.1.47 2322+396

Први пут је детектован на 408 MHz приликом треће претраге неба *Northern Cross* радио-телескопа Универзитета у Болоњи. Каталог *B3* ових података је објављен у Ficarra et al. (1985). Класификован је као BL Lac са магнитудом у  $R$  домену 17.8 mag (Véron-Cetty & Véron, 2010; Massaro et al., 2015). За овај објекат, до сада, није одређен црвени помак. Објекат је ISP. У раду Fan et al. (2023) одређен је  $\log(\nu_{peak}/Hz) = 14.2$ . Физички параметри радио-млаза су процењени користећи ССК/Томсонов модел (Chen, 2018).

Објекат је умерено променљив у  $B$  домену у односу на апсолутну разлику магнитуда и веома променљив у односу на релативну разлику магнитуда, у  $R$  домену је умерено променљив у односу на релативну разлику магнитуда две епохе (Abrahamyan et al., 2019). У Berghea et al. (2021) процењене су амплитуде промене сјаја за Pan-STARRS *grizy* оптичке

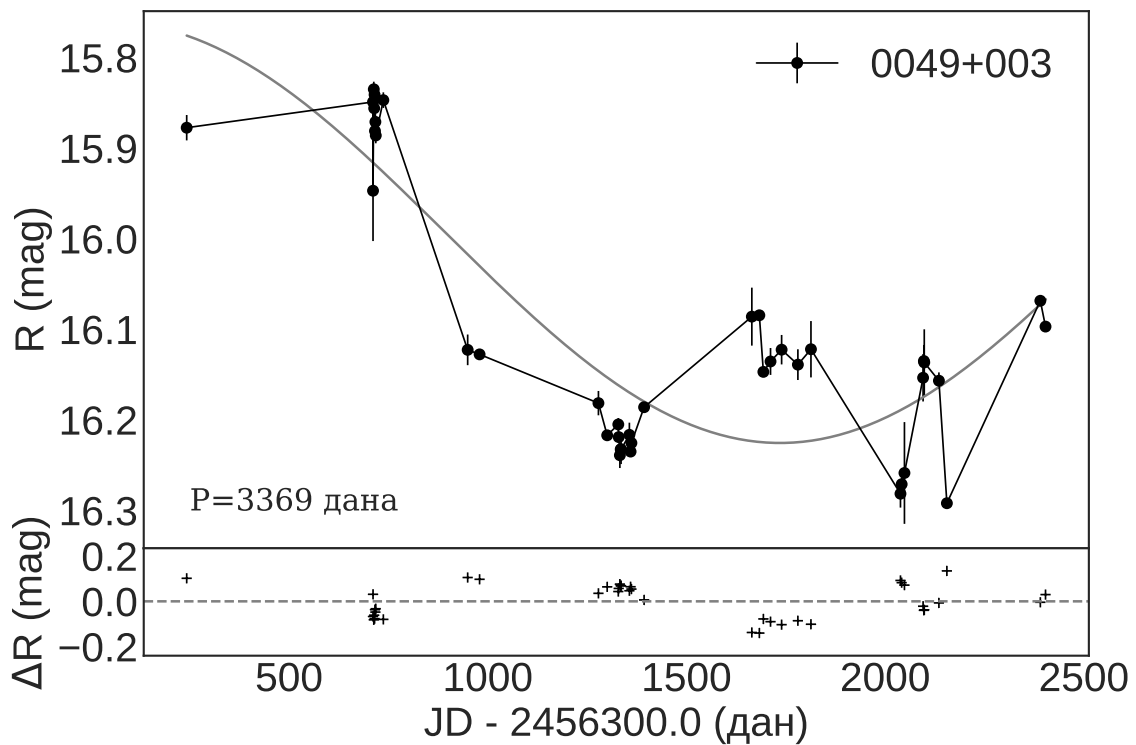
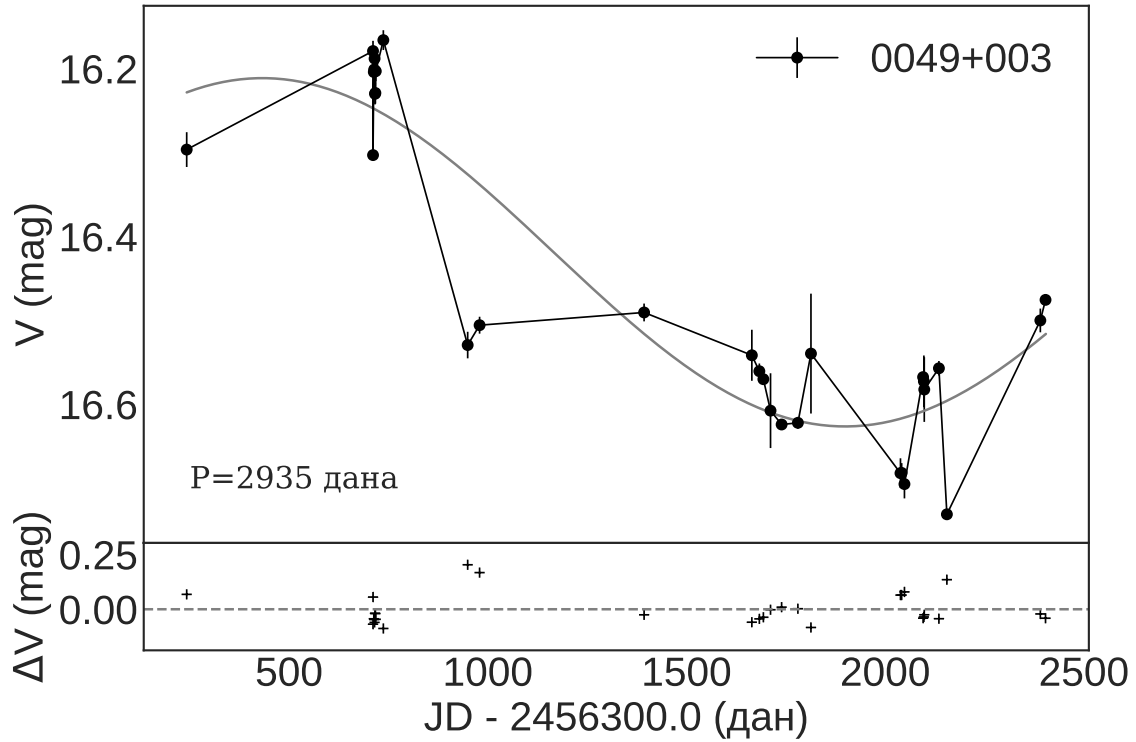
домене:  $g \sim 1$  mag,  $z \sim 0.8$  и  $r, i, y \sim 0.5$  mag. Нису забележене промене у боји, док је  $VAP$  у  $r$  домену 0.78 (Negi et al., 2022).

**Анализа наших резултата.** Један је од слабијих објеката. У  $V$  домену је детектована минимална магнитуда 18.3 mag, а максимална 19.6 mag, у  $R$  17.4 mag и 18.9 mag. Посматрања ТЈО телескопом нису анализирана. Објекат је променљив само у  $R$  домену (у  $V$  домену постоји само 15 података). Периодичност у промени сјаја смо испитивали само у  $R$  домену (32 податка). На слици 3.35 је приказана крива сјаја са периодичном функцијом усклађивања. Период промене сјаја је око 1500 дана са полуамплитудом од 0.3 mag (GLSP око 1100 дана а полуамплитудом од 0.5 mag). Због малог броја података не можемо да тврдимо да постоји линеарна зависност боја–време и боја–магнитуда.

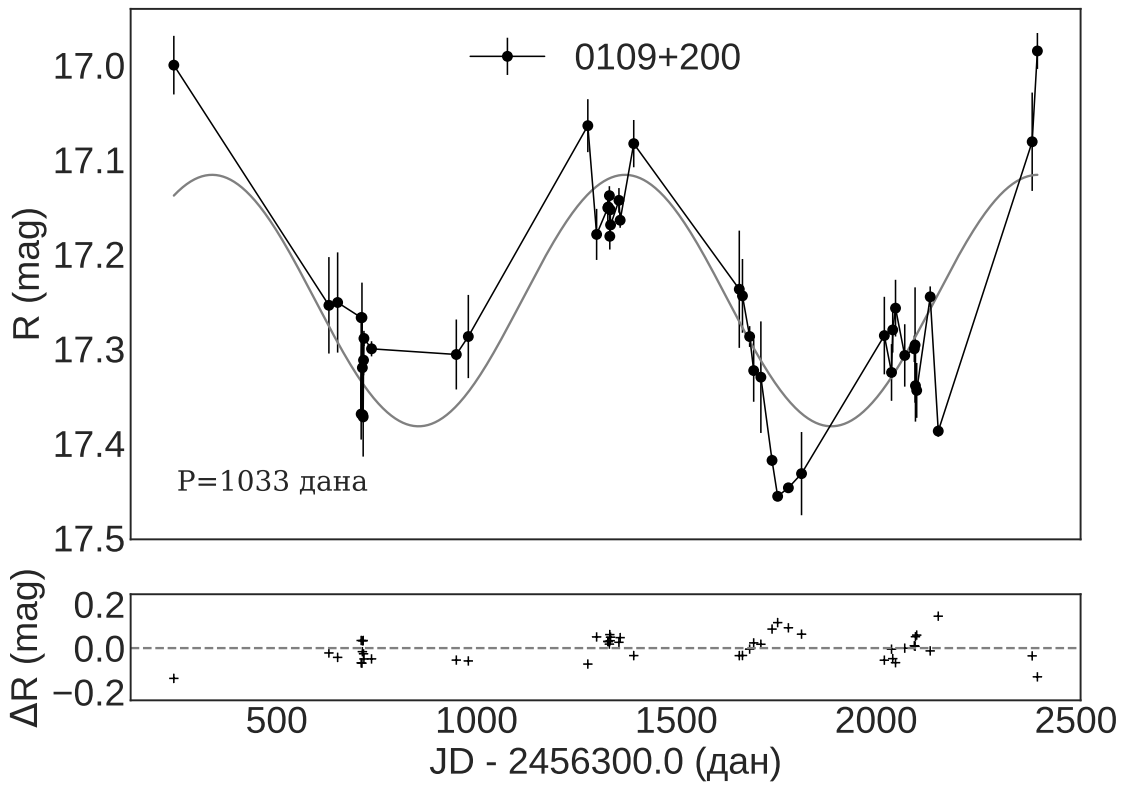
**Сажетак.** Физичке параметре радио-малаза су представили у раду (Chen, 2018). Макаров et al. (2019) су сврстали овај објекат међу најквалитетније објекте за повезивање *ICRF* и *Gaia CRF* система. Овај објекат је један од објеката са слабијим сјајем у нашем узорку. Због тога имамо мали број посматрања, поготову у  $V$  домену. Објекат је променљив у  $R$  домену, у  $V$  домену је могуће променљив. Период промене сјаја је око два пута мањи од посматрачког. Због малог броја података, не можемо да тврдимо да постоји линеарна зависност боја–време и боја–магнитуда.



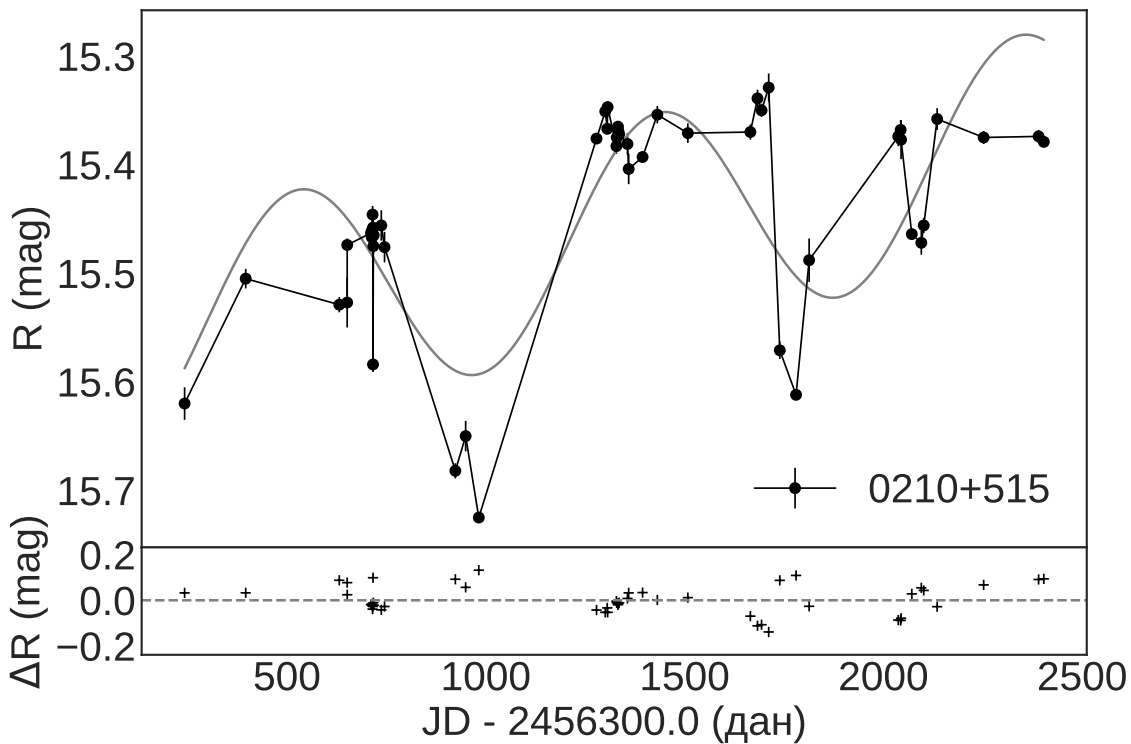
## Криве сјаја променљивих објеката са функцијом усклађивања



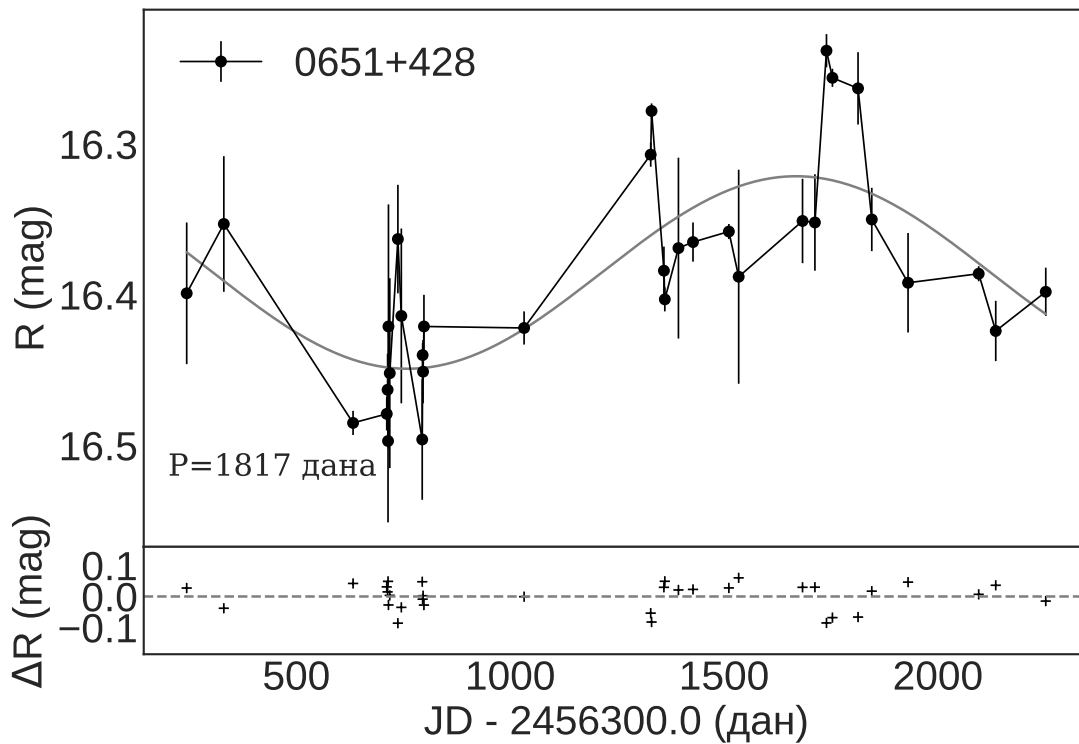
Слика 3.8: Криве сјаја објекта 0049+003 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



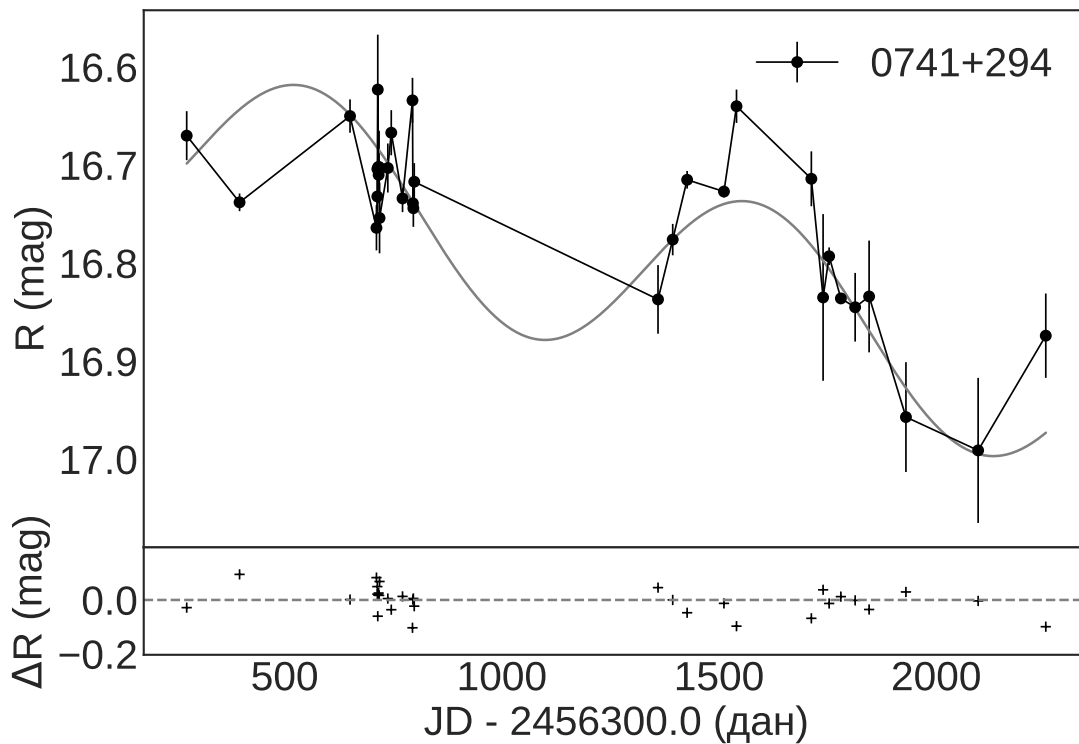
Слика 3.9: Крива сјаја објекта 0109+200 у  $R$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



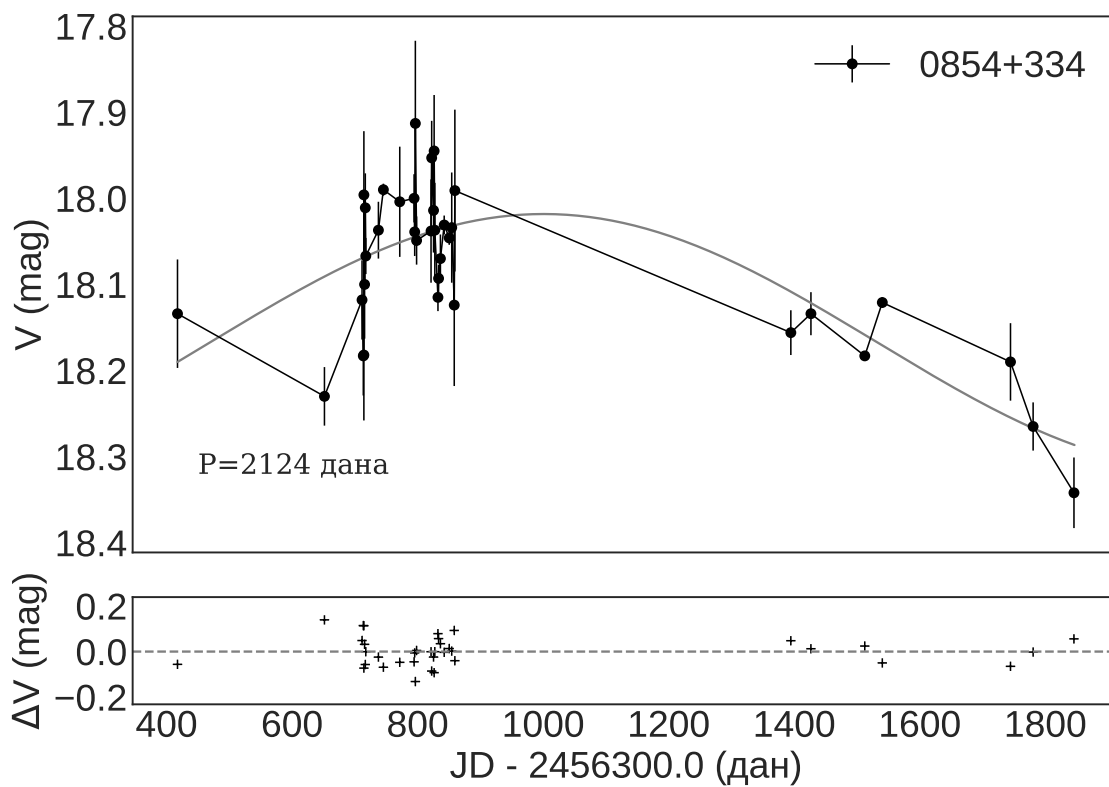
Слика 3.10: Крива сјаја објекта 0210+515 у  $R$  домену са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична са периодом од 908 дана.



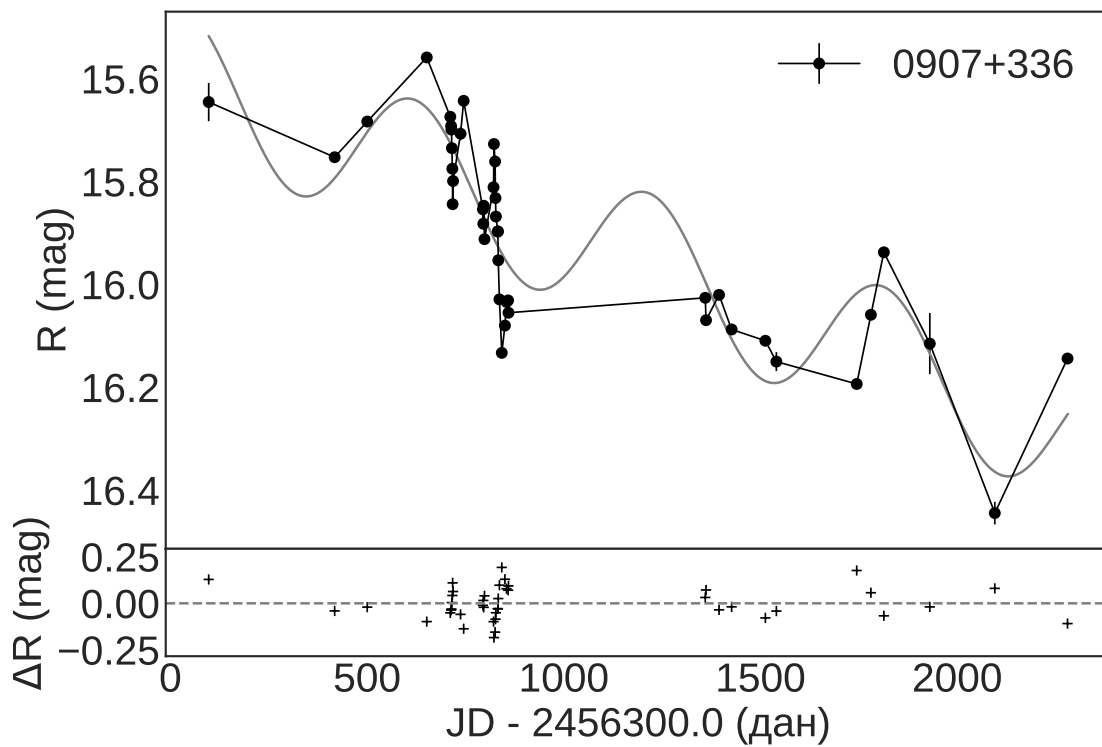
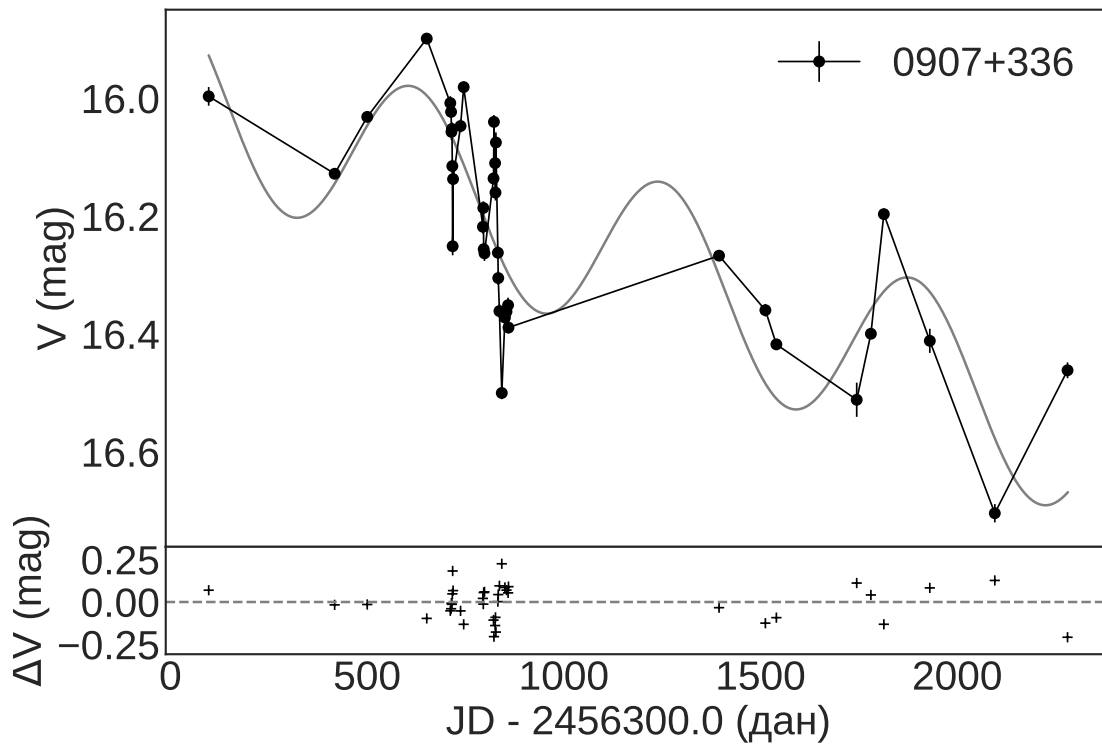
Слика 3.11: Крива сјаја објекта 0651+428 у  $R$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



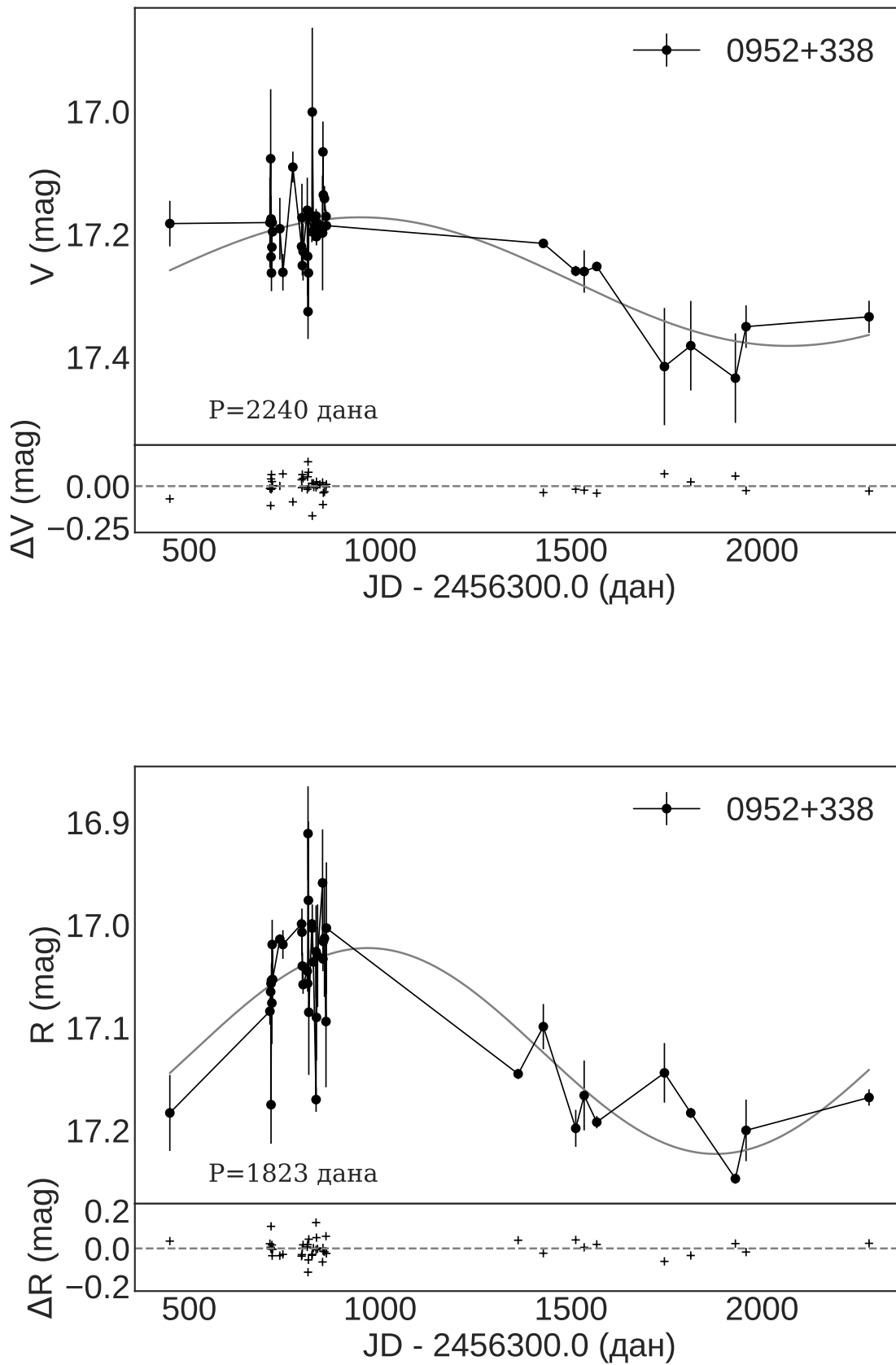
Слика 3.12: Крива сјаја објекта 0741+294 у  $R$  домену са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична са периодом од 1032 дана.



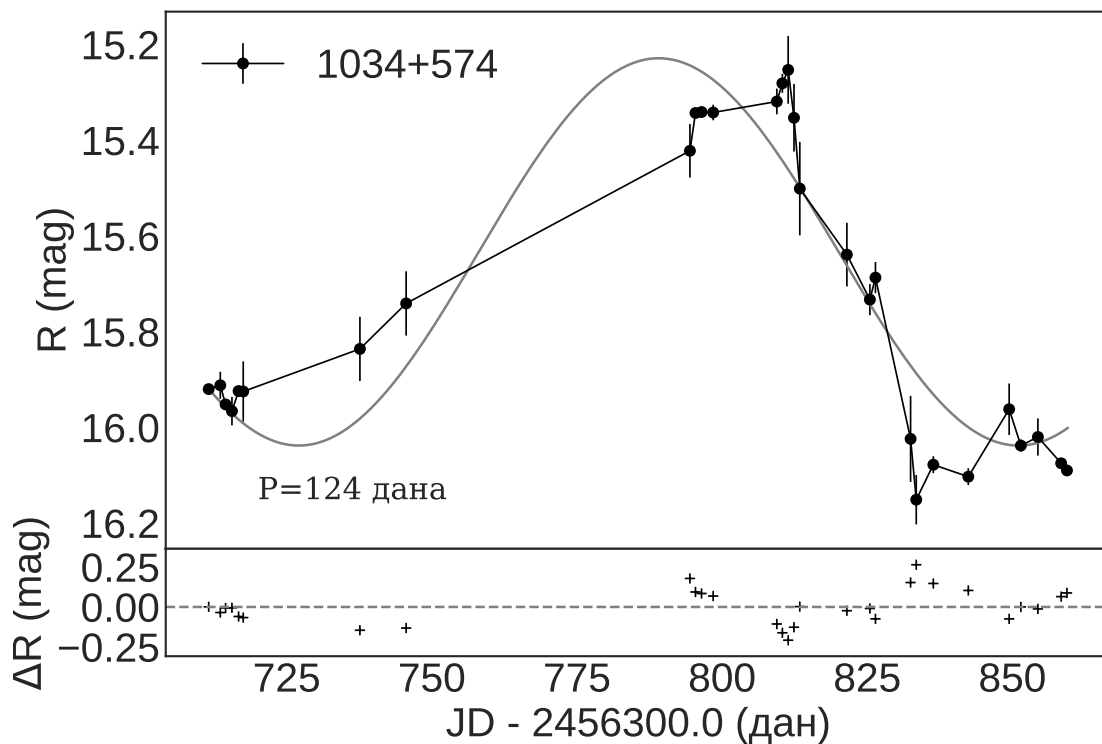
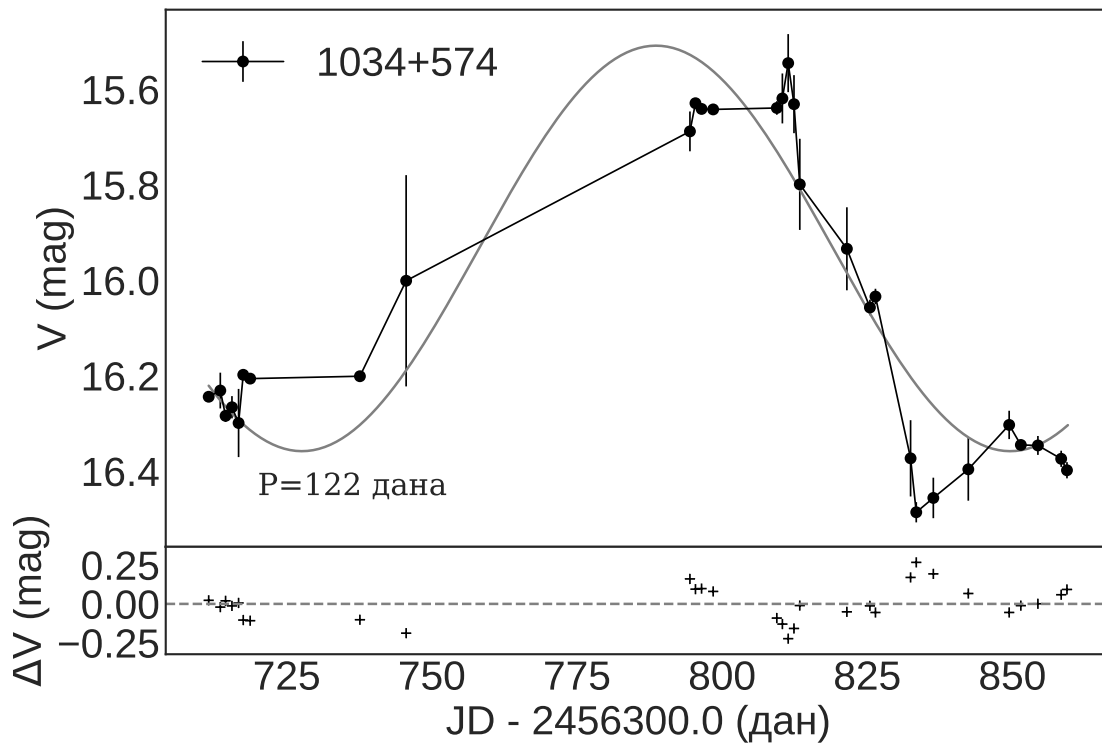
Слика 3.13: Крива сјаја објекта 0854+334 у  $V$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



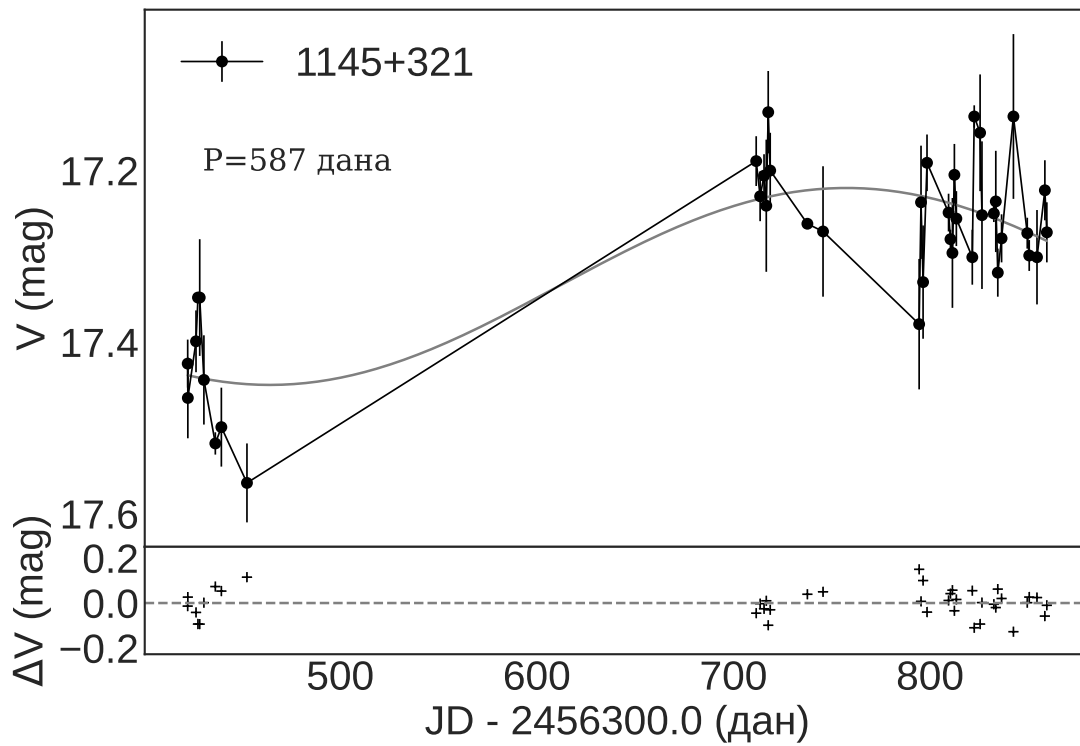
Слика 3.14: Криве сјаја објекта 0907+336 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична са периодом од 634 дана у  $V$  (горе) и 595 дана у  $R$  домену (доле).



Слика 3.15: Криве сјаје објекта 0952+338 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем десном углу је вредност периода  $P$ .

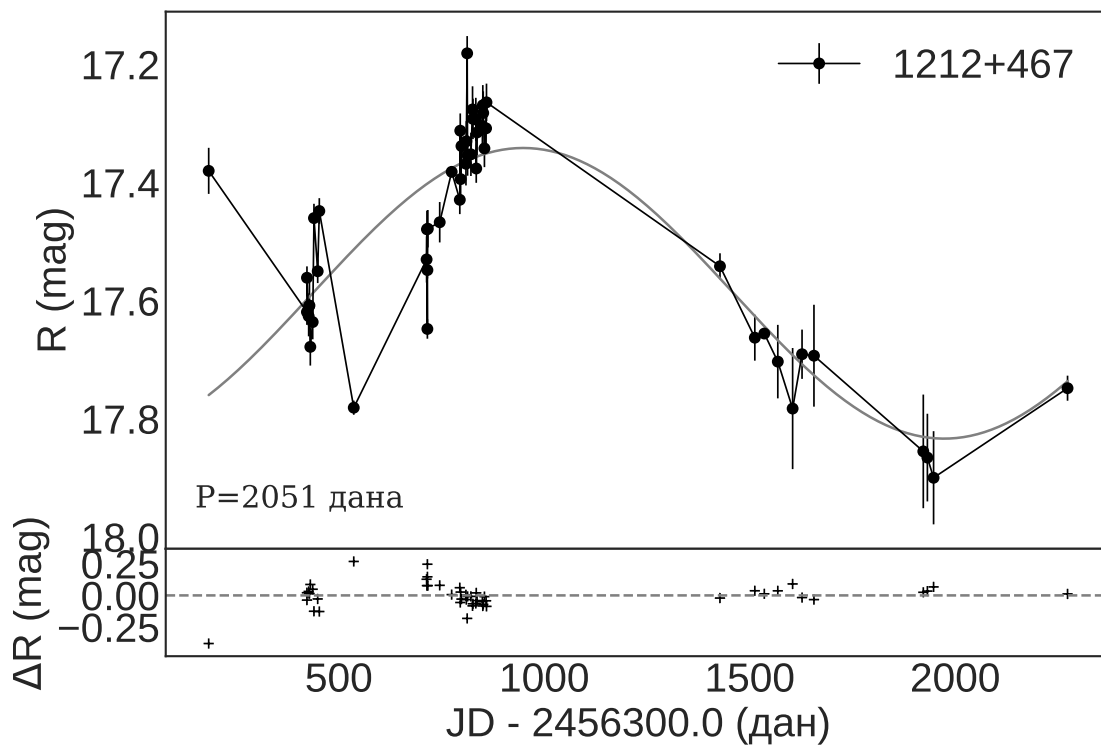
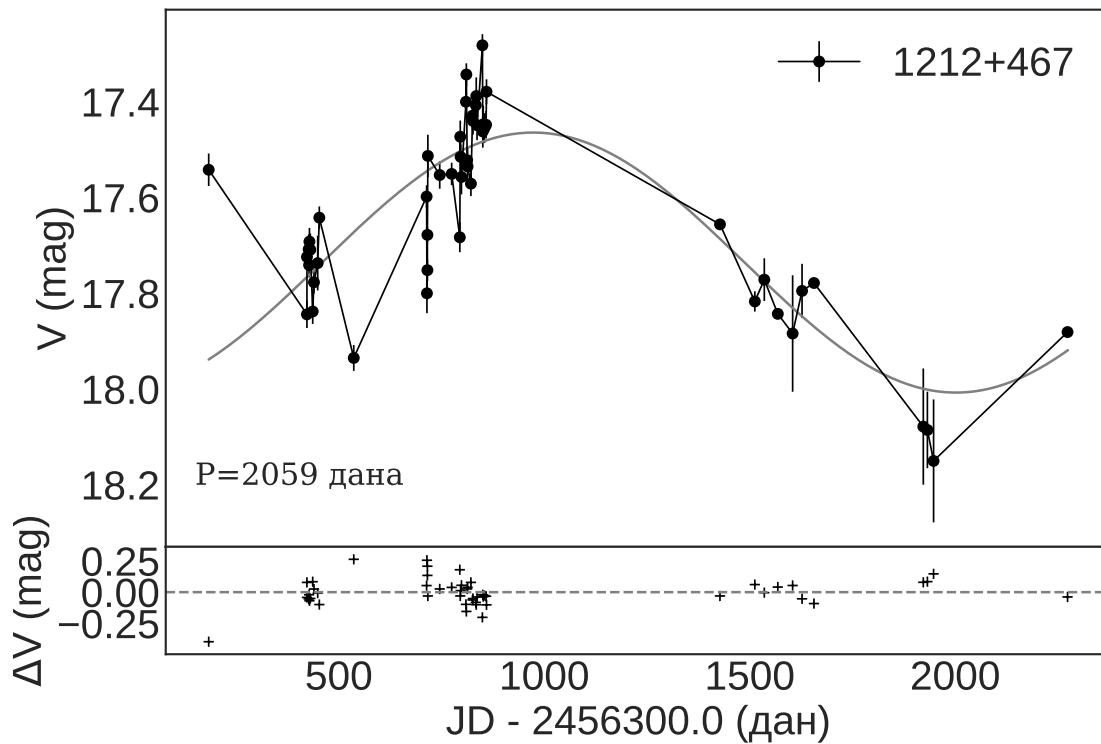


Слика 3.16: Криве сјаја објекта 1034+574 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле), само ТЈО посматрања. У доњем левом углу је вредност периода у данима.

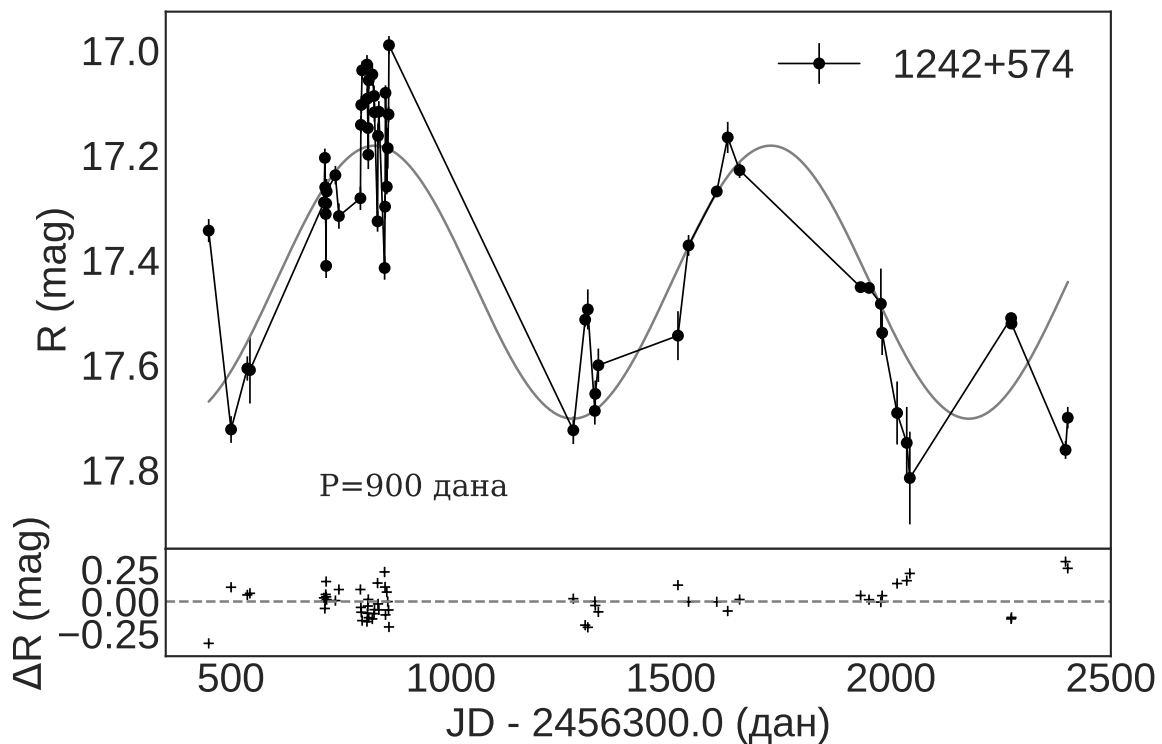
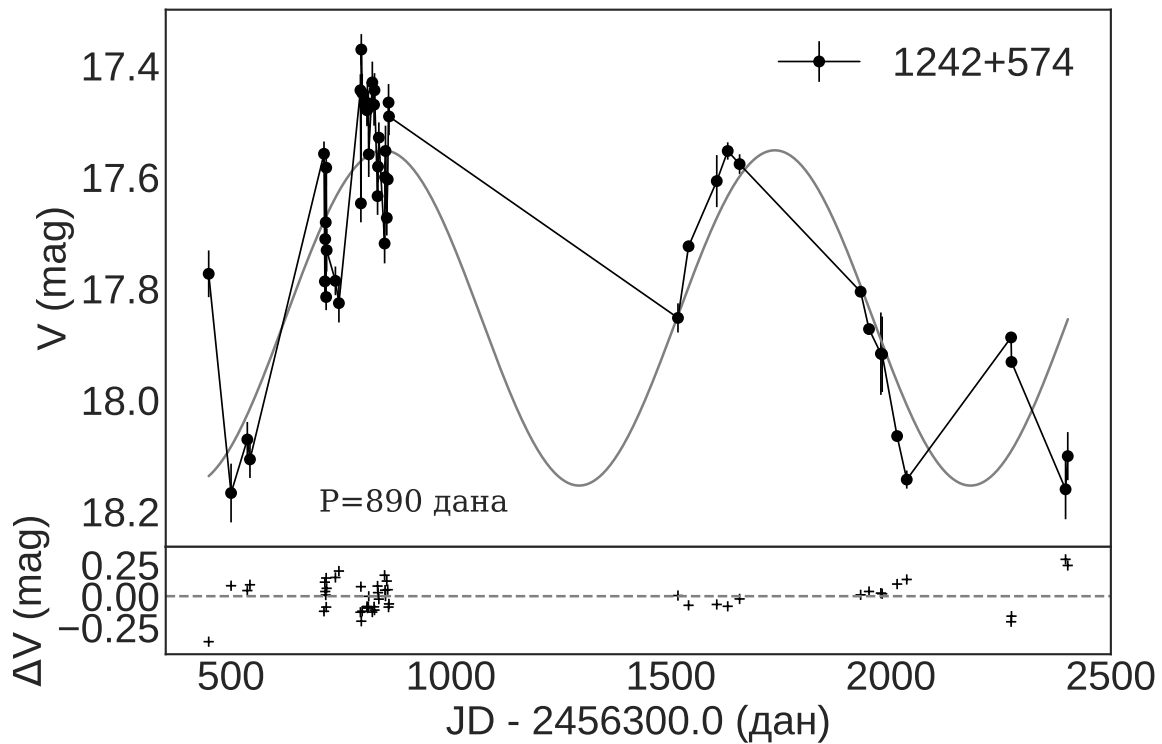


Слика 3.17: Крива сјаја објекта 1145+321 у  $V$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT; само ТЈО посматрања. У горњем левом углу је вредност периода  $P$ .

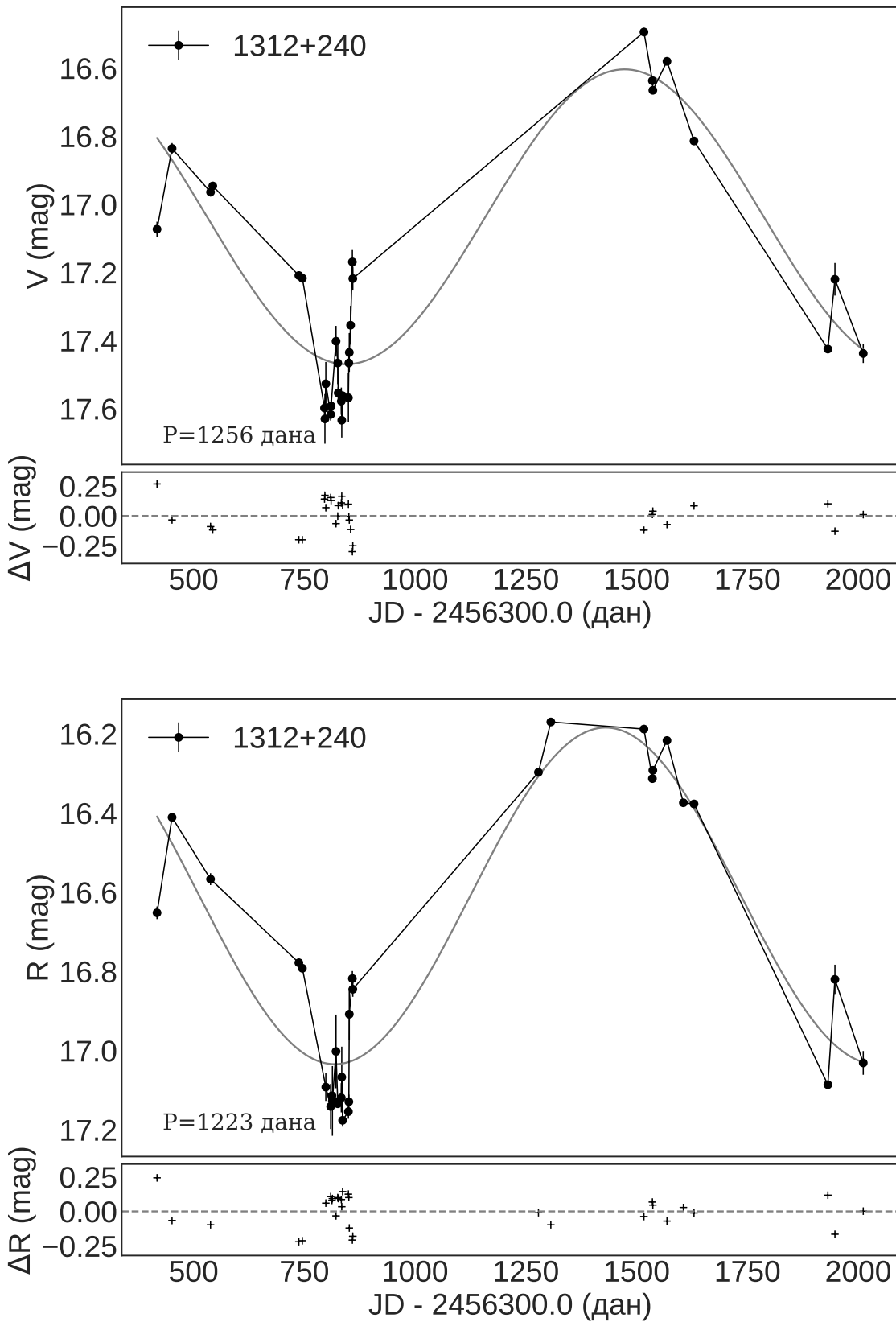




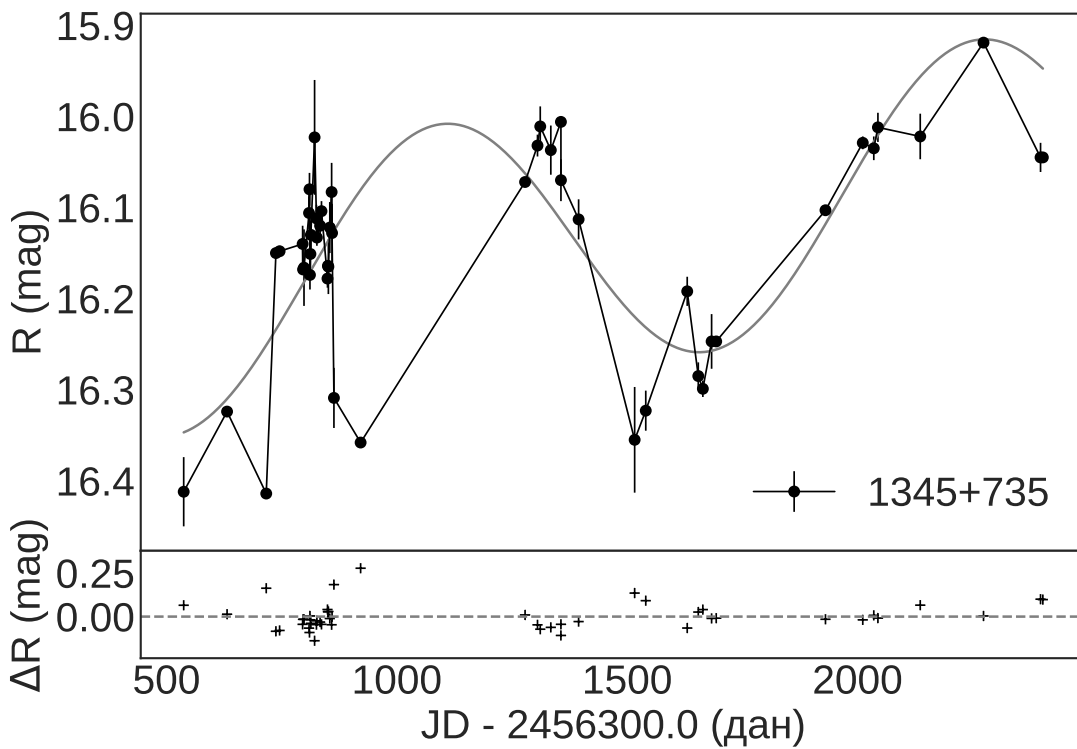
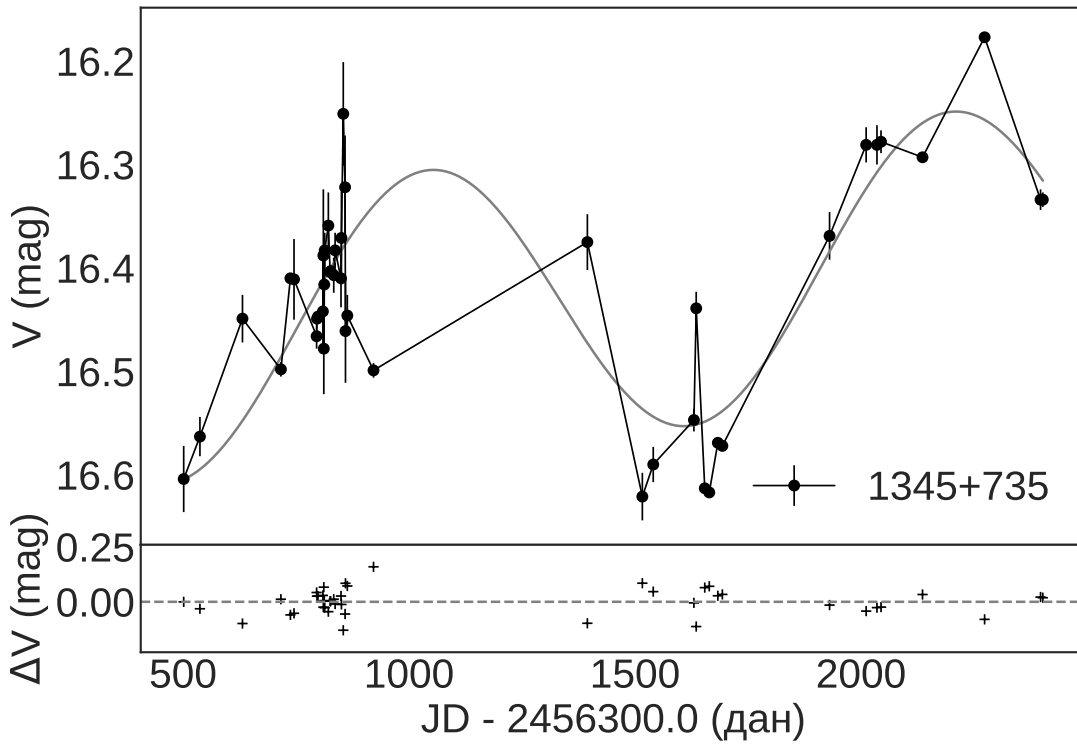
Слика 3.18: Криве сјаја објекта 1212+467 са функцијом усклађивања, чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



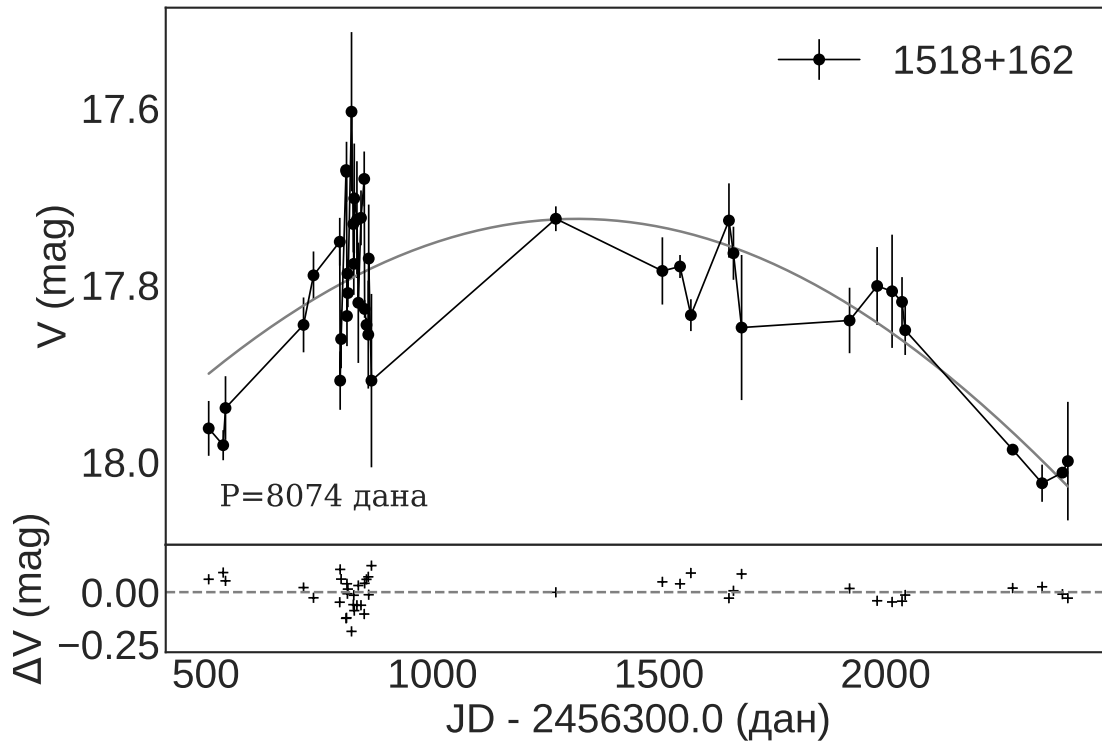
Слика 3.19: Криве сјаја објекта 1242+574 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода у данима.



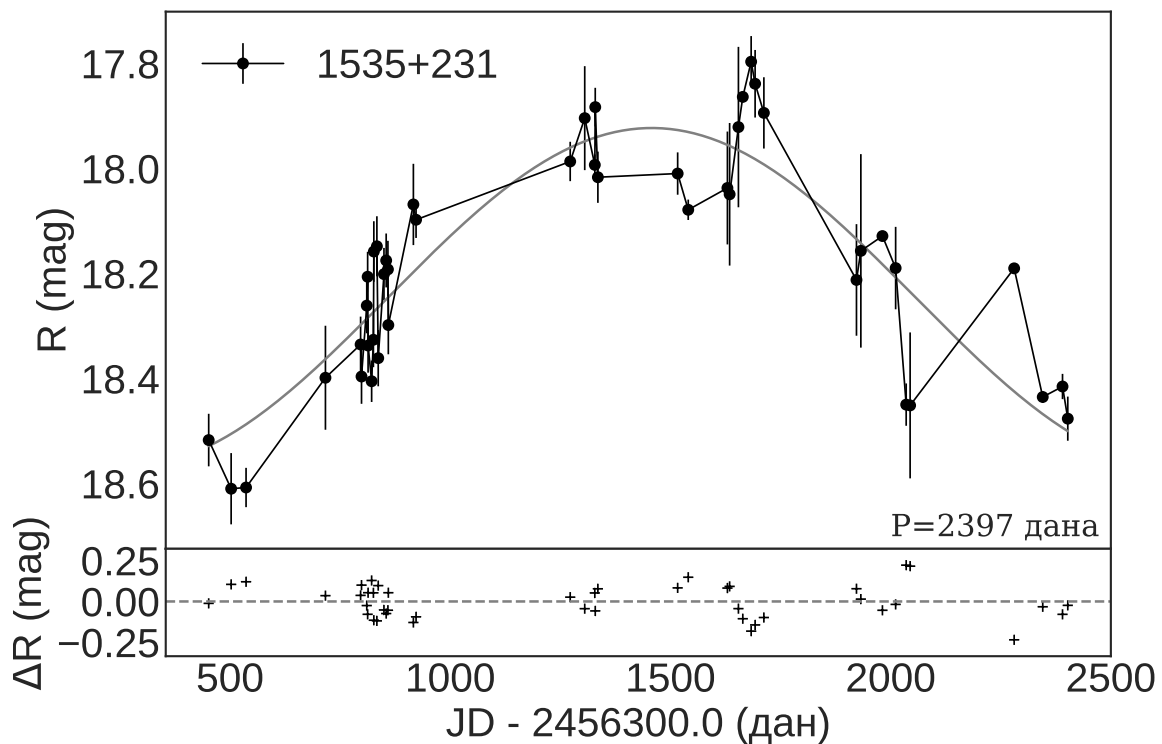
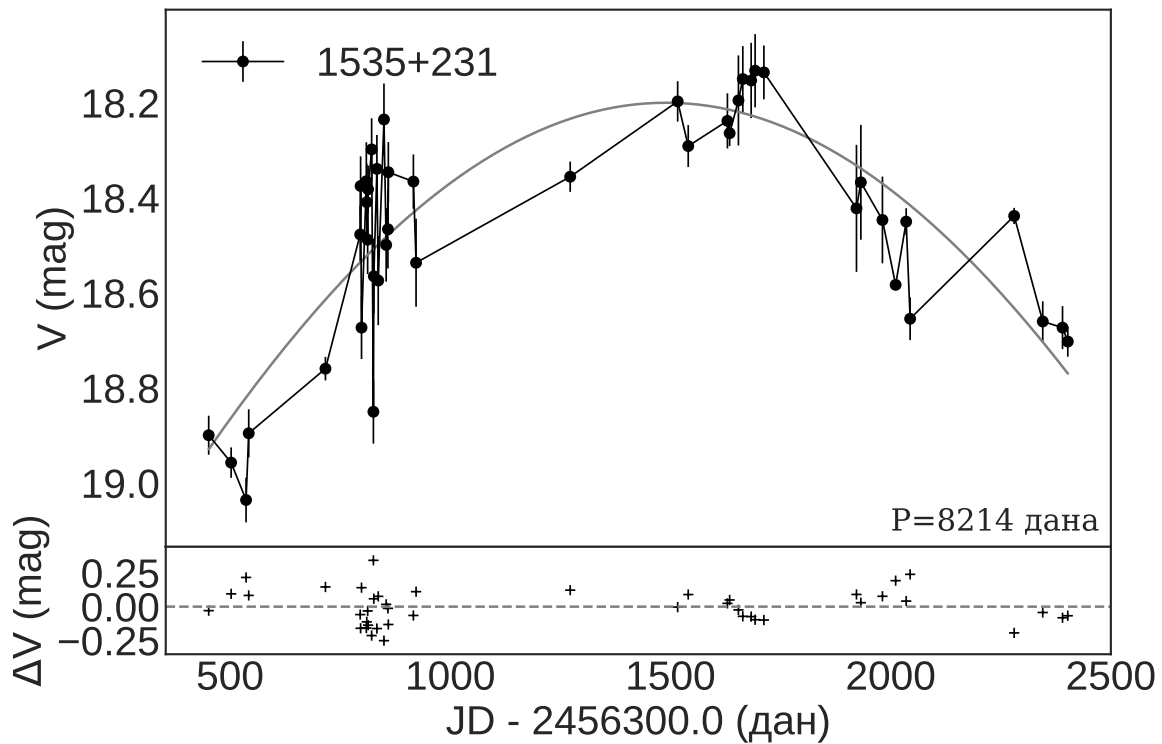
Слика 3.20: Криве сјаја објекта 1312+240 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода у данима.



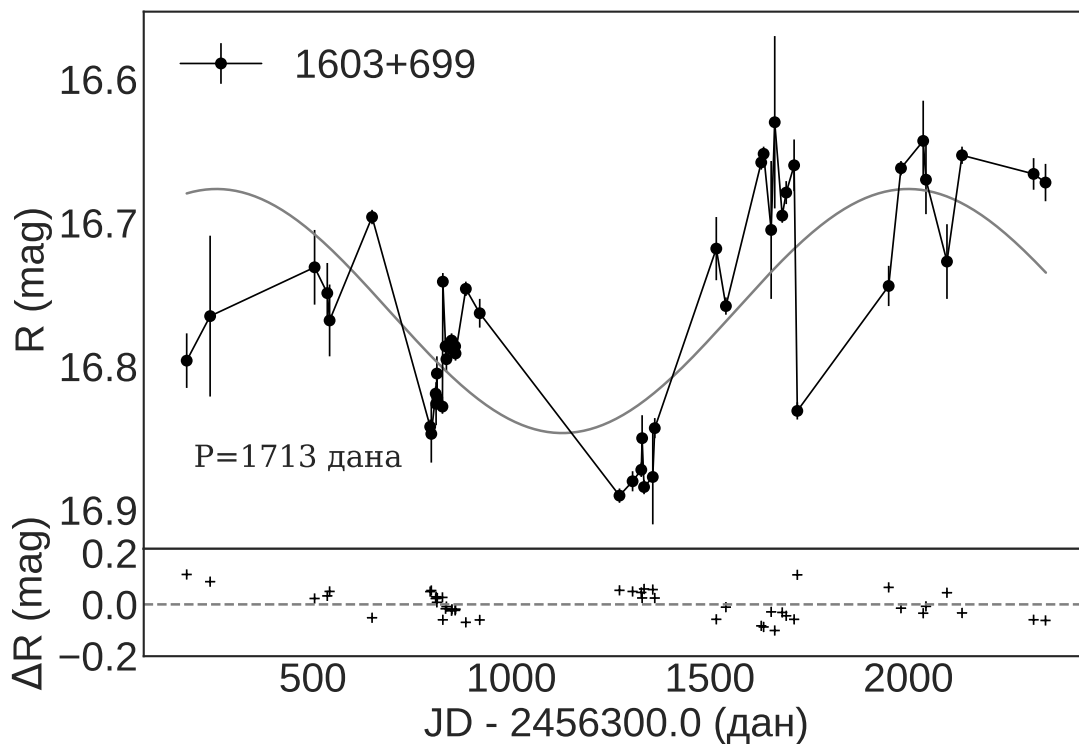
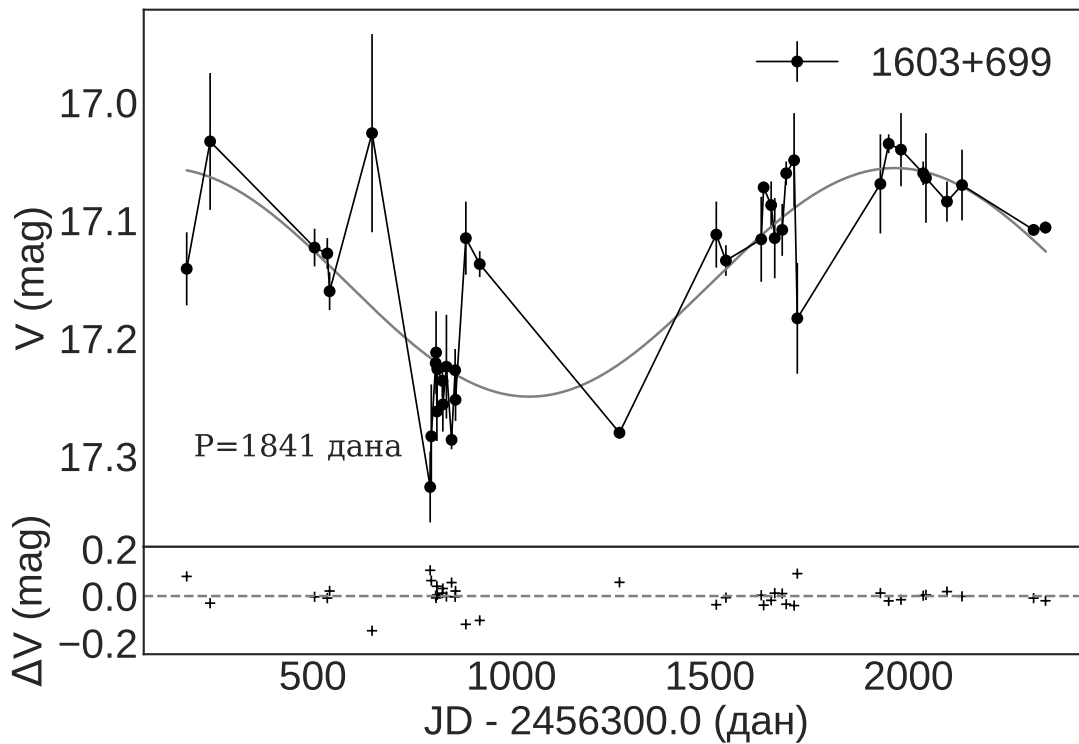
Слика 3.21: Криве сјаја објекта 1345+735 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична; период износи 1156 дана у  $V$  (горе) и 1166 дана у  $R$  домену (доле).



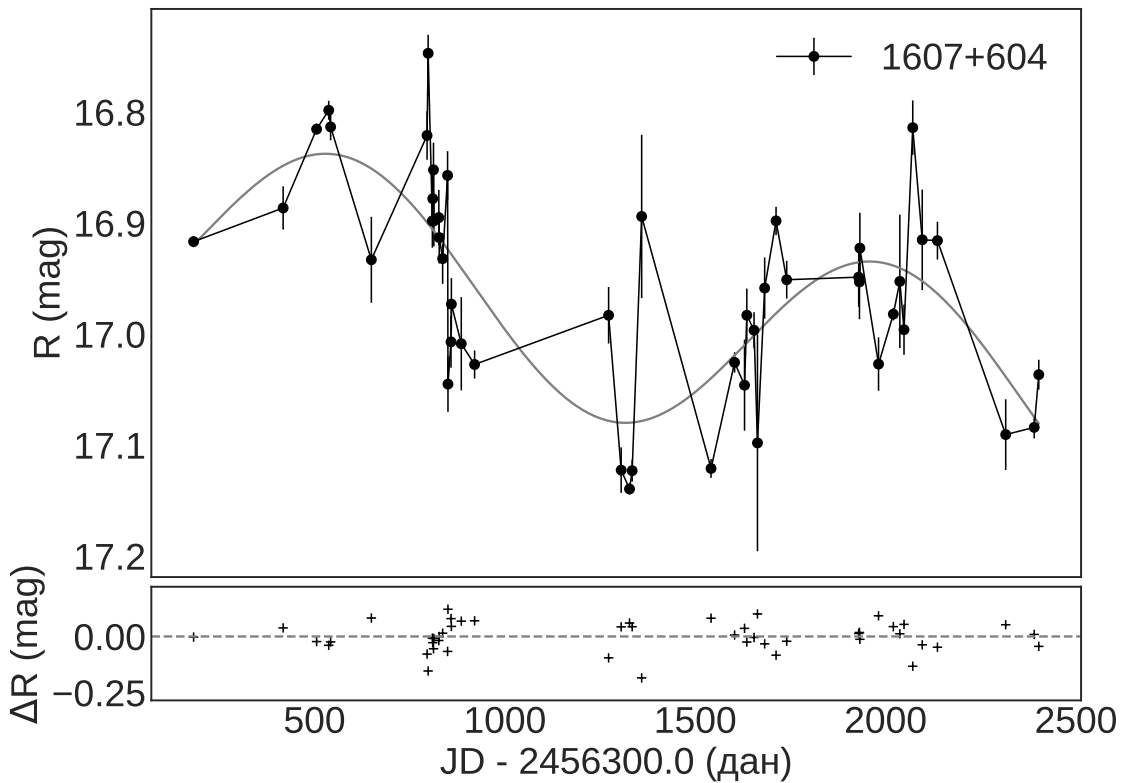
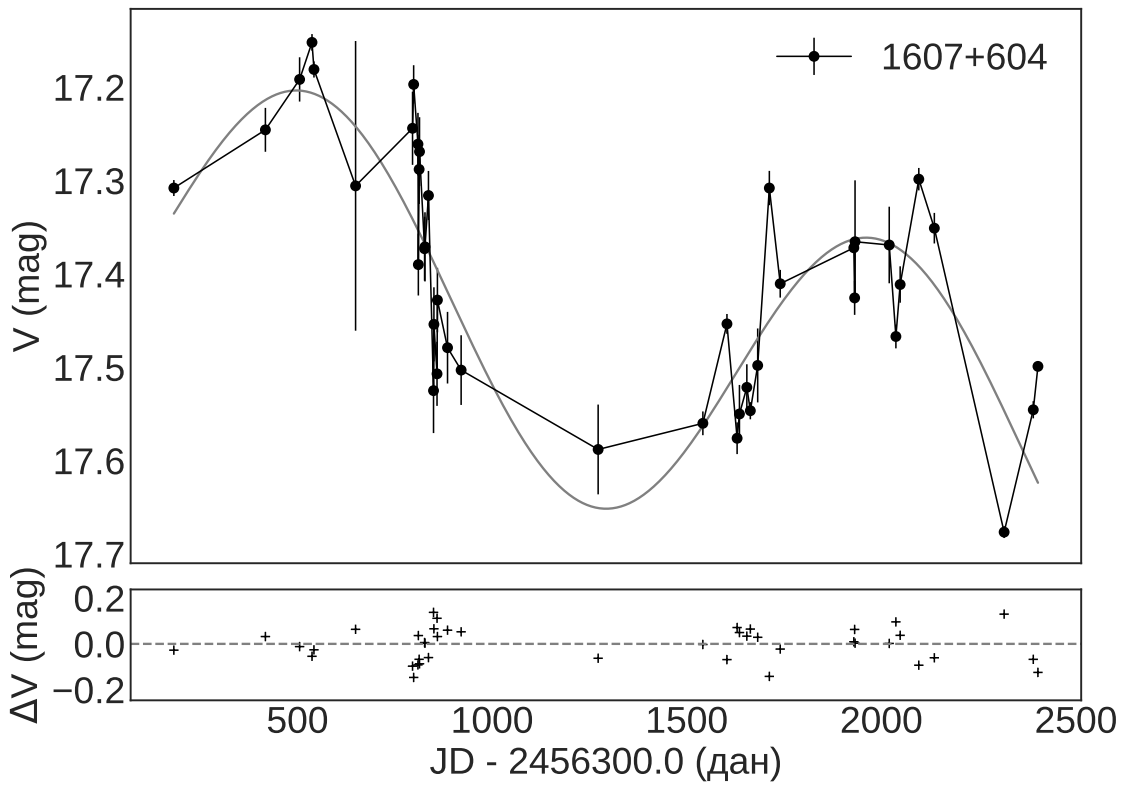
Слика 3.22: Крива сјаја објекта 1518+162 у  $V$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



Слика 3.23: Криве сјаја објекта 1535+231 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем десном углу је вредност периода  $P$ .

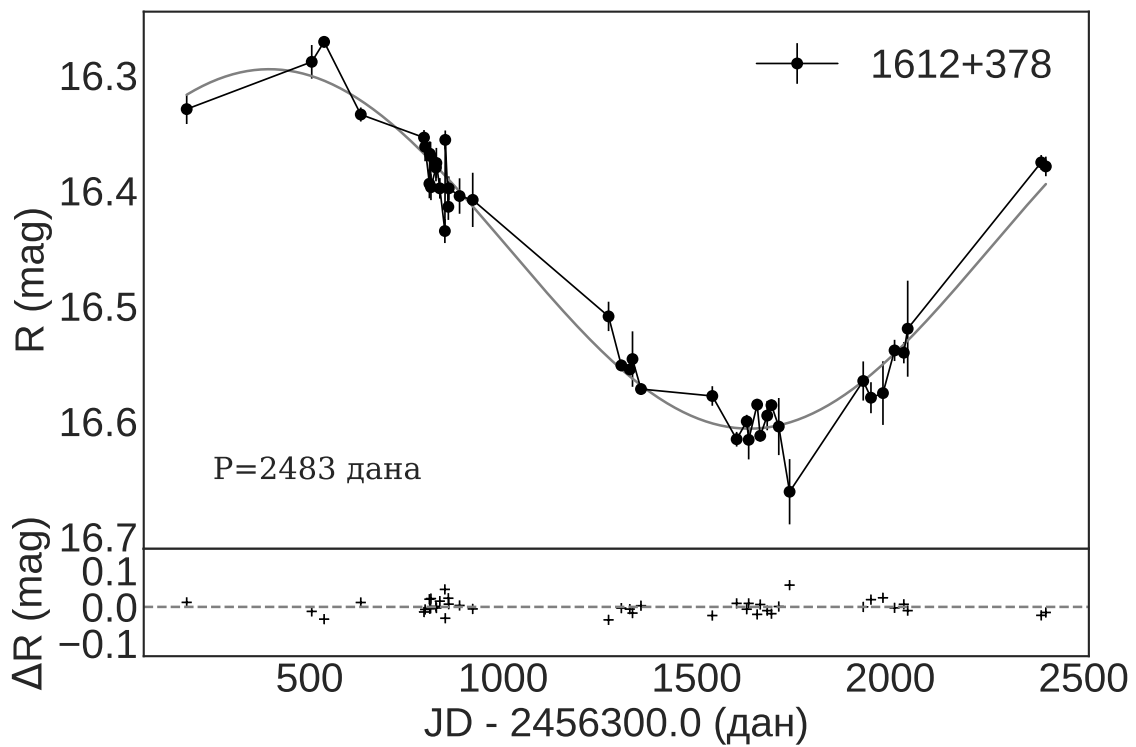
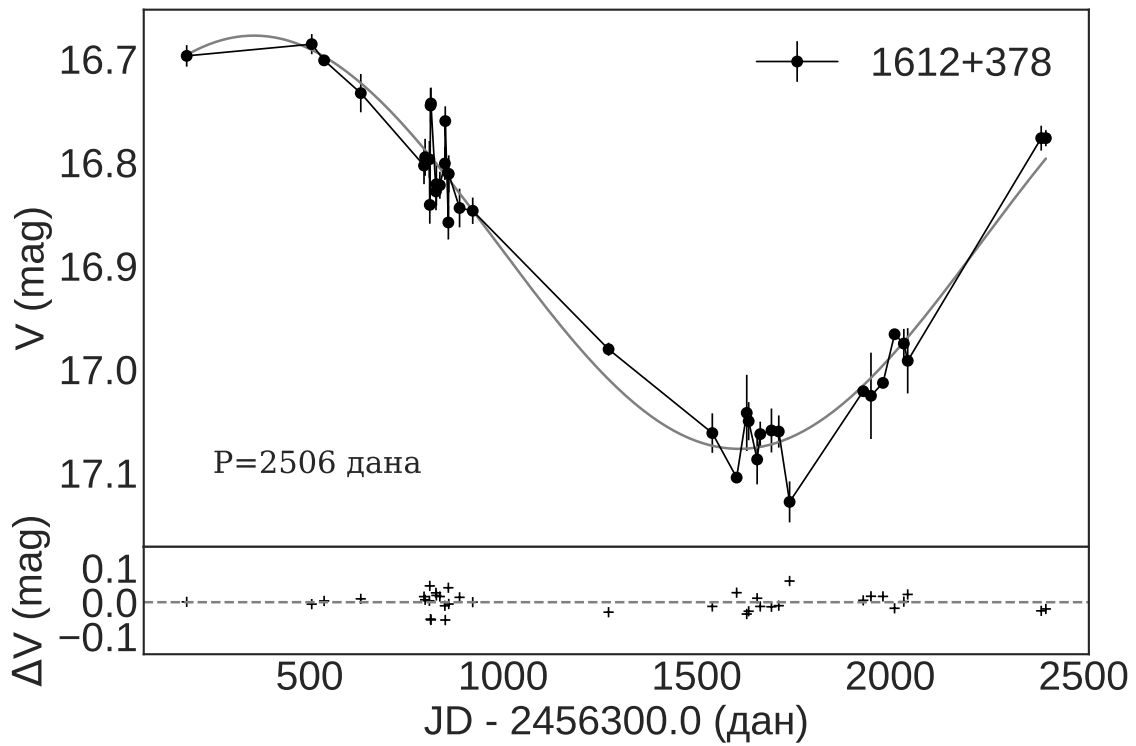


Слика 3.24: Криве сјаја објекта 1603+699 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .

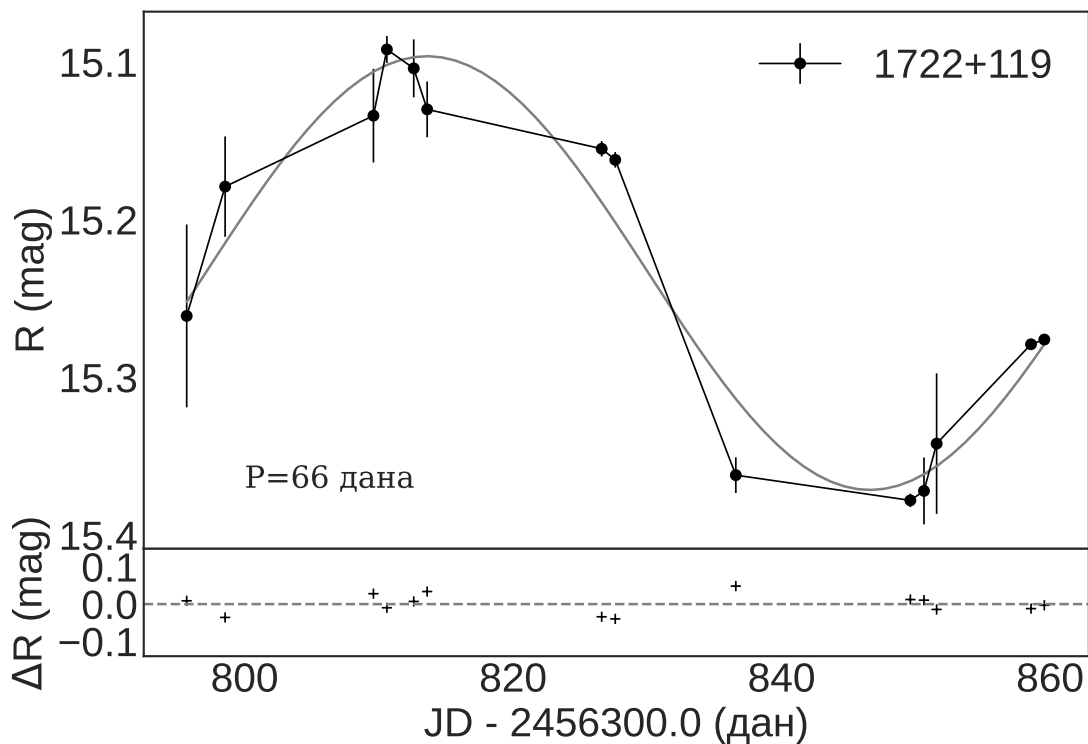
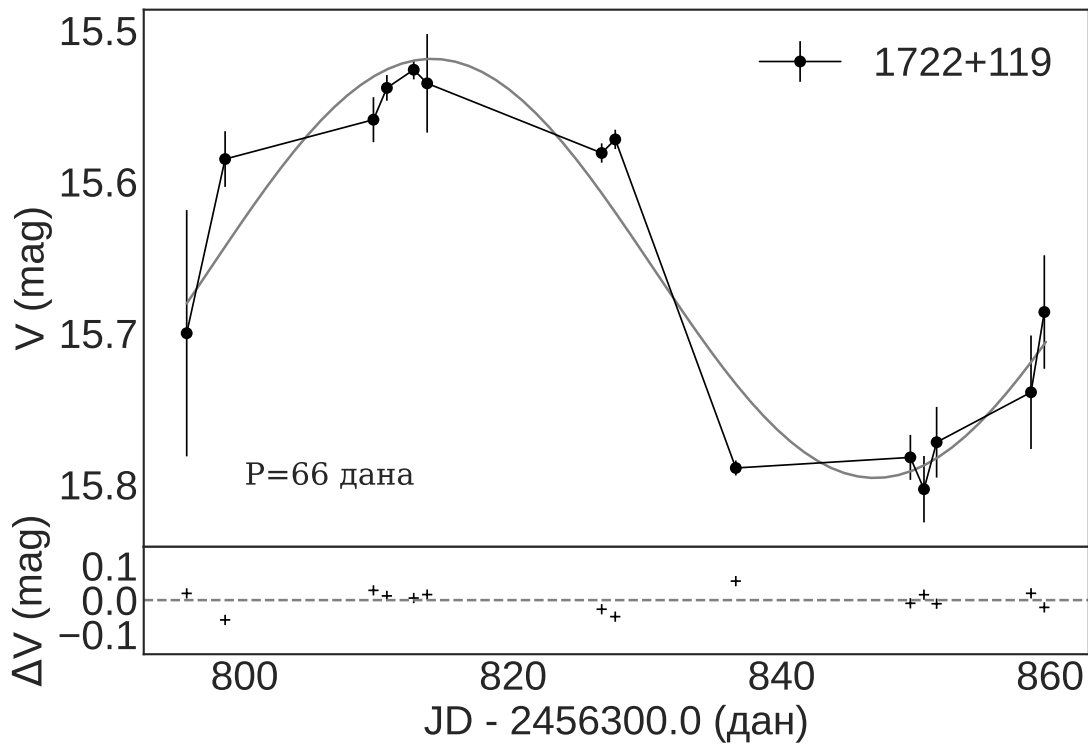


Слика 3.25: Криве сјаја објекта 1607+604 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична; период износи 1464 дана у  $V$  (горе) и 1429 дана у  $R$  домену (доле).

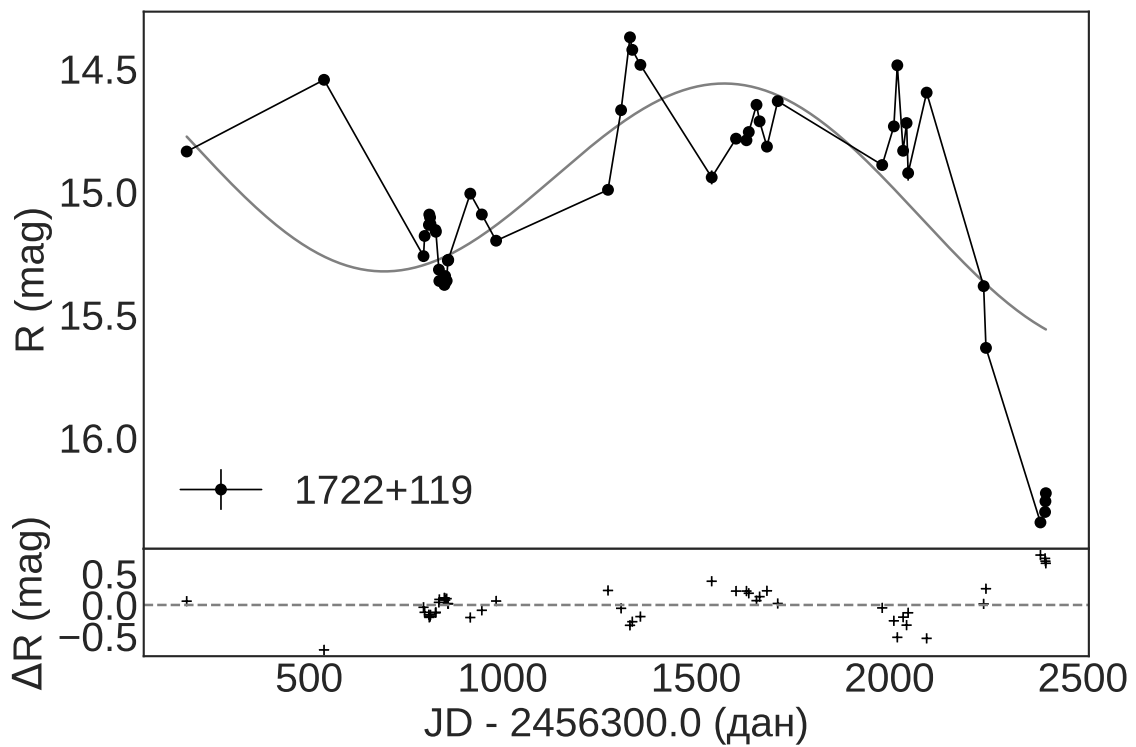
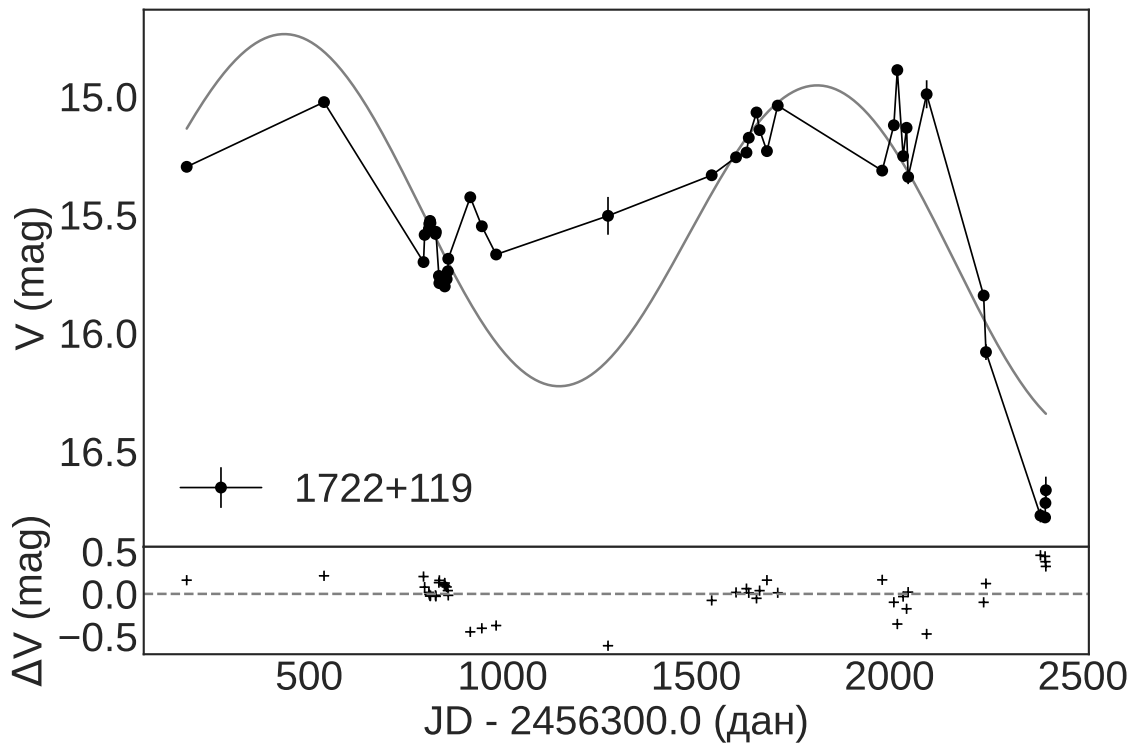




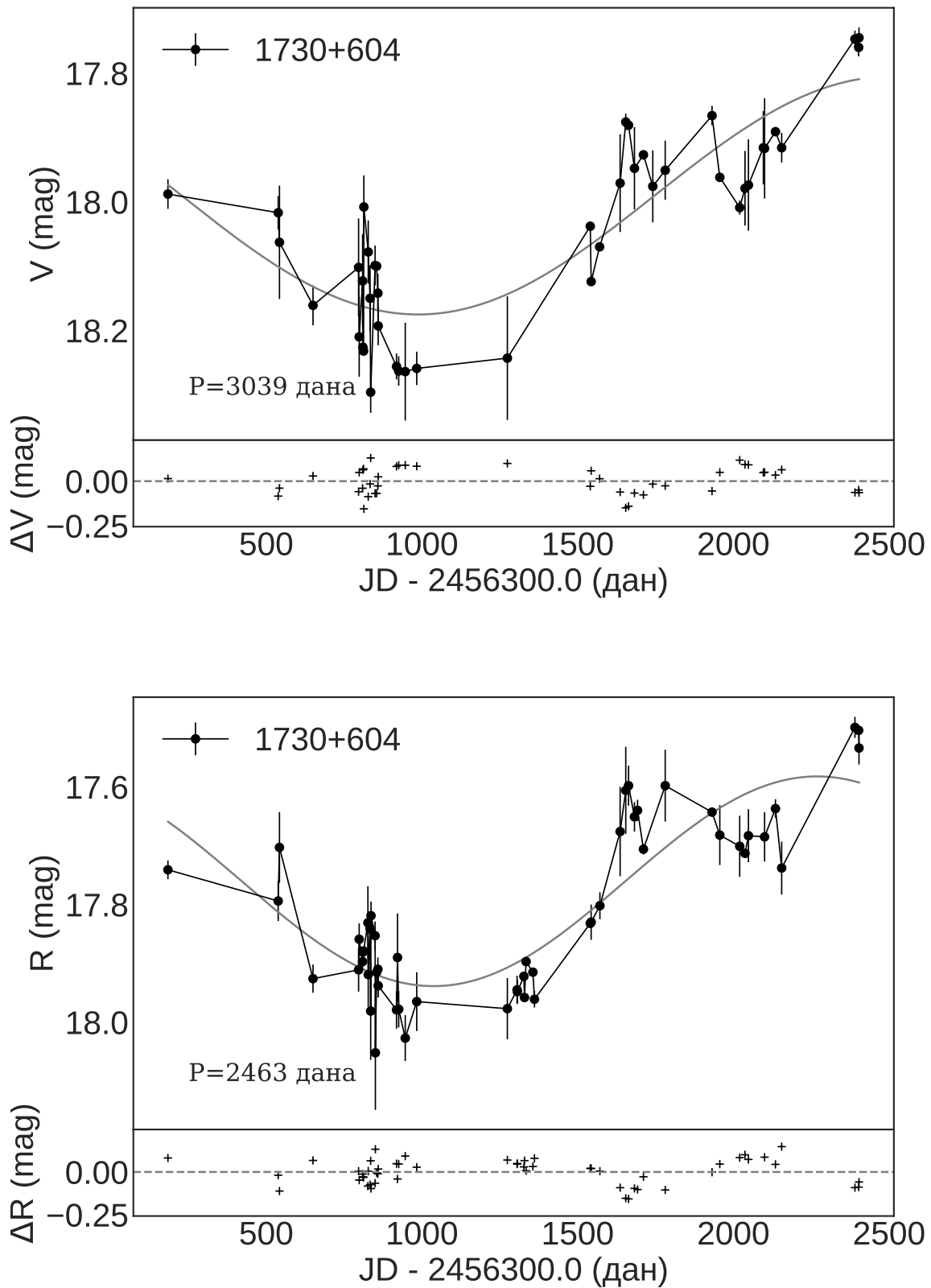
Слика 3.26: Криве сјаја објекта 1612+378 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFТ: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



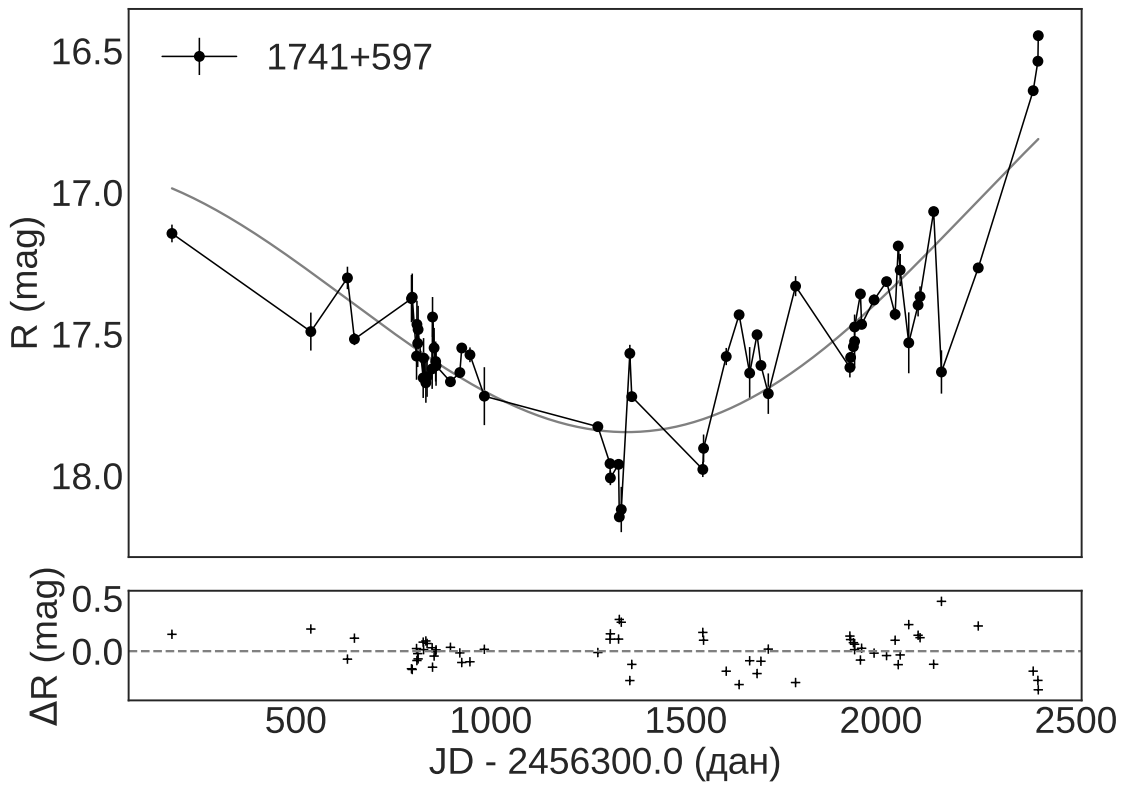
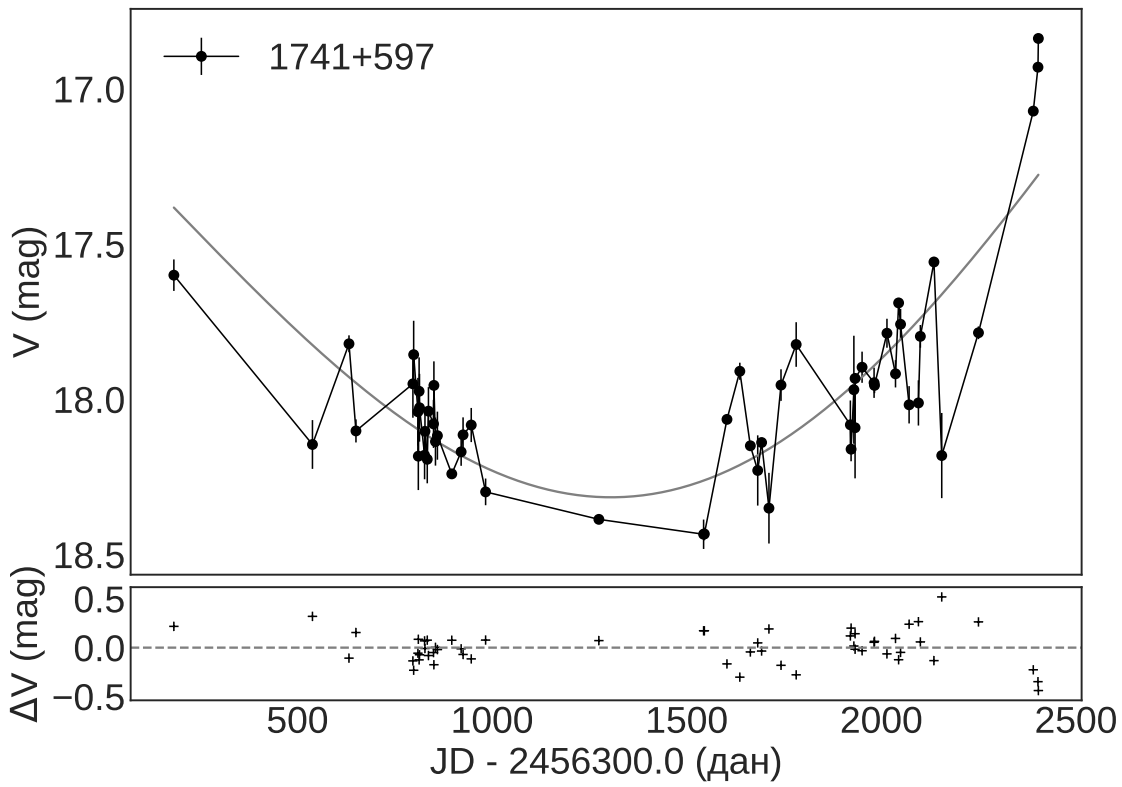
Слика 3.27: Криве сјаја објекта 1722+119 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFТ: у V домену (горе) и R домену (доле), само ТЈО посматрања. У доњем левом углу је вредност периода у данима.



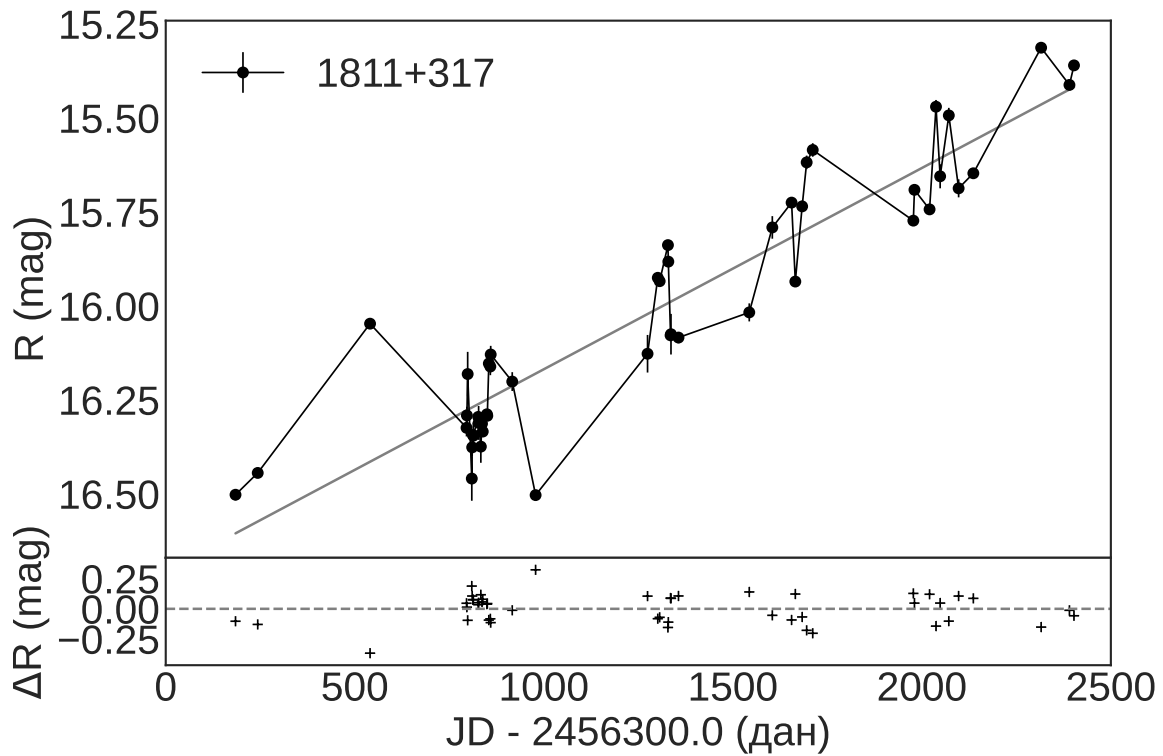
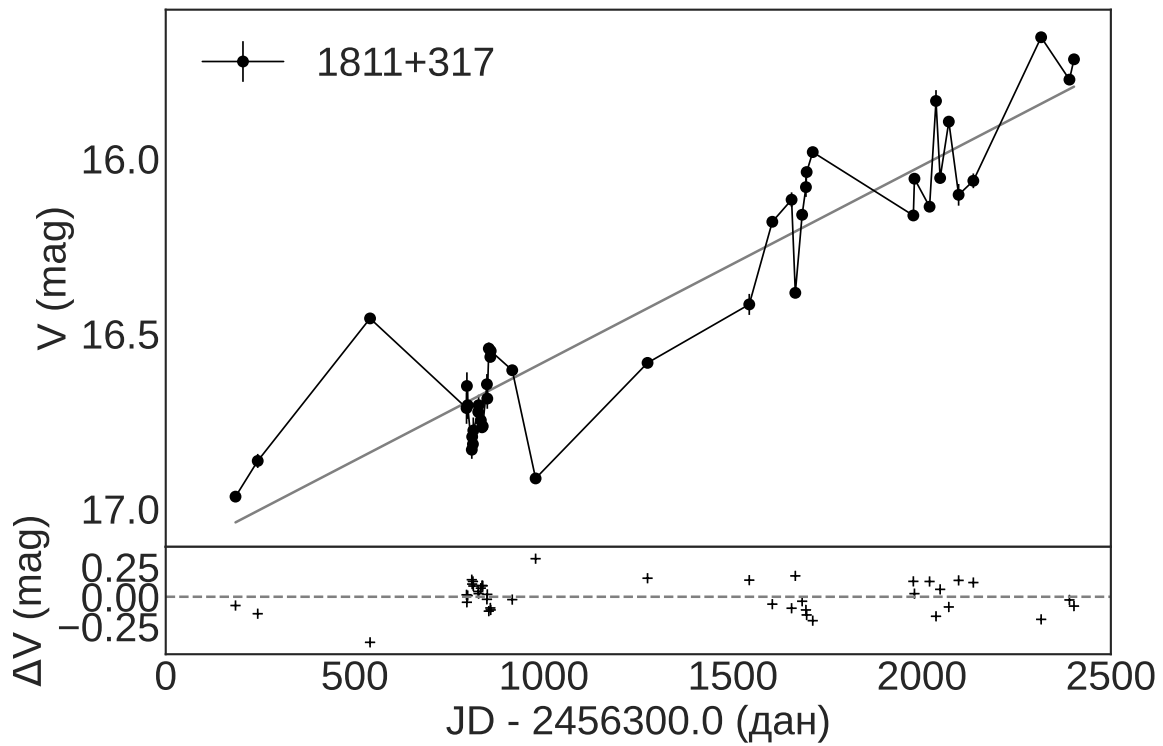
Слика 3.28: Криве сјаја објекта 1722+119 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична; период износи 1377 дана у  $V$  (горе) и 1892 дана у  $R$  домену (доле).



Слика 3.29: Криве сјаја објекта 1730+604 са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFIT: у  $V$  домену (горе) и  $R$  домену (доле). У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .

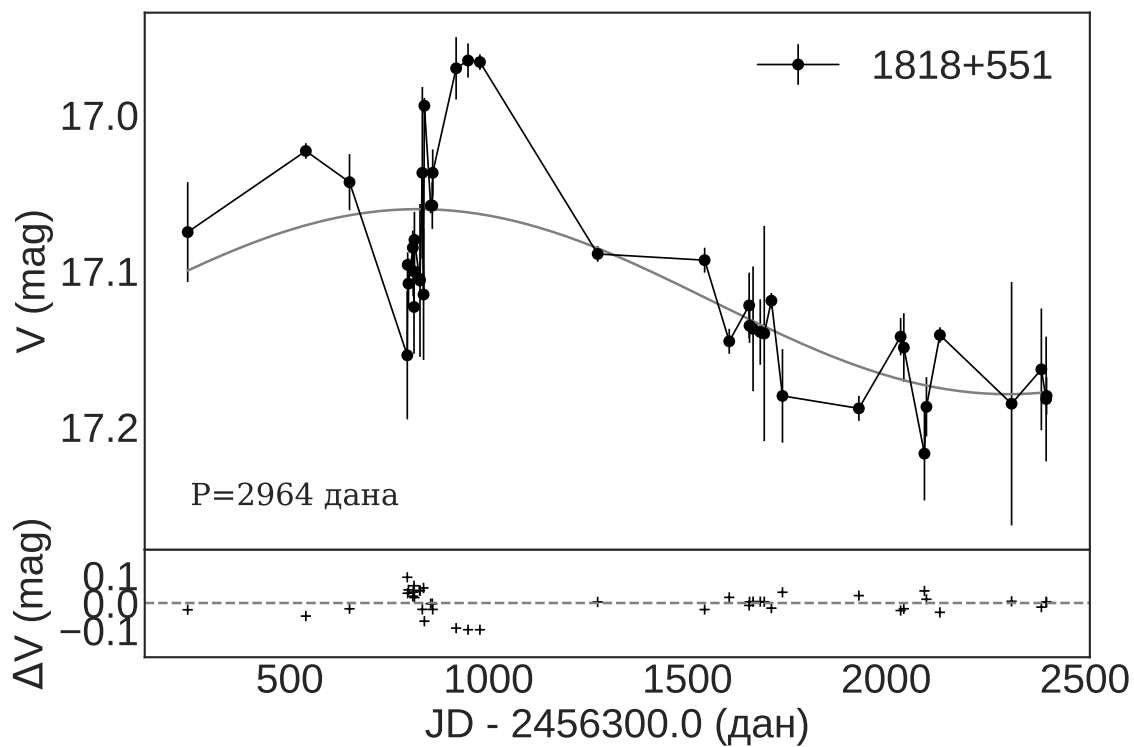


Слика 3.30: Криве сјаја објекта 1741+597 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична; период износи 4987 дана у  $V$  (горе) и 3217 дана у  $R$  домену (доле).

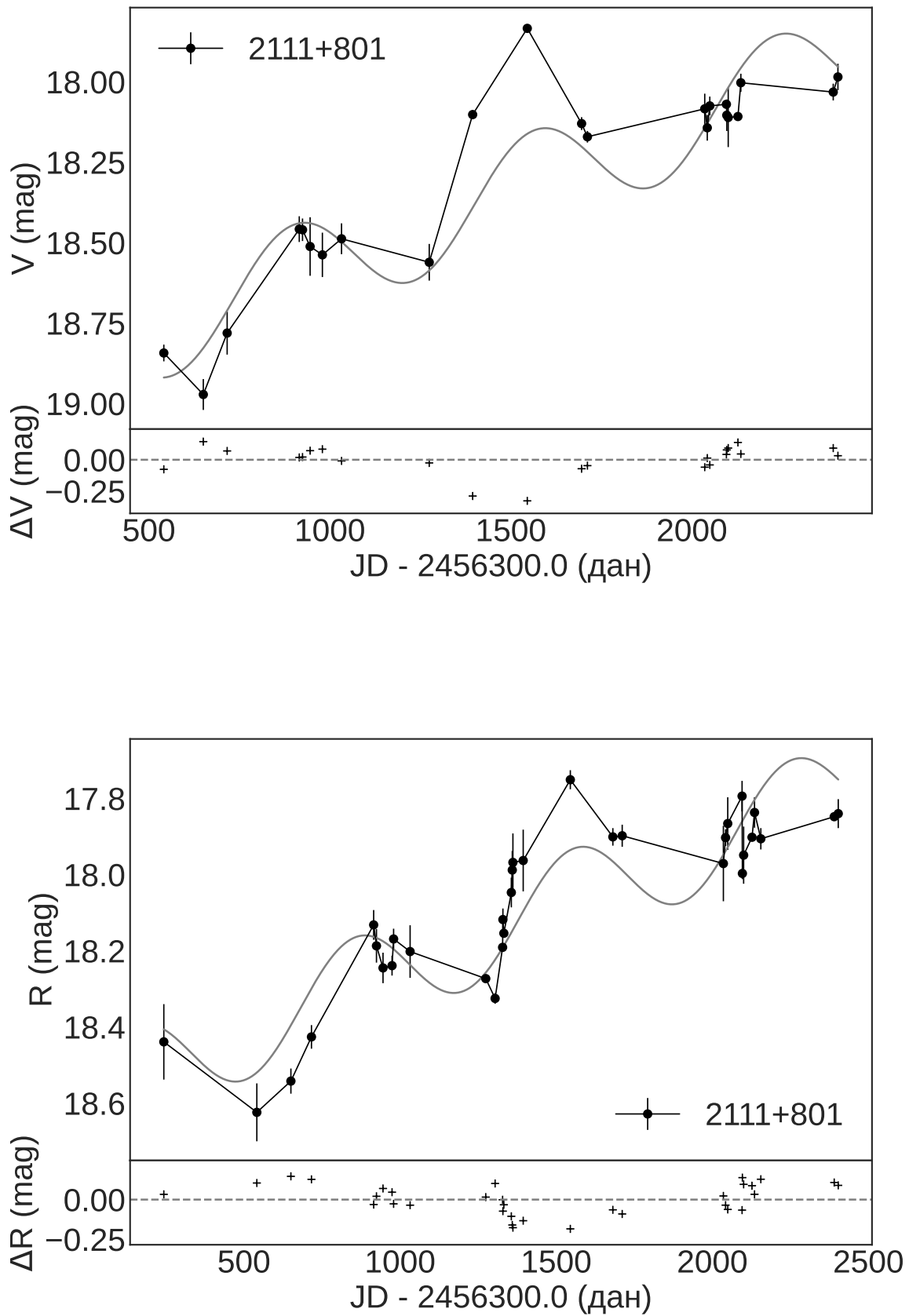


Слика 3.31: Криве сјаја објекта 1811+317 са линеарном\* функцијом усклађивања у  $V$  (горе) и  $R$  домену (доле).

\* Параметри линеарне функције су дати у табели 3.4.

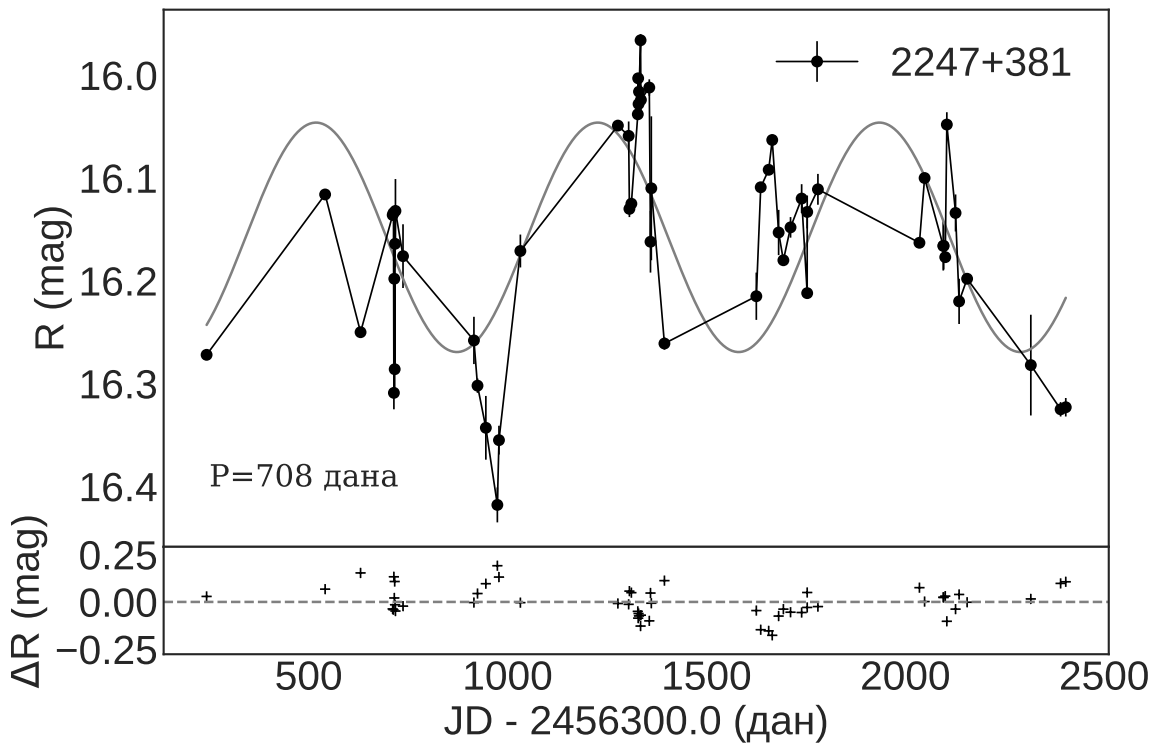


Слика 3.32: Крива сјаја објекта 1818+551 у  $V$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .

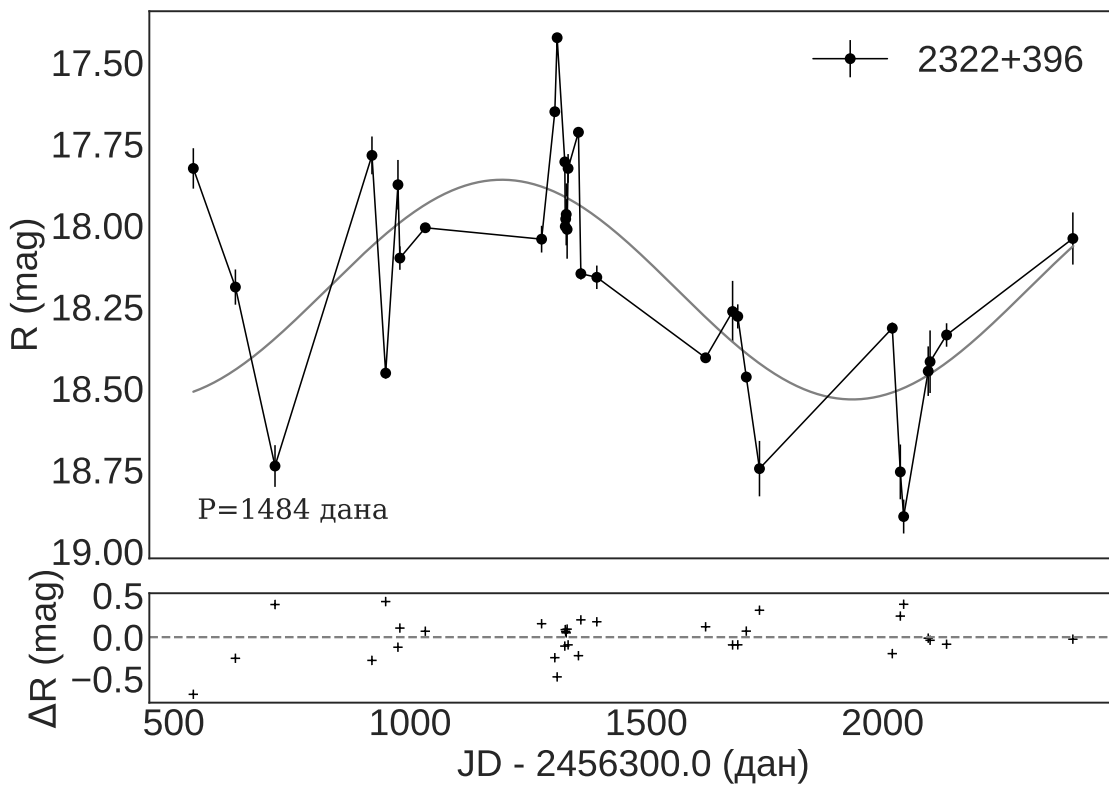


Слика 3.33: Криве сјаја објекта 2111+801 са функцијом усклађивања, коју чине линеарна функција и периодична; период износи 665 дана у  $V$  (горе) и 699 дана у  $R$  домену (доле).





Слика 3.34: Крива сјаја објекта 2247+381 у  $R$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



Слика 3.35: Крива сјаја објекта 2322+396 у  $R$  домену са функцијом усклађивања чији су параметри одређени методом DCDFT. У доњем левом углу је вредност периода  $P$ .



## Поглавље 4

# Испитивање оптичког спектралног индекса $\alpha$

Анализирали смо промену спектралног индекса 43 објеката. Ове промене нам омогућавају да разумемо емисионе механизме који утичу на сјај објеката у оптичком домену. Оптичка емисија може да буде контаминирана термалним, синхротронским зрачењем, као и зрачењем галаксије домаћина. У овом поглављу смо представили анализу ових промена и упоредили са очекиваним вредностима за поједине класе објеката.

У оптичком спектралном домену, густина флуksа се може описати степеним законом  $F_\nu \propto \nu^\alpha$ , где је  $\nu$  фреквенција, а  $\alpha$  спектрални индекс. Логаритам овог односа се може представити:

$$\log F_\nu = \alpha \log \nu + Constant \quad (4.1)$$

За оптичке  $V$  и  $R$  домене, логаритам је:

$$\log F_{\nu_V} = \alpha \log \nu_V + Constant \quad (4.2)$$

$$\log F_{\nu_R} = \alpha \log \nu_R + Constant \quad (4.3)$$

Дељењем ове две једначине, могуће је издвојити спектрални индекс  $\alpha$  (Trèvese & Vagnetti (2001), за радио фреквенције представљено је у раду Zajaček et al. (2019)):

$$\alpha = \frac{\log(F_{\nu_V}/F_{\nu_R})}{\log(\nu_V/\nu_R)}, \quad (4.4)$$

где су  $F_{\nu_V}$  и  $F_{\nu_R}$  флуksеви детектовани на ефективним фреквенцијама  $V$  и  $R$  домена ( $\nu_V$  и  $\nu_R$ ), редом. Са једначинама које повезују флуks и магнитуду  $V = -2.5 \log(F_{\nu_V}/F_{ZP_V})$  и  $R = -2.5 \log(F_{\nu_R}/F_{ZP_R})$ , једначина (4.4) може се написати као:

$$\alpha = \frac{c - 0.4(V - R)}{\log(\nu_V/\nu_R)}, \quad (4.5)$$

где су:  $c = \log(ZP_V/ZP_R)$ ,  $ZP_V$  и  $ZP_R$  флуksеви који одговарају  $V = 0$  и  $R = 0$ . Вредности  $\nu_V$ ,  $\nu_R$ ,  $ZP_V$  и  $ZP_R$  су преузете из Bessell et al. (1998).

Оцена спектралног индекса  $\sigma_\alpha$  је одређена као у Zajaček et al. (2019):

$$\sigma_\alpha = \frac{1}{|\log(\nu_V/\nu_R)|} \sqrt{(\sigma_{F_V}/F_V)^2 + (\sigma_{F_R}/F_R)^2}, \quad (4.6)$$

$\sigma_{F_V}$  и  $\sigma_{F_R}$  су оцене густине флуksа на фреквенцијама у  $V$  и  $R$  доменима.

Испитивана је промена оптичког спектралног индекса  $\alpha$  у току времена и у односу на магнитуду  $R$  за 43 објеката. Подаци су усклађени са линеарном функцијом (као и за

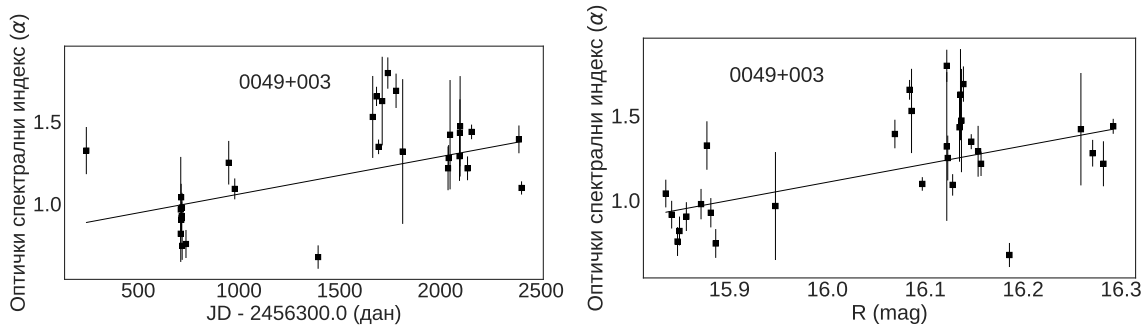
промену боје). Програм који је развијен за ове потребе (у Python програмском језику) није представљен, већ само резултати. Резултати који су добијени након усклађивања са линеарном функцијом (нагиб, тачка пресека са  $y$  осом, Пирсонов коефицијент корелације  $r$  и вероватноћа нулте хипотезе о некорелацији  $P$ ) су представљени у табели 4.1. Промена оптичког спектралног индекса  $\alpha$  кроз време и у односу на магнитуду  $R$  је приказана за све објекте на графицима у Додатку Д.

Табела 4.1: Промена оптичког спектралног индекса  $\alpha$

(а) Промена $\alpha$ у односу на време					(б) Зависност $\alpha$ у односу на магнитуду $R$				
Објекат	Нагиб ( $\times 10^{-5}$ )	Пресек са $y$ осом	$r$	$P$	Објекат	Нагиб	Пресек са $y$ осом	$r$	$P$
0049+003	22.80 $\pm$ 2.30	0.83 $\pm$ 0.04	0.5189	3.30 $\times 10^{-03}$	0049+003	1.07 $\pm$ 0.10	-16.08 $\pm$ 1.64	0.56	1.40 $\times 10^{-03}$
0109+200	4.00 $\pm$ 6.00	-0.42 $\pm$ 0.11	0.1338	4.44 $\times 10^{-01}$	0109+200	0.15 $\pm$ 0.23	-2.89 $\pm$ 4.00	0.13	4.61 $\times 10^{-01}$
0210+515	-4.80 $\pm$ 2.10	2.74 $\pm$ 0.03	-0.1267	4.55 $\times 10^{-01}$	0210+515	-0.54 $\pm$ 0.10	11.01 $\pm$ 1.53	-0.30	6.68 $\times 10^{-02}$
0446+074	0.20 $\pm$ 5.00	1.86 $\pm$ 0.06	0.0036	9.86 $\times 10^{-01}$	0446+074	-1.39 $\pm$ 0.38	24.85 $\pm$ 6.29	-0.28	1.61 $\times 10^{-01}$
0651+428	-11.70 $\pm$ 6.20	2.31 $\pm$ 0.09	-0.2789	1.77 $\times 10^{-01}$	0651+428	0.01 $\pm$ 0.35	1.92 $\pm$ 5.77	0.01	9.77 $\times 10^{-01}$
0741+294	2.70 $\pm$ 6.00	0.82 $\pm$ 0.09	0.0488	7.98 $\times 10^{-01}$	0741+294	1.73 $\pm$ 0.48	-28.10 $\pm$ 8.04	0.39	3.23 $\times 10^{-02}$
0838+235	-3.40 $\pm$ 9.40	0.49 $\pm$ 0.15	-0.0575	8.21 $\times 10^{-01}$	0838+235	-1.18 $\pm$ 0.39	21.26 $\pm$ 6.96	-0.48	4.52 $\times 10^{-02}$
0838+456	5.80 $\pm$ 5.70	1.47 $\pm$ 0.08	0.1104	5.04 $\times 10^{-01}$	0838+456	-4.93 $\pm$ 0.83	85.91 $\pm$ 14.16	-0.64	1.01 $\times 10^{-05}$
0850+284	-56.10 $\pm$ 27.40	1.27 $\pm$ 0.40	-0.6119	1.07 $\times 10^{-01}$	0850+284	-1.53 $\pm$ 1.43	28.20 $\pm$ 25.91	-0.32	4.40 $\times 10^{-01}$
0854+334	22.30 $\pm$ 14.00	0.18 $\pm$ 0.14	0.1490	4.08 $\times 10^{-01}$	0854+334	-3.85 $\pm$ 0.74	68.94 $\pm$ 13.17	-0.49	4.18 $\times 10^{-03}$
0907+336	-26.70 $\pm$ 2.70	1.06 $\pm$ 0.03	-0.5275	6.00 $\times 10^{-04}$	0907+336	-0.53 $\pm$ 0.07	9.21 $\pm$ 1.13	-0.39	1.38 $\times 10^{-02}$
0950+326	-13.70 $\pm$ 4.60	1.65 $\pm$ 0.07	-0.1520	3.69 $\times 10^{-01}$	0950+326	6.85 $\pm$ 0.49	-115.50 $\pm$ 8.32	0.72	5.04 $\times 10^{-07}$
0952+338	-37.00 $\pm$ 5.20	-0.01 $\pm$ 0.06	-0.4333	4.15 $\times 10^{-03}$	0952+338	-2.91 $\pm$ 0.25	49.33 $\pm$ 4.28	-0.71	1.64 $\times 10^{-07}$
1032+354	24.80 $\pm$ 5.50	0.03 $\pm$ 0.06	0.4151	1.46 $\times 10^{-02}$	1032+354	-0.77 $\pm$ 0.24	14.00 $\pm$ 4.35	-0.29	9.75 $\times 10^{-02}$
1034+574	5.20 $\pm$ 1.90	0.78 $\pm$ 0.03	0.1542	3.06 $\times 10^{-01}$	1034+574	0.19 $\pm$ 0.04	-2.13 $\pm$ 0.61	0.27	6.68 $\times 10^{-02}$
1145+321	-19.50 $\pm$ 4.60	-0.52 $\pm$ 0.06	-0.3767	7.01 $\times 10^{-03}$	1145+321	-0.92 $\pm$ 0.25	15.10 $\pm$ 4.33	-0.33	2.09 $\times 10^{-02}$
1201+454	-30.50 $\pm$ 7.90	0.97 $\pm$ 0.11	-0.3600	3.65 $\times 10^{-02}$	1201+454	0.19 $\pm$ 0.45	-2.70 $\pm$ 7.84	0.04	8.29 $\times 10^{-01}$
1212+467	-13.20 $\pm$ 6.90	-0.11 $\pm$ 0.07	-0.1510	2.95 $\times 10^{-01}$	1212+467	-0.32 $\pm$ 0.20	5.32 $\pm$ 3.57	-0.12	3.99 $\times 10^{-01}$
1228+077	14.50 $\pm$ 5.80	-0.13 $\pm$ 0.06	0.2166	2.78 $\times 10^{-01}$	1228+077	-4.41 $\pm$ 0.55	78.06 $\pm$ 9.75	-0.70	5.34 $\times 10^{-05}$
1242+574	-1.60 $\pm$ 3.10	1.17 $\pm$ 0.06	-0.0314	8.31 $\times 10^{-01}$	1242+574	-0.07 $\pm$ 0.12	2.41 $\pm$ 2.17	-0.04	8.08 $\times 10^{-01}$
1345+735	24.40 $\pm$ 2.10	0.07 $\pm$ 0.03	0.3987	9.80 $\times 10^{-03}$	1345+735	-1.30 $\pm$ 0.10	21.36 $\pm$ 1.54	-0.46	2.60 $\times 10^{-03}$
1429+249	2.90 $\pm$ 3.10	0.11 $\pm$ 0.05	0.0594	7.19 $\times 10^{-01}$	1429+249	1.28 $\pm$ 0.34	-21.93 $\pm$ 5.79	0.24	1.34 $\times 10^{-01}$
1518+162	0.00 $\pm$ 5.20	0.97 $\pm$ 0.08	-0.0004	9.98 $\times 10^{-01}$	1518+162	0.39 $\pm$ 0.39	-5.84 $\pm$ 6.75	0.11	5.08 $\times 10^{-01}$
1535+231	-11.70 $\pm$ 8.70	0.52 $\pm$ 0.16	-0.1219	4.54 $\times 10^{-01}$	1535+231	-0.46 $\pm$ 0.31	8.78 $\pm$ 5.71	-0.13	4.11 $\times 10^{-01}$
1556+335	2.50 $\pm$ 3.10	1.59 $\pm$ 0.05	0.0595	7.15 $\times 10^{-01}$	1556+335	-0.55 $\pm$ 0.34	10.97 $\pm$ 5.80	-0.12	4.64 $\times 10^{-01}$
1603+699	-6.40 $\pm$ 2.90	1.37 $\pm$ 0.04	-0.1391	3.99 $\times 10^{-01}$	1603+699	-0.39 $\pm$ 0.19	7.78 $\pm$ 3.10	-0.13	4.24 $\times 10^{-01}$
1607+604	23.20 $\pm$ 2.80	1.08 $\pm$ 0.04	0.5807	1.00 $\times 10^{-04}$	1607+604	1.71 $\pm$ 0.21	-27.67 $\pm$ 3.62	0.56	1.00 $\times 10^{-04}$
1612+378	7.20 $\pm$ 2.40	1.31 $\pm$ 0.03	0.2296	1.72 $\times 10^{-01}$	1612+378	0.99 $\pm$ 0.13	-14.91 $\pm$ 2.07	0.61	1.00 $\times 10^{-04}$
1618+530	-0.60 $\pm$ 3.40	0.47 $\pm$ 0.05	-0.0228	8.97 $\times 10^{-01}$	1618+530	-2.63 $\pm$ 0.66	44.17 $\pm$ 11.03	-0.48	3.52 $\times 10^{-03}$
1722+119	0.60 $\pm$ 1.80	1.37 $\pm$ 0.03	0.0257	8.70 $\times 10^{-01}$	1722+119	0.13 $\pm$ 0.03	-0.59 $\pm$ 0.43	0.36	1.72 $\times 10^{-02}$
1730+604	-28.20 $\pm$ 3.20	0.79 $\pm$ 0.04	-0.3887	1.32 $\times 10^{-02}$	1730+604	0.54 $\pm$ 0.14	-9.17 $\pm$ 2.58	0.16	3.16 $\times 10^{-01}$
1741+597	-52.30 $\pm$ 3.30	2.60 $\pm$ 0.07	-0.7925	1.54 $\times 10^{-12}$	1741+597	0.69 $\pm$ 0.04	-10.10 $\pm$ 0.68	0.86	1.67 $\times 10^{-16}$
1753+338	25.40 $\pm$ 11.60	2.50 $\pm$ 0.19	0.2224	4.45 $\times 10^{-01}$	1753+338	-0.56 $\pm$ 1.03	12.98 $\pm$ 18.38	-0.06	8.50 $\times 10^{-01}$
1759+756	-6.40 $\pm$ 3.10	0.79 $\pm$ 0.05	-0.1525	2.86 $\times 10^{-01}$	1759+756	-3.42 $\pm$ 0.54	57.73 $\pm$ 9.03	-0.46	7.00 $\times 10^{-04}$
1810+522	-5.40 $\pm$ 6.10	1.17 $\pm$ 0.09	-0.1575	3.82 $\times 10^{-01}$	1810+522	-0.92 $\pm$ 0.50	17.26 $\pm$ 8.84	-0.32	6.62 $\times 10^{-02}$
1811+317	-19.10 $\pm$ 2.20	1.50 $\pm$ 0.04	-0.7246	8.50 $\times 10^{-08}$	1811+317	0.36 $\pm$ 0.04	-4.55 $\pm$ 0.62	0.77	4.00 $\times 10^{-09}$
1818+551	14.30 $\pm$ 3.20	0.74 $\pm$ 0.05	0.5101	7.73 $\times 10^{-04}$	1818+551	1.23 $\pm$ 0.32	-19.57 $\pm$ 5.30	0.45	3.95 $\times 10^{-03}$
1838+575	9.40 $\pm$ 4.20	2.38 $\pm$ 0.09	0.2940	1.15 $\times 10^{-01}$	1838+575	-0.19 $\pm$ 0.35	5.83 $\pm$ 5.84	-0.07	7.03 $\times 10^{-01}$
2111+801	-35.10 $\pm$ 9.90	0.80 $\pm$ 0.20	-0.4172	5.34 $\times 10^{-02}$	2111+801	1.60 $\pm$ 0.28	-28.58 $\pm$ 4.98	0.68	4.82 $\times 10^{-04}$
2247+381	0.80 $\pm$ 2.30	1.94 $\pm$ 0.04	0.0159	9.22 $\times 10^{-01}$	2247+381	1.24 $\pm$ 0.16	-18.06 $\pm$ 2.64	0.32	4.26 $\times 10^{-02}$
2316+238	2.20 $\pm$ 18.20	1.04 $\pm$ 0.30	0.0520	8.60 $\times 10^{-01}$	2316+238	-1.03 $\pm$ 1.71	20.24 $\pm$ 31.80	-0.26	3.73 $\times 10^{-01}$
2322+396	13.60 $\pm$ 15.90	1.91 $\pm$ 0.26	0.0861	7.60 $\times 10^{-01}$	2322+396	-0.23 $\pm$ 0.39	6.28 $\pm$ 7.09	-0.06	8.34 $\times 10^{-01}$

На слици 4.1 је приказан пример промене  $\alpha$  за објекат 0049+003. На левом графику је

приказана промена кроз време (у јулијанским данима). На десном графику је приказана промена у односу на магнитуду  $R$ .



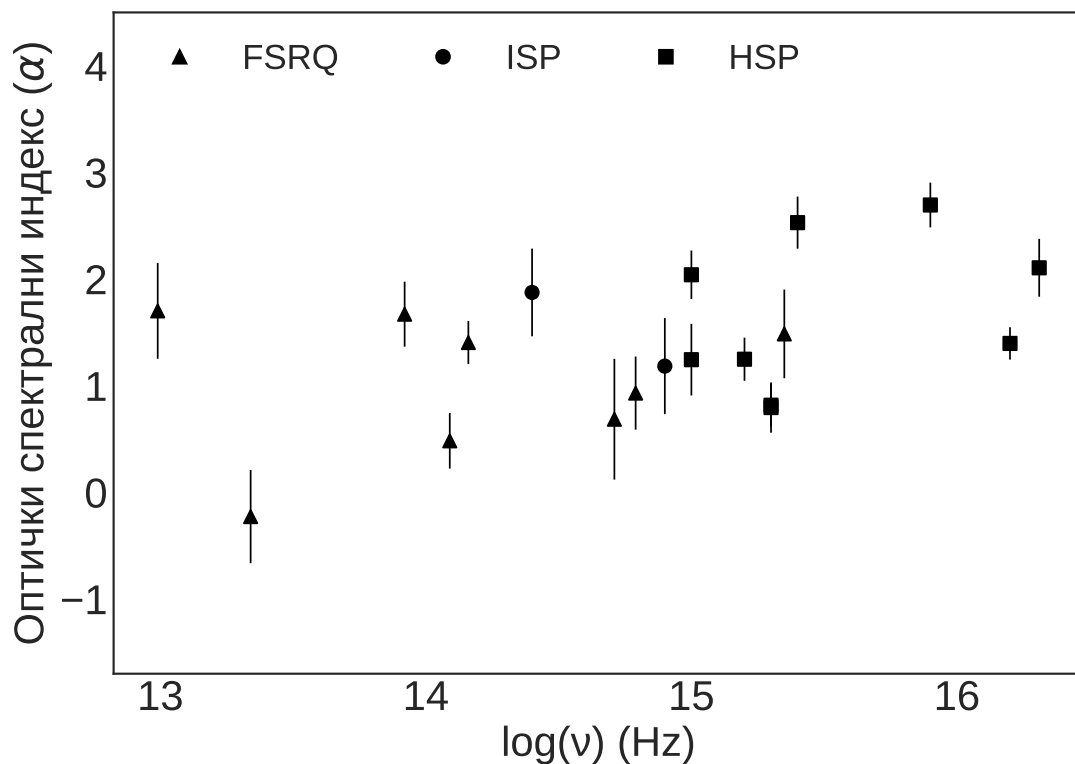
Слика 4.1: Промена оптичког спектралног индекса  $\alpha$  током времена (лево) и у односу на магнитуду  $R$  (десно) за објекат 0049+003.

За 19 објеката: 0210+515, 0651+428, 0741+294, 0838+456, 0907+336, 0950+326, 1034+574, 1201+454, 1212+467, 1242+574, 1312+240, 1556+335, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1741+597, 1811+317, 1838+575 и 2247+381 одређена је фреквенција максимума синхротронског зрачења ( $\nu_{peak}$ ) у радовима Chen et al. (2023); Fan et al. (2023); Mao & Urry (2017); Xiong et al. (2015); Yang et al. (2022). На слици 4.2 на апсциси је приказан  $\log \nu_{peak}$  у Hz, на ординати усредњени спектрални индекс (за поменуте објекте), тип AGJ и SED (одређени на основу  $\nu_{peak}$ ) су представљени различитим симболима (троуглом FSRQ, кругом ISP и квадратом HSP). У табели 4.2 су дате средње вредности  $\alpha$  са грешкама за објекте који су представљени на слици 4.2, сортирани по типу.

**Flat Spectrum Radio Quasars - FSRQ.** Средња вредност  $\alpha$  за FSRQ објекте је  $1.02 \pm 0.68$ . Очекивано је да би оптички спектрални индекс требао бити већи од 1 (Fioretti et al., 2004; Gaur et al., 2012b; Gaur, 2014; McCall et al., 2024). Међутим, FSRQ показују јаке емисионе линије и термални допринос који може да се упореди са синхротронском емисијом у оптичком спектралном подручју. Оптичка емисија FSRQ је често јако контаминирана термалном емисијом са акреционог диска и то се показује присуством „велике плаве избочине” у оптичком/UV региону Türler et al. (1999), услед чега средња вредност  $\alpha$  може бити мања од 1. Такви примери су објекти 0741+294, 1201+454, 1212+467 и 1618+530. Објекат 1212+467 је променљив са негативним  $\alpha$ . За објекте 0741+294, 1201+454 и 1618+530 вредности  $\alpha$  позитивне и мање од 1. Објекат 0741+294 је променљив у  $R$  домену, 1201+454 је могуће променљив у оба домена, као и 0741+294 у  $V$  домену. Објекат 1618+530 није променљив и један је од најстабилнијих објеката. За објекте 0838+456, 0950+326, 1556+335 и 1612+378  $\alpha$  је веће од 1. Објекат 0838+456 у  $R$  домену и објекат 1556+335 у оба домена су стабилни. Објекат 0838+456 у  $V$  домену и објекат 0950+326 у оба домена су могуће променљиви. Могуће је да је у овим случајевима, у оптичком спектру поред термалне присутна и синхротронска компонента (радио-млаз је детектован код 0950+326). Док код објекта, који је променљив, 1612+378 у оптичком спектру доминира синхротронска компонента (радио-млаз је детектован и вероватно утиче на вредности  $\alpha$ ).

**Intermediate synchrotron peak - ISP.** Оба објекта 1242+574 и 1741+597 овог типа су BL Lac и променљиви су у оба домена. За ове објекте  $\alpha$  је веће од 1, а мање од 2. Средња вредност  $\alpha$  за ISP објекте је  $1.53 \pm 0.49$ . Синхротронска емисија доминира у оптичком спектру, како се и очекује (Gaur et al., 2012b; Gaur, 2014; McCall et al., 2024). За објекат 1741+597 детектована је галаксија домаћин (Nilsson et al., 2003). Приликом одређивања сјаја објекта галаксију домаћина нисмо издвојили.

**High synchrotron peak - HSP** Средња вредност  $\alpha$  за HSP објекте је  $1.65 \pm 0.71$ . Сви објекти овог типа су BL Lac. Модели синхротронске емисије предвиђају да  $\alpha$  буде мање од 1 Urry & Padovani (1995). То је случај код објеката 0907+336 и 1034+574, који су променљиви у оба домена. Објекти 1312+240, 1722+119 и 1811+317 су променљиви у оба домена са распонем  $1 < \alpha < 2$ . Објекти 0210+515, 0651+428, 1838+575 и 2247+381 су променљиви у  $R$  домену и могуће променљиви у  $V$  домену са  $\alpha$  већим од 2. За ове објекте вероватно је оптичка емисија контаминирана поред синхротронским и другим компонентама, као што су термални допринос акреционог диска, галаксија домаћин, или значајне количине нетермалне емисије које потичу из различитих региона релативистичких млазова. За блазаре који су у нашој близини, допринос галаксије домаћина је вероватно важан, Pian et al. (1994). Код свих HSP објеката код који је  $\alpha$  веће од 1, осим за објекат 1312+240, детектована је галаксија домаћин од стране других аутора. Галаксија домаћин за све ове објекте није издвојена. Највећи спектрални индекс је одређен за објекат 0210+515, ово је објекат са детектованим радио-млазем и галаксијом домаћина.



Слика 4.2: Средња вредност  $\alpha$  у односу на фреквенцију максимума синхротронског зрачења за блазаре у табели 4.2.

Табела 4.2: Средње вредности  $\alpha$  за блазаре чија је фреквенција максимума синхротронског зрачења позната.

FSRQ		ISP		HSP	
0741+294	$0.93 \pm 0.34$	1242+574	$1.18 \pm 0.45$	0210+515	$2.69 \pm 0.21$
0838+456	$1.49 \pm 0.42$	1741+597	$1.87 \pm 0.41$	0651+428	$2.04 \pm 0.23$
0950+326	$1.70 \pm 0.45$			0907+336	$0.80 \pm 0.24$
1201+454	$0.69 \pm 0.57$			1034+574	$0.82 \pm 0.20$
1212+467	$-0.23 \pm 0.44$			1312+240	$1.24 \pm 0.34$
1556+335	$1.67 \pm 0.30$			1722+119	$1.40 \pm 0.15$
1612+378	$1.41 \pm 0.20$			1811+317	$1.25 \pm 0.20$
1618+530	$0.48 \pm 0.26$			1838+575	$2.53 \pm 0.24$
				2247+381	$2.11 \pm 0.27$





# Поглавље 5

## Резиме, закључци и планови за будући рад

### 5.1 Резиме

У првом поглављу је приказана историја астрометрије и прецизност у одређивању положаја, која се повећавала са унапређењем инструмената. Временом су откривена сопствена кретања звезда, због чега су звезде постале непогодне за референтне тачке небеског координатног система. Због тога су изабрани објекти који су сјајни и веома удаљени (активна галактичка језгра – АГЈ) са занемарљивим сопственим кретањима (мањим од 0.1 mas/y). Ови објекти, већином квазари, посматрани су VLBI техником у радио-домену. Око три деценије након њиховог открића, координатни систем који је био базиран на посматрањима звезда у оптичком домену био је замењен системом базираним на посматрањима квазара у радио-домену. Тек лансирањем *Gaia* сателита, оптички каталози достижу тачност каталога у радио-домену. За повезивање система *ICRF* (базираног на посматрањима АГЈ у радио-домену помоћу VLBI технике) и *Gaia CRF* (базираног на посматрањима АГЈ у оптичком домену) потребно је изабрати АГЈ који се могу посматрати и у радио и у оптичком домену. АГЈ су активни објекти. Забележене су промене у флуксу АГЈ у свим деловима електромангетног спектра. Налазе се у галаксији домаћина, која у неким случајевима не може да буде раздвојена од централног објекта, тј. језгра. Промена флукса може да доводе до промене положаја фотоцентра објекта, а тиме и промене координата објекта, видети Popović et al. (2012); Taris et al. (2018). Такође, детектована су одступања радио од оптичких положаја објеката, и такви објекти према Makarov et al. (2019) и Petrov et al. (2019) нису погодни за повезивање два небеска координатна система. Новија истраживања (Lambert & Secrest, 2024; Secrest, 2022), показују да је одступање радио од оптичког положаја обрнуто пропорционално са променом сјаја објекта, тј. објекти који имају минимално одступање радио од оптичког положаја (а веома су променљиви) идеални су кандидати за повезивање два небеска координатна система. Главни циљ тезе је да се испита променљивост сјаја објеката, који су предложени и додати за повезивање два небеска координатна система *ICRF* и *Gaia CRF* (Bourda et al., 2011). Таквих објеката је 47 и сви су АГЈ (19 FSRQ, 15 BL Lac, 8 Sy, 3 QSO и 2 са особинама BL Lac и FSRQ).

У другом поглављу су представљени коришћени инструменти, начин обраде снимака и методе коришћене за анализу података. Подаци прикупљени након 2016. године су подаци кандидата прикупљени телескопима Астрономске станице Видојевица. Ови снимци, као и снимци Г. Дамљановића и Ф. Тариса (2013–2016. г.) су редуковани на исти начин и сјај је одређен релативном фотометријом користећи звезде које су у близини објекта и сличне боје као и објекат. Испитивали смо како се сјај мења са временом, затим боја са временом и са променом сјаја објекта. Представили смо два статистичка теста (Абеов критеријум

и F–тест) са којима смо проценили промену сјаја и боје. За објекте који су променљиви анализирали смо различитим методама тренд детектованих промена. Нарочита пажња је посвећена анализи временских серија. Представљени су различити софтвери (VSTAR и PERIOD04), као и метод Ломб–Скаргле.

У трећем поглављу су представљени резултати анализе (краткорочних и дугорочних промена сјаја и боје), за сваки објекат појединачно. У овом поглављу је назначено који објекти нису испитивани због слабог сјаја, или због тога што је галаксија домаћин веома доминанта. Промена сјаја у оба домена је детектована код 16 објеката, у  $V$  домену код 4, а у  $R$  домену код 7 објеката. За пет објеката сматрамо да нису променљива у оба домена, од 2013. до 2019. године. Велики број објеката из нашег узорка су блазари. Испитивали смо да ли су у променама боје присутне промене карактеристичне за ове објекте. У овом поглављу представљени су резултати анализе промене боје са временом и са променом сјаја. Колор индекс ( $V - R$ ) појединих објеката расте, опада, или се мења периодично са временом односно са променом магнитуде  $R$ . За BL Lac објекте је карактеристична BWB промена, а за FSRQ објекте RWB промена. Назначене промене смо и ми добили. Промену BWB смо детектовали већином код BL Lac објеката, а RWB код FSRQ објеката. Промена BWB је детектована код 5 BL Lac објеката, 4 FSRQ и 2 Sy. Промена RWB је детектована код 6 FSRQ, 2 BL Lac, Sy и QSO. Детектовали смо BWB промену код четири FSRQ објеката и RWB промену код два BL Lac објекта. Овакве промене су описане у радовима Gu & Ai (2011a) и Negi et al. (2022). Приметили смо и да тренд промене боје може да се мења временом. За један објекат је детектована BWB промена боје у једном посматрачком периоду, а RWB промена у другом периоду. Код три објекта детектована је периодична промена боје и током времена и са променом сјаја. У трећем поглављу су представљени и резултати истраживања других аутора за сваки објекат, а ти резултати су повезани са нашим истраживањима.

У четвртном поглављу је представљен оптички спектрални индекс (за домене  $V$  и  $R$ ), за све објекте које смо анализирали (43). Проучавањем промена спектралног индекса, можемо да закључимо који физички процеси утичу на промену сјаја објекта, као и да ли је сјај контаминиран сјајем галаксије домаћина. Промене спектралног индекса анализирали смо на исти начин као и колор индекса. Представили смо резултате анализе промене спектралног индекса током времена и са променом сјаја. Спектрални индекс се мења са временом и сјајем слично као и боја (опада, расте или се мења периодично). Издвојили смо средње вредности спектралног индекса за објекте за које је одређен спектрални тип и поредили их са очекиваним вредностима.

Како би теза била прегледнија, један део резултата је представљен у додацима од А до Д. У додатку А су дата сва видна поља објеката са упоришним и контролним звездама за релативну фотометрију. Видна поља су направљена на основу снимака телескопом ACB 60 cm. У додатку Б су дати подаци потребни за релативну фотометрију (координате звезда и њихове магнитуде). Криве сјаја за објекте које смо анализирали (43) су представљене на графицима, а вредности које им одговарају налазе се у табелама у додатку В. У додатку Г су графици на којима је представљена промена боје са временом и сјајем, а промена спектралног индекса у додатку Д.

## 5.2 Закључак

У тези су представљени резултати и анализа фотометријских посматрања у филтрима  $V$  и  $R$ , за период од 14. априла 2013. године до 1. септембра 2019. године. Посматрања су обављена помоћу 8 телескопа, који се налазе у 4 европске земље. Сви посматрани објекти су на листи Bourda et al. (2011) као потенцијални кандидати за повезивање два небеска координатна система *ICRF* и *Gaia CRF*. Прецизност оптичког координатног система

(*Gaia CRF*) достиже прецизност координатног система који је базиран на посматрањима у радио-домену (*ICRF*). Објекти који су предложени за везу између ова два координатна система су АГЈ, чија су сопствена кретања занемарљива. Међутим, промене флукса АГЈ су детектоване на свим таласним дужинама. Овакве промене могу да утичу на положај фотоцентра објекта, а тиме и на прецизност астрометрије. Због тога је урађена детаљна анализа промене сјаја, боје и спектралног индекса предложених објеката.

Анализа је обављена за 43 објекта, а није за објекте који имају слаб сјај 1020+292, 2052+239, 2128+333 и објекат 0652+426 са доминантном галаксијом домаћина. Најстабилнији су објекти 1228+077 (QSO), 1429+249 (Sy), 1556+335, 1618+530 и 1759+756 (FSRQ), њихов сјај се веома мало мењао током шест година у оба домена (око 0.3 mag). Објекти 1228+077 и 1759+756 су и у *Gaia DR3* означени као непроменљиви. Током 6 година праћења промене сјаја, сјај већине објеката се мењао на исти начин у оба домена. Петнаест блазара и једна Сајфертова галаксија су променљиви у оба домена, то су: BL Lac - 0907+336, 0952+338, 1034+574, 1242+574, 1312+240, 1607+604, 1722+119, 1741+597, 1811+317; FSRQ - 0049+003, 1212+467, 1603+699, 1612+378, 1730+604; BL Lac/FSRQ 1535+231; Sy 1345+735. Објекти 2111+801 (Sy) и 2322+396 (BL Lac) су променљиви по статистици само у *R* домену, мада у оба домена имају промене у сјају веће од 1 mag (у *V* домену имамо мали број података). Сви објекти који имају промену у сјају већу од 1 mag (у оба домена) су BL Lac објекти: 1034+574, 1312+240, 1722+119, 1741+597 и 1811+317. Од ових објеката највећу промену сјаја имају објекти 1722+119 (HSP, око 2 mag) и 1741+597 (ISP, око 1.7 mag).

У сјају објеката који су променљиви детектована је периодична промена сјаја, осим за објекат 1811+317. Сјај овог објекта се повећао временом у оба домена. Сјај појединих објеката има периодичне промене и повећава се са временом (0210+515, 1345+735, 1741+597 и 2111+801), или опада са временом (0741+294, 0907+336 1607+604 и 1722+119). Краткорочне промене сјаја (STV) су детектоване код HSP BL Lac објеката 1034+574 и 1722+119 у подацима добијеним ТЈО телескопом, чија су посматрања узоркована на мањим временским размацима. Период промене сјаја објекта 1034+574 је око четири месеца, а објекта 1722+119 око два месеца (у оба домена). Дугорочне промене сјаја (LTV), са периодом промене већим од две године, детектоване су у сјају објеката: 0854+334, 1145+321, 1518+162 и 1818+551 у *V* домену. У *R* домену, то су објекти: 0109+200, 0210+515, 0651+428, 0741+294, 2247+381 и 2322+396. У оба домена, то су објекти: 0049+003, 0907+336, 0952+338, 1212+467, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1535+231, 1603+699, 1607+604, 1612+378, 1722+119, 1730+604, 1741+597 и 2111+801.

Испитивали смо и промену боје, тј. колор индекса ( $V - R$ ), са временом и са променом магнитуде *R*. Боја два објекта се није мењала током времена: 0446+294 (BL Lac/FSRQ) и 1518+162 (QSO). Уколико синхротронско зрачење доминира над термалним детектоваће се BWB промена карактеристична за BL Lac објекте. Таква промена је уочена већином код BL Lac објеката, али и FSRQ објеката. Промена BWB је детектована код 9 блазара (5 BL Lac и 4 FSRQ) и 2 Сајфертове галаксије. То су: 1607+604, 1722+119, 1741+697, 1811+317 и 2274+381 (BL Lac објекти), 0049+003, 1741+294, 0950+326 и 1612+378 (FSRQ), 1818+551 и 2111+801 (Sy). Карактеристика SED FSRQ је „велика плава избочина” у UV домену. Повећање термалне емисије вероватно потиче од акреционог диска и BLR. Због тога, како извор постаје сјајнији и нетермална емисија се повећава, то резултира трендовима RWB, који су карактеристични за FSRQ. Промена RWB је детектована у промени боје 8 блазара (6 FSRQ и 2 BL Lac објекта), једне Сајфертове галаксије и једног квазара. То су: 0838+235, 0838+456, 0854+334, 1145+321, 1618+530 и 1759+756 (FSRQ објекти), 0907+336 и 0952+338 (BL Lac), 1345+735 (Sy) и 1228+077 (QSO). На основу добијених резултата можемо рећи да су детектовани очекивани трендови промене боје BWB за BL Lac објекте и RWB за FSRQ. У једном случају (1722+119), детектована је BWB промена у једном временском периоду (која се приписује синхротронском зрачењу), а у другом

RWB промена (термалној емисији из акреционог диска).

У неким случајевима боја се мењала периодично: са временом (1612+378), са променом сјаја (1201+454), или и са временом и са променом сјаја (1603+699, 1838+575 и 2247+381). Да бисмо ове промене анализирали потребан нам је већи број посматрања.

Галаксија домаћин је детектована за 7 BL Lac објеката и једну Сајфертову галаксију. На одређивање положаја фотоцентра АГЈ може да утиче сјај галаксије домаћина. Објекат 0652+426 је пример АГЈ са доминантном галаксијом домаћина. За овај објекат, одредили смо сјај са галаксијом домаћина и дали њене карактеристике (дужину велике и мале полуосе и позициони угао). За 5 HSP објеката (0210+515, 0651+428, 1722+119, 1811+317 и 2247+381) и ISP (1741+597) утицај галаксије домаћина је приметан у спектралном индексу. Спектрални индекс објеката 1722+119, 1811+317 и 1741+597 је већи од 1, а код 0210+515, 0651+428 и 2247+381 већи од 2.

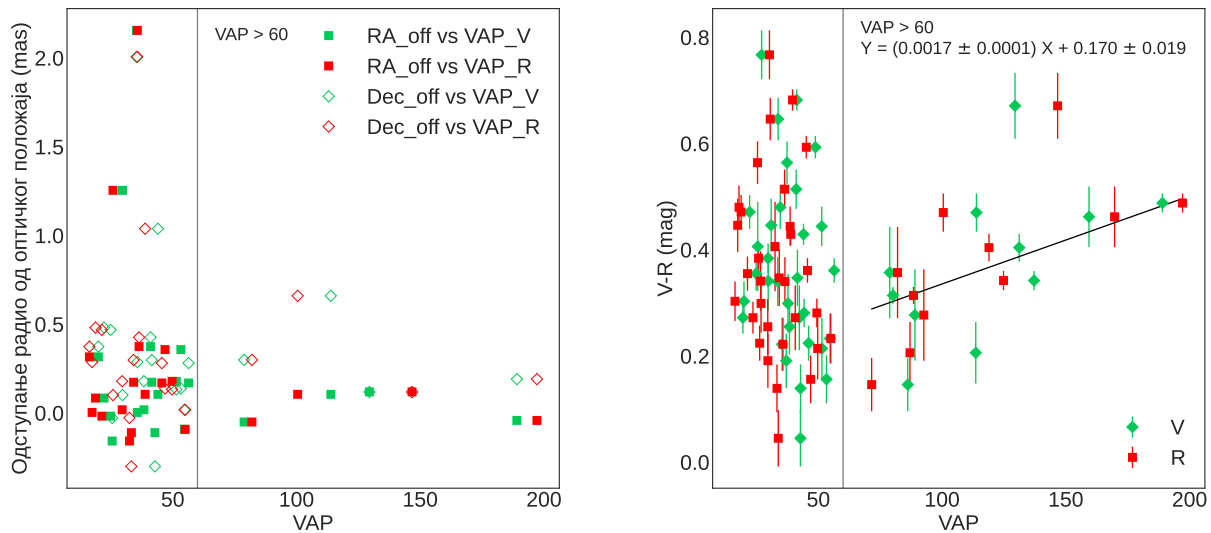
Поједини објекти имају одређену морфологију у радио-домену. Објекти са детектованом једном или више компоненти радио-млаза су: 0109+200, 0651+428, 0838+235, 0950+326, 1034+574, 1612+378, 1722+119, 1741+597, 1753+338 и 2247+381. Објекти са детектованим радио-овалима су: 0049+003, 1145+321, 1212+467 и 1607+604. Објекти и са млазем и овалима су: 0210+515, 0838+456 и 1603+699.

За повезивање два координатна система поред комплексних структура које отежавају прецизно одређивање фотоцентра објекта (тима и положаја објекта), нису погодни ни објекти са одступањима радио од оптичког положаја. Детектовано је одступање од више десетина до неколико стотина mas радио од оптичких положаја објеката: 0210+515 и 0652+426 (BL Lac објекти), 1759+756 (FSRQ), 1753+338 и 2316+238 (Sy), видети рад Andrei et al. (2009). Објекат 1759+756 је најстабилнији са амплитудом промене сјаја од 0.2 mag и стандардном девијацијом од око 0.04 mag. Амплитуда промене сјаја објеката 1753+338 и 2316+238 је око 0.3 mag. Објекат 1753+338 је могуће променљив у  $R$  домену, али постоји мали број посматрања у  $V$  домену да бисмо могли да изведемо одговарајуће закључке. Објекат 2316+238 је могуће променљив у оба домена. Објекат 0210+515 је променљив у  $R$  и могуће променљив у  $V$  домену, са амплитудом промене сјаја око 0.4 mag. У раду Макаров et al. (2019) представљени су најквалитетнији објекти (који се налазе у *ICRF3*) за повезивање система *ICRF* и *Gaia CRF*. Међу овим објектима налазе се и објекти из нашег узорка: 0049+003, 0838+235, 0838+456, 0850+284, 1556+335, 1603+699, 1612+378, 1730+604, 1759+756, 2052+239 (FSRQ објекти), 0952+338, 1242+574, 1312+240, 1722+119, 2322+396 (BL Lac), 0109+200, 1818+551, 2316+238 (Sy), 1032+354, 1518+162 (QSO) и 0446+074 (BL Lac/FSRQ). Осам од ових објеката су променљиви у оба домена: 0049+003, 0952+338, 1242+574, 1312+240, 1603+699, 1612+378, 1722+119 и 1730+604. Два објекта су стабилна током шест година посматрања: 1556+335 и 1759+756. Објекат 2052+239 је слабог сјаја, са магнитудом у оптичком домену већом од 20 mag, због тога смо имали мали број података за анализу промене сјаја и боје. Остали објекти су могуће променљиви у једном, или у оба домена. Објекти из нашег узорка који се налазе у каталогу *ICRF3*, а нису изабрани за најквалитетније објекте за повезивање два небеска координатна система су: 0210+515, 0652+426, 0950+326, 1020+292, 1429+249, 1535+231, 1607+604, 1618+530, 1741+597, 1753+338, 1838+575, 2111+801 и 2128+333.

На слици 5.1, на левом графику је приказана зависност одступања радио од оптичког положаја и  $VAP$ . Ови подаци су приказани за објекте из листе Макаров et al. (2019), чији смо  $VAP$  одредили (укупно 20 објеката). Зеленим симболима су означени  $VAP$  у  $V$  домену ( $VAP\_V$ ), црвеним  $VAP$  у  $R$  домену ( $VAP\_R$ ), док су одступања радио-оптичког положаја по ректасцензији ( $\times \cos \delta$ ) означена квадратима ( $RA\_off$ ), а деклинацији ромбима ( $Dec\_off$ ). Три FSRQ објекта (0838+235, 1603+699 и 1612+378) која се налазе у листи Макаров et al. (2019) имају одступање радио од оптичког положаја веће од 1 mas. Ови објекти имају детектован радио-млаз и растојање језгро-млаз веће од 10 mas. Остали објекти имају одступање радио-оптичког положаја (по ректасцензији или деклинацији)

мање од 0.5 mas. Од ових објеката издвајамо и објекат 0109+200, то је Сајфертова галаксија са детектованим радио-млазем и галаксијом домаћина. Сматрамо да овај објекат (као и објекти 0838+235, 1603+699 и 1612+378) није погодан за повезивање два координатна система. Нисмо открили зависност да се са повећањем промене сјаја поменуто одступање смањује. Не можемо да потврдимо тврђење Lambert & Secrest (2024); Secrest (2022) да објекти са мањим одступањем радио од оптичког положаја имају веће промене сјаја.

На десном графику слике 5.1, представљена је зависност колор индекса ( $V - R$ ) и  $VAP$ , за 43 објеката из листе Bourda et al. (2011). Зеленим ромбима је представљена зависност боје и  $VAP$  у  $V$  домену, а црвеним квадратима  $VAP$  у  $R$  домену. У радовима Lambert & Secrest (2024); Secrest (2022) тврде да су променљиви објекти „црвенији”. Ово можемо да тврдимо само за објекте чији је  $VAP$  већи од 60 (укупно 11). За ове објекте, одредили смо методом најмањих квадрата коефицијенте линеарне зависности колор индекса и  $VAP$ . Објекти који су највише променљиви у нашем узорку (са  $VAP$  већи од 100) имају забележену BWB промену боје (или BWB тренд).



Слика 5.1: Зависност одступања радио–оптичког положаја и  $VAP$  (лево) и зависност колор индекса ( $V - R$ ) и  $VAP$  (десно).

Већина објеката са  $VAP$  већим од 60 имају детектовану морфолошку структуру (радио-млаз и радио-овале), а неки и галаксију домаћина у оптичком домену. Утицај ових компоненти је приметан у оптичком спектралном индексу, као и у промени колор индекса. Због свега наведеног, ови објекти нису погодни за повезивање два поменуто координатна система. Из листе Макаров et al. (2019) смо изабрали објекте 0049+003, 0446+074, 0838+456, 0850+284, 0952+338, 1032+354, 1518+162, 1556+335, 1730+604, 1759+756, 1818+551 и 2316+238 (са мањим  $VAP$  од 60, без детектоване морфолошке структуре у радио-домену и галаксије домаћина у оптичком домену) као погодне за повезивање два небеска координатна система.

Објекти из нашег узорка, који се не налазе у *ICRF3*, са  $VAP$  мањим од 60 и без детектоване морфолошке структуре у радио-домену су: 0741+294, 0854+334, 1228+077, 1345+735, 1810+522. Код већине ових објеката је детектована RWB промена боје. Објекат 1345+735 је био променљив све време посматрања, док је 1228+077 био стабилан (у оба домена). Остали објекти су били могуће променљиви. Израчунали смо одступања радио од оптичког положаја за објекте: 0741+294, 0854+334, 1228+077, 1345+735, 1810+522. Координате објеката у радио-домену смо преузели из каталога *Radio Fundamental Catalog*

(Petrov & Kovalev, 2024), а у оптичком домену из каталога *Gaia DR3*. Одступања по ректасцензији и деклинацији су мања од 0.5 mas. Ових пет објеката, као и 12 објеката из листе Makarov et al. (2019) (0049+003, 0446+074, 0838+456, 0850+284, 0952+338, 1032+354, 1518+162, 1556+335, 1730+604, 1759+756, 1818+551 и 2316+238), сматрамо за погодне за повезивање два небеска координатна система.

Узрок неслагања са резултатима радова Lambert & Secrest (2024); Secrest (2022) може бити због значајно мањег броја објеката (око 10 пута) у овој тези него у поменутиим радовима. Не можемо да тврдимо да је одступање у положајима карактеристично за одређен тип АГЈ, као и променљивост сјаја за блазаре (три стабилна објекта су FSRQ).

## 5.3 Планови за будући рад

Подаци за период након 2019. године нису обрађени у овој тези. Ови подаци чине снимци добијени телескопима АСВ (оригинални подаци кандидата), телескопима који се налазе у Бугарској, као и телескопом *Swire*, опсерваторије *Las Campanas*, у Чилеу. Планирамо да проширимо анализу на ове податке и податке који су доступни (криве сјаја које су доступне у *Gaia DR3*, податке *ZTF* телескопа и сличне). Да би се разумела физика ових објеката, потребно је обавити што је више могуће посматрања истовремено у различитим доменима током дужег временског периода. На основу таквих података могуће је испитати повезаност промене у различитим доменима и одредити временско кашњење између тих промена. Те информације су корисне за разумевање емисионих механизма у овим објектима. Са више података могуће је боље испитати промене на различитим временским скалама. Планирамо да извршимо анализу SED и упоредимо SED различитих објеката, како би проучили механизме зрачења. Галаксија домаћин је детектована код неких објеката. Планирамо да испитамо морфологију тих објеката, посебно објекта код којег је сјај галаксије домаћина доминантан.

Фотометријски подаци, који су објављени за 12 објеката, прослеђени су колеги З. Малкину за *OCARS*<sup>1</sup> каталог опсерваторије у Пулкову, у Русији. Овај каталог садржи оптичке карактеристике радио-извора. Планирамо и да остале податке поделимо са њима, како би ови подаци били доступни за наредна истраживања.

Планирамо да наставимо са посматрањима ових и осталих објеката који су важни за повезивање небеских координатних система *ICRF* и *Gaia CRF*. Са праћењем промене сјаја ових објеката можемо да закључимо више о њиховој природи и изаберемо објекте који су најпогоднији за повезивање наведена два координатна система.

---

<sup>1</sup>OCARS је скраћеница од Optical Characteristics of Astrometric Radio Sources.

## Поглавље 6

# Научни радови из области истраживања презентованог у дисертацији

1. Damljanović, G., Taris, F., Boeva, S., Jovanović, M. D., Marković, G.: 2017, The link between future Gaia CRF and ICRF and the observing facilities of the 60 cm ASV telescope, PROCEEDINGS OF THE XVII NATIONAL CONFERENCE OF ASTRONOMERS OF SERBIA, Belgrade, 23. - 27. Sep, 2014, *Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 96*, pp.119-122.
2. Jovanović, M. D., Damljanović, G., Vince, O.: 2018, FLUX-STABILITY ANALYSIS FOR THE COMPARISON STARS FOR SOME QUASARS IMPORTANT TO ICRF - GAIA CRF LINK, PROCEEDINGS OF THE XI BULGARIAN-SERBIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, 14-18 May, 2018, Belogradchik, Bulgaria, *Publ. Astron. Soc. Rudjer Bošković, No. 18*, pp.197-205 (M33).
3. Jovanović, M. D. Damljanović, G., Vince, O.: 2018, MONITORING OF QUASARS IMPORTANT FOR THE LINK BETWEEN ICRF AND THE FUTURE GAIA CRF IN V AND R BAND, PROCEEDINGS OF THE XVIII SERBIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, October 17 - 21, 2017, Belgrade, Serbia, *Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 98*, pp.293-296 (M63).
4. Jovanovic, M. D.: 2019, Optical Variability of Some Quasars Important to ICRF-GAIA CRF Link, *Serbian Astronomical Journal, Volume 199*, pp.55-64, doi:10.2298/SAJ1999055J (M23, impakt faktor za 2019. godinu 0.565).
5. Jovanović, M. D., Damljanović, G., Cvetković, Z., Pavlović, R., Stojanović, M.: 2020, COLOR VARIABILITY OF SOME QUASARS IMPORTANT TO THE ICRF – GAIA CRF LINK, Proceedings of the XII Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, held 25-29 September, 2020 in Sokobanja, Serbia, *Publ. Astron. Soc. Rudjer Bošković, No. 20*, pp.23-31 (M33).
6. Damljanović, G., Taris, F., Jovanović, M. D.: 2020, SHORT-TERM AND LONG-TERM FLUX VARIABILITY OF EXTRAGALACTIC OBJECTS USEFUL FOR THE FUTURE GAIA CRF, SESSION I (GAIA mission), Proceedings of the Journées 2019: Astrometry, Earth Rotation and Reference systems in the Gaia era, 7 - 9 October 2019, Paris, France, pp.21-26 (M33).

- 
7. Jovanović, M. D. and Damljanović, G.: 2020, Quasiperiodicity of some quasars important to ICRF–Gaia CRF link, *Bulgarian Astronomical Journal*, Volume 33, pp.38-46 (M51).
  8. Jovanovic, M. D., Damljanovic, G., Taris, F.: 2021, CONTROL STARS AROUND QUASARS SUITABLE FOR THE ICRF – GAIA CRF LINK, PROCEEDINGS of the XIX Serbian Astronomical Conference October 13 - 17, 2020, Belgrade, Serbia, *Publ. Astron. Obs. Belgrade* No. 100, pp.253-258 (M63).
  9. Jovanovic, M. D., Damljanovic, G., Taris, F., Gupta, A. C., Bhatta, G.: 2023, Multi-band optical variability of a newly discovered twelve blazars sample from 2013–2019, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 522, Issue 1, pp.767-791, [doi.org/10.1093/mnras/stad904](https://doi.org/10.1093/mnras/stad904) (M21, impakt faktor za 2023. godinu 4.7).
  10. Jovanović, M. D., Damljanović, G., Taris, F.: 2023, COMPARISON AND CONTROL STARS AROUND QUASARS SUITABLE FOR THE ICRF – GAIA CRF LINK, Proceedings of the XIII Bulgarian-Serbian Astronomical Conference Velingrad, Bulgaria, October 3-7, 2022, *Publ. Astron. Soc. Rudjer Bošković*, No 25., 2023, pp.75-84 (M63).



# Библиографија

- Abdo, A. A., Ackermann, M., Agudo, I., et al. 2010a, *ApJ*, 716, 30
- Abdo, A. A., Ackermann, M., Ajello, M., et al. 2010b, *ApJ*, 715, 429
- Abolfathi, B., Aguado, D. S., Aguilar, G., et al. 2018, *ApJS*, 235, 42
- Abrahamyan, H. V., Mickaelian, A. M., Paronyan, G. M., & Mikayelyan, G. A. 2019, *Astronomische Nachrichten*, 340, 437
- Acerro, F., Ackermann, M., Ajello, M., et al. 2015, *ApJS*, 218, 23
- Ackermann, M., Ajello, M., Allafort, A., et al. 2011, *ApJ*, 743, 171
- . 2013, *ApJS*, 209, 34
- Ahnen, M. L., Ansoldi, S., Antonelli, L. A., et al. 2016, *MNRAS*, 459, 3271
- Akylas, A., & Georgantopoulos, I. 2021, *A&A*, 655, A60
- Aleksić, J., Alvarez, E. A., Antonelli, L. A., et al. 2012, *A&A*, 539, A118
- Altschuler, D. R. 1986, *A&AS*, 65, 267
- An, T., Baan, W. A., Wang, J.-Y., Wang, Y., & Hong, X.-Y. 2013, *MNRAS*, 434, 3487
- Andrei, A. H., Souchay, J., Zacharias, N., et al. 2009, *A&A*, 505, 385
- Andrei, A. H., Souchay, J., Martins, R. V., et al. 2012, in *IAU Joint Discussion, IAU Joint Discussion*, 31
- Angioni, R., Bissaldi, E., Garrappa, S., Longo, F., & Kocevski, D. 2020, *The Astronomer's Telegram*, 14060, 1
- Antón, S., Browne, I. W. A., Marchã, M. J. M., Bondi, M., & Polatidis, A. 2004, *MNRAS*, 352, 673
- ARI. 1963, in *Veroffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg*, Vol. 11
- Arp, H. 2001, *ApJ*, 549, 780
- Arp, H. C., Burbidge, E. M., Chu, Y., & Zhu, X. 2001, *ApJL*, 553, L11
- Arzoumanian, Z., Baker, P. T., Brazier, A., et al. 2021, *ApJ*, 914, 121
- Atanacković, O., & Vukićević-Karabin, M. 2010, *Opšta astrofizika* (Beograd: Scanner studio)
- Auwers, A. 1879, in *Publ. d. Astron. Gesellschaft*, Vol. 14
- Bao, Y.-Y., Zhang, X., Chen, L.-E., et al. 2008, *ChA&A*, 32, 351

- Bauer, F. E., Condon, J. J., Thuan, T. X., & Broderick, J. J. 2000, *ApJS*, 129, 547
- Becker, R. H., White, R. L., & Edwards, A. L. 1991, *ApJS*, 75, 1
- Beckmann, V., & Shrader, C. 2012a, in Proceedings of “An INTEGRAL view of the high-energy sky (the first 10 years)” - 9th INTEGRAL Workshop and celebration of the 10th anniversary of the launch (INTEGRAL 2012). 15-19 October 2012. Bibliotheque Nationale de France, 69
- Beckmann, V., & Shrader, C. R. 2012b, *Active Galactic Nuclei (WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA)*
- Benn, D. 2012, *Journal of the American Association of Variable Star Observers (JAAVSO)*, 40, 852
- Bentz, M. C., Peterson, B. M., Netzer, H., Pogge, R. W., & Vestergaard, M. 2009, *ApJ*, 697, 160
- Bentz, M. C., Denney, K. D., Grier, C. J., et al. 2013, *ApJ*, 767, 149
- Berghea, C. T., Makarov, V. V., Quigley, K., & Goldman, B. 2021, *AJ*, 162, 21
- Berry, R., & Burnell, J. 2005, *The handbook of astronomical image processing*, Vol. 2 (Willmann-Bell, Inc.)
- Bertin, E., & Arnouts, S. 1996, *A&AS*, 117, 393
- Bessell, M. S. 2005, *ARA&A*, 43, 293
- Bessell, M. S., Castelli, F., & Plez, B. 1998, *A&A*, 333, 231
- Bevington, P. R. 1969, *Data reduction and error analysis for the physical sciences* (New York: McGraw-Hill, 1969)
- Bhatta, G. 2017, *ApJ*, 847, 7
- Bhatta, G., & Dhital, N. 2020, *ApJ*, 891, 120
- Bhatta, G., Webb, J. R., Hollingsworth, H., et al. 2013, *A&A*, 558, A92
- Blanch, O. 2020, *The Astronomer’s Telegram*, 14090, 1
- Blandford, R., Meier, D., & Readhead, A. 2019, *ARA&A*, 57, 467
- Blandford, R. D., & Königl, A. 1979, *ApJ*, 232, 34
- Bondi, M., Marchã, M. J. M., Dallacasa, D., & Stanghellini, C. 2001, *MNRAS*, 325, 1109
- Bonnarel, F., Fernique, P., Bienaymé, O., et al. 2000, *A&AS*, 143, 33
- Bonnoli, G., Bucalo, E., Marchini, A., et al. 2020, *The Astronomer’s Telegram*, 14103, 1
- Böttcher, M. 2007, *Ap&SS*, 309, 95
- Bourda, G., Charlot, P., Porcas, R. W., & Garrington, S. T. 2010, *A&A*, 520, A113
- Bourda, G., Collioud, A., Charlot, P., Porcas, R., & Garrington, S. 2011, *A&A*, 526, A102
- Breedt, E., McHardy, I. M., Arévalo, P., et al. 2010, *MNRAS*, 403, 605
- Breger, M., Handler, G., Garrido, R., et al. 1999, *A&A*, 349, 225

- Bridle, A. H., & Fomalont, E. B. 1978, *AJ*, 83, 704
- Brissenden, R. J. V., Remillard, R. A., Tuohy, I. R., Schwartz, D. A., & Hertz, P. L. 1990, *ApJ*, 350, 578
- Buchalter, A., Helfand, D. J., Becker, R. H., & White, R. L. 1998, *ApJ*, 494, 503
- Caccianiga, A., Marchã, M. J., Antón, S., Mack, K. H., & Neeser, M. J. 2002, *MNRAS*, 329, 877
- Cai, J. T., Kurtanidze, S. O., Liu, Y., et al. 2022, *ApJS*, 260, 47
- Calafut, V., & Wiita, P. J. 2015, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 36, 255
- Campana, R., Massaro, E., & Bernieri, E. 2018, *A&A*, 619, A23
- Carrasco, L., Carramiñana, A., Recillas, E., et al. 2010, *The Astronomer's Telegram*, 2923, 1
- Chakrabarti, S. K., & Wiita, P. J. 1993, *ApJ*, 411, 602
- Chang, Y. L., Arsioli, B., Giommi, P., & Padovani, P. 2017, *A&A*, 598, A17
- Chang, Y. L., Arsioli, B., Giommi, P., Padovani, P., & Brandt, C. H. 2019, *A&A*, 632, A77
- Charlot, P., Jacobs, C. S., Gordon, D., et al. 2020, *A&A*, 644, A159
- Chavira, E. 1959, *Boletín de los Observatorios Tonantzintla y Tacubaya*, 2, 3
- Chen, L. 2018, *ApJS*, 235, 39
- Chen, Y., Gu, Q., Fan, J., et al. 2023, *ApJS*, 268, 6
- Chen, Z.-F., Huang, W.-R., Pang, T.-T., et al. 2018, *ApJS*, 235, 11
- Chen, Z.-F., Qin, H.-C., Gui, R.-J., et al. 2020, *ApJS*, 250, 3
- Chonis, T. S., & Gaskell, C. M. 2008, *AJ*, 135, 264
- Ciprini, S., Tosti, G., Raiteri, C. M., et al. 2003, *A&A*, 400, 487
- Colla, G., Fanti, C., Ficarra, A., et al. 1970, *A&AS*, 1, 281
- Condon, J. J., Kellermann, K. I., Kimball, A. E., Ivezić, Ž., & Perley, R. A. 2013, *ApJ*, 768, 37
- Cortina, J. 2013, *The Astronomer's Telegram*, 5080, 1
- D'Abrusco, R., Massaro, F., Paggi, A., et al. 2014, *ApJS*, 215, 14
- D'Abrusco, R., Álvarez Crespo, N., Massaro, F., et al. 2019, *ApJS*, 242, 4
- Dai, B.-Z., Xie, G.-Z., & Jiang, Z.-J. 2002, *ChJA&A*, 2, 8
- Damljanovic, G., Taris, F., Boeva, S., Jovanovic, M. D., & Markovic, G. 2017, *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd*, 96, 119
- Damljanović, G., Taris, F., & Jovanović, M. D. 2020, in *Astrometry, Earth Rotation, and Reference Systems in the GAIA era*, ed. C. Bizouard, 21–26
- Davis, M. M. 1971, *AJ*, 76, 980

- de Diego, J. A. 2010, *AJ*, 139, 1269
- de Jaeger, T., Shappee, B. J., Kochanek, C. S., et al. 2023, *MNRAS*, 519, 6349
- de Vries, W. H., Becker, R. H., White, R. L., & Helfand, D. J. 2004, *AJ*, 127, 2565
- de Witt, A., Charlot, P., Gordon, D., & Jacobs, C. S. 2022, *Universe*, 8, doi:10.3390/universe8070374. <https://www.mdpi.com/2218-1997/8/7/374>
- de Witt, A., Jacobs, C. S., Gordon, D., et al. 2023, *AJ*, 165, 139
- D'Elia, V., Padovani, P., & Landt, H. 2003, *MNRAS*, 339, 1081
- Dent, W. A. 1965, *AJ*, 70, 672
- Dong, X. Y., Wu, X.-B., Ai, Y. L., et al. 2018, *AJ*, 155, 189
- Doroshenko, V. T., Efimov, Y. S., Borman, G. A., & Pulatova, N. G. 2014, *Astrophysics*, 57, 176
- Douglas, J. N., & Bash, F. N. 1977, in *Radio Astronomy and Cosmology*, ed. D. L. Jauncey, Vol. 74, 15
- Douglas, J. N., Bash, F. N., Bozayan, F. A., Torrence, G. W., & Wolfe, C. 1996, *AJ*, 111, 1945
- Ege, E., Özdönmez, A., Agarwal, A., & Ak, T. 2024, *ApJ*, 971, 74
- Elvis, M., Wilkes, B. J., McDowell, J. C., et al. 1994, *ApJS*, 95, 1
- Eyer, L., & Bartholdi, P. 1999, *A&AS*, 135, 1
- Falco, E. E., Kochanek, C. S., & Muñoz, J. A. 1998, *ApJ*, 494, 47
- Fallah Ramazani, V., Lindfors, E., & Nilsson, K. 2017, *A&A*, 608, A68
- Fan, J., Xiao, H., Yang, W., et al. 2023, *ApJS*, 268, 23
- Fan, J. H., Liu, Y., Yuan, Y. H., et al. 2007, *A&A*, 462, 547
- Fan, J. H., Yang, J. H., Liu, Y., et al. 2016, *ApJS*, 226, 20
- Fan, J. H., Kurtanidze, S. O., Liu, Y., et al. 2021, *ApJS*, 253, 10
- Feissel-Vernier, M. 2003, *A&A*, 403, 105
- Ferraz-Mello, S. 1981, *AJ*, 86, 619
- Fey, A. L., Boboltz, D. A., Charlot, P., et al. 2004, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts*, Vol. 205, American Astronomical Society Meeting Abstracts, 91.12
- Fey, A. L., Gordon, D., Jacobs, C. S., et al. 2015, *AJ*, 150, 58
- Ficarra, A., Grueff, G., & Tomassetti, G. 1985, *A&AS*, 59, 255
- Fiorucci, M., Ciprini, S., & Tosti, G. 2004, *A&A*, 419, 25
- Foffano, L., Prandini, E., Franceschini, A., & Paiano, S. 2019, *MNRAS*, 486, 1741
- Forman, W., Jones, C., Cominsky, L., et al. 1978, *ApJS*, 38, 357

- Foster, G. 1996, *AJ*, 112, 1709
- Fricke, W., & Kopff, A. 1963, in *Veröffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg*, Vol. 10
- Fricke, W., Schwan, H., & Corbin, T. e. a. 1991, in *Veröffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg*, Vol. 33
- Fricke, W., Schwan, H., Lederle, T., et al. 1988, *Veröffentlichungen des Astronomischen Rechen-Instituts Heidelberg*, 32, 1
- Fukugita, M., Ichikawa, T., Gunn, J. E., et al. 1996, *AJ*, 111, 1748
- Gaia Collaboration, Brown, A. G. A., Vallenari, A., et al. 2016, *A&A*, 595, A2
- . 2018a, *A&A*, 616, A1
- Gaia Collaboration, Mignard, F., Klioner, S. A., et al. 2018b, *A&A*, 616, A14
- Gaia Collaboration, Brown, A. G. A., Vallenari, A., et al. 2021, *A&A*, 649, A1
- Gaia Collaboration, Klioner, S. A., Lindegren, L., et al. 2022, *A&A*, 667, A148
- Gattano, C., Lambert, S. B., & Le Bail, K. 2018, *A&A*, 618, A80
- Gaur, H. 2014, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 35, 241
- Gaur, H., Gupta, A. C., & Wiita, P. J. 2012a, *AJ*, 143, 23
- Gaur, H., Gupta, A. C., Strigachev, A., et al. 2012b, *MNRAS*, 425, 3002
- Gibson, R. R., Jiang, L., Brandt, W. N., et al. 2009, *ApJ*, 692, 758
- Goodson, R. E., Palimaka, J. J., & Bridle, A. H. 1979, *AJ*, 84, 1111
- Gopal-Krishna, Sagar, R., & Wiita, P. J. 1993, *MNRAS*, 262, 963
- Gower, J. F. R., Scott, P. F., & Wills, D. 1967, *MmRAS*, 71, 49
- Goyal, A. 2018, *Galaxies*, 6, 34
- . 2021, *ApJ*, 909, 39
- Gregory, P. C., & Condon, J. J. 1991, *ApJS*, 75, 1011
- Griffith, M., Langston, G., Heflin, M., et al. 1990, *ApJS*, 74, 129
- Griffiths, R. E., Wilson, A. S., Ward, M. J., Tapia, S., & Ulvestad, J. S. 1989, *MNRAS*, 240, 33
- Gu, M., & Ai, Y. L. 2011a, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 32, 87
- Gu, M., Cao, X., & Jiang, D. R. 2001, *MNRAS*, 327, 1111
- Gu, M. F., & Ai, Y. L. 2011b, *A&A*, 528, A95
- Gupta, A. C. 2014, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 35, 307
- Gupta, A. C., Banerjee, D. P. K., Ashok, N. M., & Joshi, U. C. 2004, *A&A*, 422, 505

- Gupta, A. C., Agarwal, A., Mishra, A., et al. 2017, *MNRAS*, 465, 4423
- Gupta, M., Sikora, M., & Rusinek, K. 2020, *MNRAS*, 492, 315
- Hald, A. 1952, *Statistical theory with engineering applications* (New York–London :: Wiley,)
- Harris, D. E., Forman, W., Gioa, I. M., et al. 1996, *VizieR Online Data Catalog*, IX/13
- Harrison, C. 2014, PhD thesis, Durham University, UK
- Hau, G. K. T., Ferguson, H. C., Lahav, O., & Lynden-Bell, D. 1995, *MNRAS*, 277, 125
- Healey, S. E., Romani, R. W., Taylor, G. B., et al. 2007, *ApJS*, 171, 61
- Healey, S. E., Romani, R. W., Cotter, G., et al. 2008, *ApJS*, 175, 97
- Heidt, J., & Wagner, S. J. 1996, *A&A*, 305, 42
- . 1998, *A&A*, 329, 853
- Helfand, D. J., Stone, R. P. S., Willman, B., et al. 2001, *AJ*, 121, 1872
- Hewett, P. C., Foltz, C. B., & Chaffee, F. H. 1995, *AJ*, 109, 1498
- Hewett, P. C., & Wild, V. 2010, *MNRAS*, 405, 2302
- Hewitt, A., & Burbidge, G. 1987, *ApJS*, 63, 1
- . 1993, *ApJS*, 87, 451
- Hewitt, J. N. 1995, *Proceedings of the National Academy of Science*, 92, 11434
- Hickox, R. C., & Alexander, D. M. 2018, *ARA&A*, 56, 625
- Ho, L. C., Filippenko, A. V., & Sargent, W. L. W. 1997, *ApJ*, 487, 568
- Hodge, J. A., Becker, R. H., White, R. L., & Richards, G. T. 2013, *ApJ*, 769, 125
- Hodgkin, S. T., Harrison, D. L., Breedt, E., et al. 2021, *A&A*, 652, A76
- Hoeg, E., Bässgen, G., Bastian, U., et al. 1997, *A&A*, 323, L57
- Høg, E., Fabricius, C., Makarov, V. V., et al. 2000, *A&A*, 355, L27
- Hook, I. M., McMahon, R. G., Irwin, M. J., & Hazard, C. 1996, *MNRAS*, 282, 1274
- Hope, D. A., Jefferies, S. M., Li Causi, G., et al. 2022, *ApJ*, 926, 88
- Hovatta, T., Valtaoja, E., Tornikoski, M., & Lähteenmäki, A. 2009, *A&A*, 494, 527
- Hovatta, T., Pavlidou, V., King, O. G., et al. 2014, *MNRAS*, 439, 690
- Huang, K.-L., Mitchell, K. J., & Usher, P. D. 1990, *ApJ*, 362, 33
- Joshi, R., & Chand, H. 2013, *MNRAS*, 429, 1717
- Jovanović, M. D. 2019, *Serbian Astronomical Journal*, 199, 55
- Jovanović, M. D., & Damljanović, G. 2020, *Bulgarian Astronomical Journal*, 33, 38
- Jovanović, M. D., Damljanović, G., Cvetković, Z., Pavlović, R., & Stojanović, M. 2020, *Publications of the Astronomical Society „Ruđer Bosković”*, 20, 23

- Jovanović, M. D., Damljanović, G., & Taris, F. 2021, in Proceedings of the XIX Serbian Astronomical Conference, Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 100, Vol. 100, 253–258
- Jovanović, M. D., Damljanović, G., & Taris, F. 2023a, Publications of the Astronomical Society „Ruđer Bosković”, 25, 75
- Jovanović, M. D., Damljanović, G., Taris, F., Gupta, A. C., & Bhatta, G. 2023b, MNRAS, 522, 767
- Jovanovic, M. D., Damljanovic, G., & Vince, O. 2018, in Proceedings of the XI Bulgarian-Serbian Astronomical Conference, Publications of the Astronomical Society „Ruđer Bosković”, Vol. 18, 197–205
- Jovanović, M. D., Damljanović, G., & Vince, O. 2018, in Proceedings of the XIX Serbian Astronomical Conference, Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 98, Vol. 98, 293–296
- Jun, H. D., & Im, M. 2013, ApJ, 779, 104
- Kacprzak, G. G., Churchill, C. W., Evans, J. L., Murphy, M. T., & Steidel, C. C. 2011, MNRAS, 416, 3118
- Kalita, N., Gupta, A. C., & Gu, M. 2021, ApJS, 257, 41
- Kaspi, S., Smith, P. S., Netzer, H., et al. 2000, ApJ, 533, 631
- Kellermann, K. I., Sramek, R., Schmidt, M., Shaffer, D. B., & Green, R. 1989, AJ, 98, 1195
- Kimball, A. E., Ivezić, Ž., Wiita, P. J., & Schneider, D. P. 2011, AJ, 141, 182
- Kopff, A. 1937, in Veroffentl. des Astron. Rechen-Instituts zu Berlin, Vol. 54
- Kopff, A. 1938, in Abh. d. Preuss. Akad. der Wissensch., math.naturwiss. Klasse, Vol. 3
- Kovačić, Z. J. 1998, Analiza vremenskih serija, 2nd edn. (Ekonomski fakultet), 343, tiraž 200
- Krawczyk, C. M., Richards, G. T., Gallagher, S. C., et al. 2015, AJ, 149, 203
- Krolik, J. H. 1999, Active Galactic Nuclei. From the Central Black Hole to the Galactic Environment (Princeton University Press: Princeton Series in Astrophysics,)
- Kuehr, H., Pauliny-Toth, I. I. K., Witzel, A., & Schmidt, J. 1981, AJ, 86, 854
- Lambert, S., & Secrest, N. J. 2024, A&A, 684, A93
- Lang, D., Hogg, D. W., Mierle, K., Blanton, M., & Roweis, S. 2010, The Astronomical Journal, 139, 1782. <https://dx.doi.org/10.1088/0004-6256/139/5/1782>
- Langston, G. I., Heflin, M. B., Conner, S. R., et al. 1990, ApJS, 72, 621
- Laurent-Muehleisen, S. A., Kollgaard, R. I., Ciardullo, R., et al. 1998, ApJS, 118, 127
- Lehner, N., Wotta, C. B., Howk, J. C., et al. 2018, ApJ, 866, 33
- Lindgren, L., Lammers, U., Bastian, U., et al. 2016, A&A, 595, A4
- Lindgren, L., Hernández, J., Bombrun, A., et al. 2018, A&A, 616, A2
- Lindfors, E. J., Hovatta, T., Nilsson, K., et al. 2016, A&A, 593, A98

- Liodakis, I., Romani, R. W., Filippenko, A. V., et al. 2018, *MNRAS*, 480, 5517
- Lister, M. L., Aller, M., Aller, H., et al. 2011, *ApJ*, 742, 27
- Liu, F. K., & Zhang, Y. H. 2002, *A&A*, 381, 757
- Lomb, N. R. 1976, *Ap&SS*, 39, 447
- Lucy, L. B. 1974, *AJ*, 79, 745
- Ma, C., Arias, E. F., Eubanks, T. M., et al. 1998, *AJ*, 116, 516
- Ma, C., Arias, E. F., Bianco, G., et al. 2009, *IERS Technical Note*, 35, 1
- Maccacaro, T., Feigelson, E. D., Fener, M., et al. 1982, *ApJ*, 253, 504
- Magain, P., Courbin, F., & Sohy, S. 1998, *ApJ*, 494, 472
- Makarov, V. V., Berghea, C. T., Frouard, J., Fey, A., & Schmitt, H. R. 2019, *ApJ*, 873, 132
- Makarov, V. V., Frouard, J., Berghea, C. T., et al. 2017, *ApJL*, 835, L30
- Makishima, K., Maejima, Y., Mitsuda, K., et al. 1986, *ApJ*, 308, 635
- Malkan, M. A., & Sargent, W. L. W. 1982, *ApJ*, 254, 22
- Malkin, Z. M. 2013, *Astronomy Reports*, 57, 128
- Mangalam, A. V., & Wiita, P. J. 1993, *ApJ*, 406, 420
- Mao, L., & Zhang, X. 2024, *MNRAS*, 531, 3927
- Mao, P., & Urry, C. M. 2017, *ApJ*, 841, 113
- Marchã, M. J., Caccianiga, A., Browne, I. W. A., & Jackson, N. 2001, *MNRAS*, 326, 1455
- Marcha, M. J. M., Browne, I. W. A., Impey, C. D., & Smith, P. S. 1996, *MNRAS*, 281, 425
- Mariotti, M., & MAGIC Collaboration. 2010, *The Astronomer's Telegram*, 2910, 1
- Marscher, A. P. 2014, *ApJ*, 780, 87
- Marscher, A. P., & Gear, W. K. 1985, *ApJ*, 298, 114
- Maslowski, J. 1972, *AcA*, 22, 227
- Massaro, E., Giommi, P., Leto, C., et al. 2009, *A&A*, 495, 691
- Massaro, E., Maselli, A., Leto, C., et al. 2015, *Ap&SS*, 357, 75
- Massaro, F., Giroletti, M., D'Abrusco, R., et al. 2014, *ApJS*, 213, 3
- Matthews, B. M., Shemmer, O., Dix, C., et al. 2021, *ApJS*, 252, 15
- McCall, C., Jermak, H., Steele, I. A., et al. 2024, *MNRAS*, 532, 2788
- McGilchrist, M. M., Baldwin, J. E., Riley, J. M., et al. 1990, *MNRAS*, 246, 110
- Meusinger, H., Hinze, A., & de Hoon, A. 2011, *A&A*, 525, A37
- Meyer, E. T., Fossati, G., Georganopoulos, M., & Lister, M. L. 2013, *VizieR On-line Data Catalog: J/ApJ/740/98.*, doi:10.26093/cds/vizier.17400098



- Mignard, F. 2005, Gaia-FM-022
- Mignard, F., & Froeschle, M. 1997, in *ESA Special Publication*, Vol. 402, *Hipparcos - Venice 1997*, ed. R. M. Bonnet, E. Høg, P. L. Bernacca, L. Emiliani, A. Blaauw, C. Turon, J. Kovalevsky, L. Lindegren, H. Hassan, M. Bouffard, B. Strim, D. Heger, M. A. C. Perryman, & L. Woltjer, 57–60
- Mignard, F., Klioner, S., Lindegren, L., et al. 2016, *A&A*, 595, A5
- Miller, H. R., Carini, M. T., & Goodrich, B. D. 1989, *Nature*, 337, 627
- Mingaliev, M., Sotnikova, Y., Mufakharov, T., et al. 2017, *Astronomische Nachrichten*, 338, 700
- Nass, P., Bade, N., Kollgaard, R. I., et al. 1996, *A&A*, 309, 419
- Negi, V., Joshi, R., Chand, K., et al. 2022, *MNRAS*, 510, 1791
- Netzer, H. 2013, *The Physics and Evolution of Active Galactic Nuclei* (Cambridge, UK: Cambridge University Press)
- Nieppola, E., Tornikoski, M., & Valtaoja, E. 2006, *A&A*, 445, 441
- Nilsson, K., Pasanen, M., Takalo, L. O., et al. 2007, *A&A*, 475, 199
- Nilsson, K., Pursimo, T., Heidt, J., et al. 2003, *A&A*, 400, 95
- Nilsson, K., Lindfors, E., Takalo, L. O., et al. 2018, *A&A*, 620, A185
- Ojha, R., Zacharias, N., Hennessy, G. S., Gaume, R. A., & Johnston, K. J. 2009, *AJ*, 138, 845
- Orienti, M., & Dallacasa, D. 2012, *MNRAS*, 424, 532
- . 2020, *MNRAS*, 499, 1340
- Osterbrock, D. E., & Ferland, G. J. 2006, *Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei* (University Science Books)
- Ouyang, Z., Xiao, H., Chen, J., et al. 2023, *ApJ*, 949, 52
- Padovani, P., & Giommi, P. 1995, *MNRAS*, 277, 1477
- Pal, M., & Naik, S. 2018, *MNRAS*, 474, 5351
- Paliya, V. S., Stalin, C. S., Ajello, M., & Kaur, A. 2017, *ApJ*, 844, 32
- Patnaik, A. R., Browne, I. W. A., Wilkinson, P. N., & Wrobel, J. M. 1992, *MNRAS*, 254, 655
- Paturel, G., Petit, C., Prugniel, P., et al. 2003, *A&A*, 412, 45
- Peña-Herazo, H. A., Massaro, F., Gu, M., et al. 2021, *AJ*, 161, 196
- Perryman, M. 2012, *European Physical Journal H*, 37, 745
- Perryman, M. A. C., Lindegren, L., Kovalevsky, J., et al. 1997, *A&A*, 323, L49
- Peters, J. 1907, in *Veroffentl. d. Konigl. Astron. Rechen-Instituts zu Berlin*, Vol. 33
- Petrov, L., & Kovalev, Y. 2024, arXiv e-prints, arXiv:2410.11794

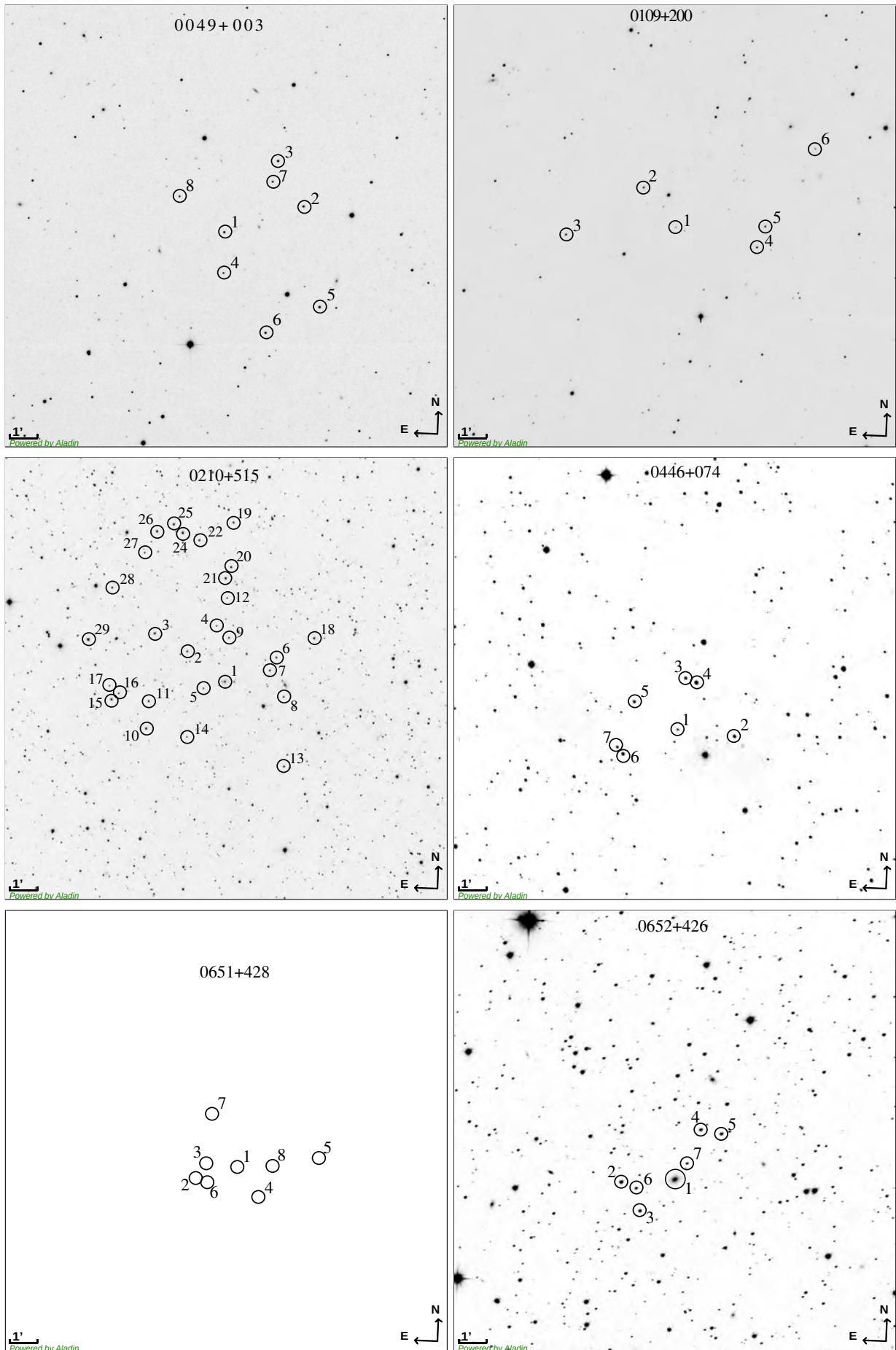
- Petrov, L., & Kovalev, Y. Y. 2017, MNRAS, 467, L71
- Petrov, L., Kovalev, Y. Y., & Plavin, A. V. 2019, MNRAS, 482, 3023
- Pian, E., Falomo, R., Scarpa, R., & Treves, A. 1994, ApJ, 432, 547
- Pilkington, J. D. H., & Scott, P. F. 1996, VizieR On-line Data Catalog: VIII/4.
- Piner, B. G., & Edwards, P. G. 2014, ApJ, 797, 25
- . 2018, ApJ, 853, 68
- Plavin, A. V., Kovalev, Y. Y., & Pushkarev, A. B. 2022, ApJS, 260, 4
- Popović, L. C., & Ilić, D. 2017, Aktivna galaktička jezgra (Beograd: Matematički fakultet - Univerzitet u Beogradu,)
- Popović, L. Č., Jovanović, P., Stalevski, M., et al. 2012, A&A, 538, A107
- Prince, R., Banerjee, A., Sharma, A., et al. 2023, A&A, 678, A100
- Pukelsheim, F. 1994, The American Statistician, 48, 88
- Rafiee, A., & Hall, P. B. 2011, ApJS, 194, 42
- Rakshit, S., Stalin, C. S., & Kotilainen, J. 2020, ApJS, 249, 17
- Rani, B., Wiita, P. J., & Gupta, A. C. 2009, ApJ, 696, 2170
- Razali, N. M., Wah, Y. B., et al. 2011, Journal of statistical modeling and analytics, 2, 21
- Richards, G. T., Myers, A. D., Gray, A. G., et al. 2009, ApJS, 180, 67
- Richards, G. T., Myers, A. D., Peters, C. M., et al. 2015, ApJS, 219, 39
- Richards, J. L., Hovatta, T., Max-Moerbeck, W., et al. 2014, MNRAS, 438, 3058
- Richardson, W. H. 1972, J. Opt. Soc. Am., 62, 55. <https://opg.optica.org/abstract.cfm?URI=josa-62-1-55>
- Roberts, D. H., Lehar, J., & Dreher, J. W. 1987, AJ, 93, 968
- Robertson, J. G. 1983, PASA, 5, 144
- Royston, J. P. 1982, Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), 31, 115. <http://www.jstor.org/stable/2347973>
- Salvato, M. 2002, PhD thesis, University of Potsdam, Germany
- Sarkar, A., Gupta, A. C., Chitnis, V. R., & Wiita, P. J. 2021, MNRAS, 501, 50
- Scargle, J. D. 1982, ApJ, 263, 835
- Schwan, H., Bastian, U., Bien, R., et al. 1993, in Veröffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg, Vol. 34
- Secrest, N. J. 2022, ApJL, 939, L32
- Sexton, R. O., Secrest, N. J., Johnson, M. C., & Dorland, B. N. 2022, ApJS, 260, 33

- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. 1965, *Biometrika*, 52, 591. <http://www.jstor.org/stable/2333709>
- Sharov, A. S., & Efremov, Y. N. 1963, *Information Bulletin on Variable Stars*, 23, 1
- Shen, Y., Richards, G. T., Strauss, M. A., et al. 2011, *ApJS*, 194, 45
- Shields, G. A. 1978, *Nature*, 272, 706
- Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., Stiening, R., et al. 2006, *AJ*, 131, 1163
- Smith, H. J., & Hoffleit, D. 1963, *AJ*, 68, 292
- Souchay, J., Andrei, A. H., Barache, C., et al. 2012, *A&A*, 537, A99
- . 2009, *A&A*, 494, 799
- Sramek, R. A., & Weedman, D. W. 1978, *ApJ*, 221, 468
- Stalevski, M. 2012, PhD thesis, University of Belgrade, Serbia
- Strunov, V. 2006, *Measurement Techniques*, 49, 755
- Taris, F., Andrei, A., Roland, J., et al. 2016, *A&A*, 587, A112
- Taris, F., Damljjanovic, G., Andrei, A., et al. 2018, *A&A*, 611, A52
- Taris, F., Souchay, J., Andrei, A. H., et al. 2011, *A&A*, 526, A25
- Tarnopolski, M., Żywucka, N., Marchenko, V., & Pascual-Granado, J. 2020, *ApJS*, 250, 1
- Tody, D. 1986, in *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*, Vol. 627, *Instrumentation in astronomy VI*, ed. D. L. Crawford, 733
- Tody, D. 1993, in *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 52, *Astronomical Data Analysis Software and Systems II*, ed. R. J. Hanisch, R. J. V. Brissenden, & J. Barnes, 173
- Tonry, J. L., Stubbs, C. W., Lykke, K. R., et al. 2012, *The Astrophysical Journal*, 750, 99. <https://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/750/2/99>
- Trèvese, D., & Vagnetti, F. 2001, *MmSAI*, 72, 33
- Tripathi, A., Gupta, A. C., Aller, M. F., et al. 2021, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 501, 5997. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab058>
- Türler, M., Paltani, S., Courvoisier, T. J. L., et al. 1999, *A&AS*, 134, 89
- Ulrich, M.-H., Maraschi, L., & Urry, C. M. 1997, *ARA&A*, 35, 445
- Urry, C. M., & Padovani, P. 1995, *PASP*, 107, 803
- Urry, C. M., Scarpa, R., O'Dowd, M., et al. 2000, *ApJ*, 532, 816
- Usher, P. D., & Mitchell, K. J. 1982, *ApJS*, 49, 27
- van Dokkum, P. G. 2001, *PASP*, 113, 1420
- van Leeuwen, F. 2007a, *Hipparcos, the New Reduction of the Raw Data*, Vol. 350 (Springer Science+Business Media B.V.), doi:10.1007/978-1-4020-6342-8

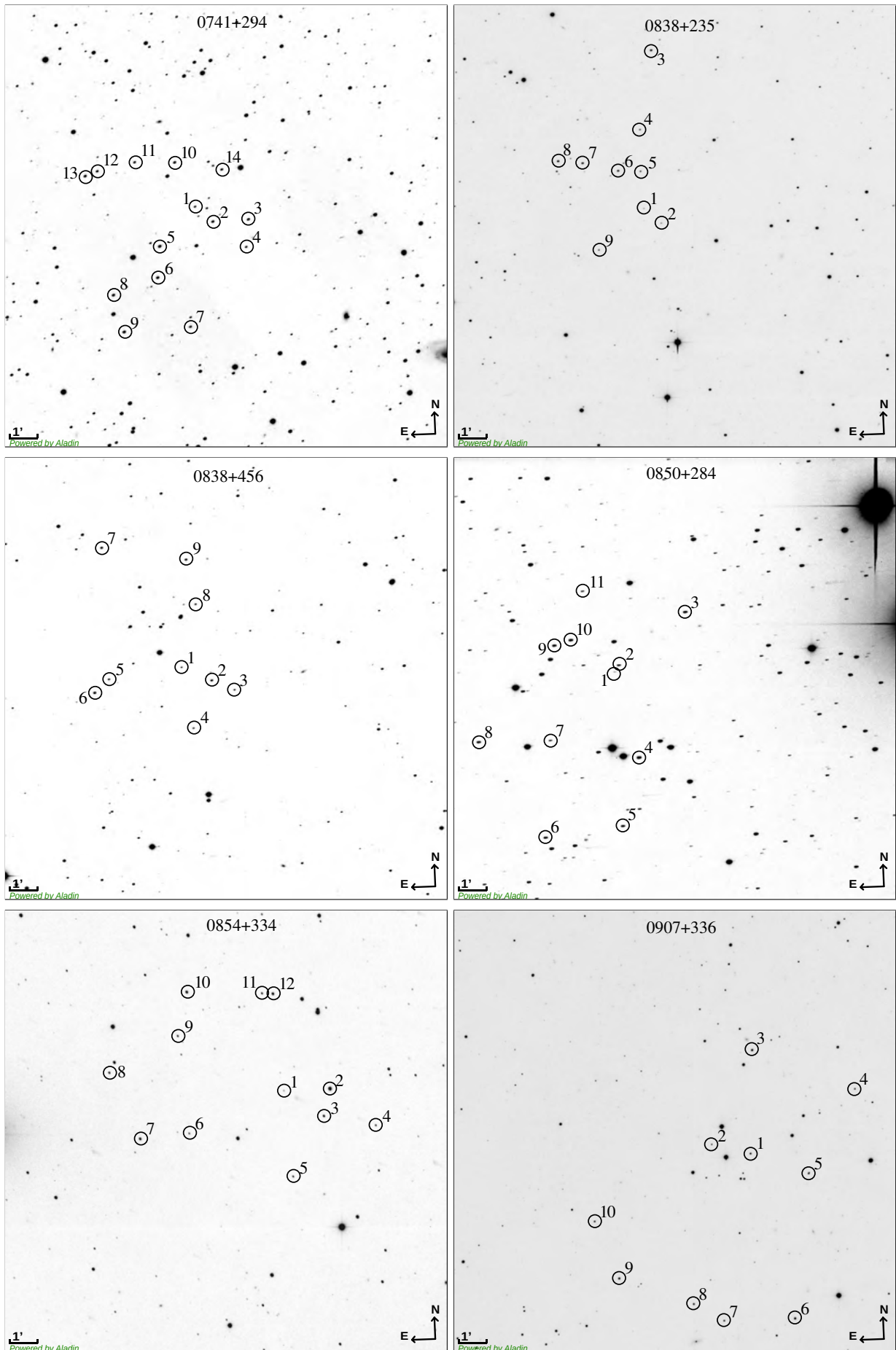
- . 2007b, *A&A*, 474, 653
- Van Rossum, G., & Drake, F. L. 2009, *Python 3 Reference Manual* (Scotts Valley, CA: CreateSpace)
- VanderPlas, J. T. 2018, *ApJS*, 236, 16
- Veron-Cetty, M. P., & Veron, P. 1998, *VizieR On-line Data Catalog: VII/207*.
- Véron-Cetty, M. P., & Véron, P. 2001, *A&A*, 374, 92
- . 2006, *A&A*, 455, 773
- . 2010, *A&A*, 518, A10
- Villata, M., Raiteri, C. M., Balonek, T. J., et al. 2006, *A&A*, 453, 817
- Ševarlić, B. M., & Brkić, Z. M. 1971, *Opšta astronomija* (Beograd: Izdavačko-štamarsko preduzeće Beograd)
- Wagner, S. J., & Witzel, A. 1995, *ARA&A*, 33, 163
- Walter, H. G., & Sovers, O. J. 2000, *Astrometry of Fundamental Catalogues* (Springer Verlag Berlin Heidelberg New York)
- Wang, G., Xiao, H., Fan, J., & Zhang, X. 2024, *ApJS*, 270, 22
- Wang, L., Zhou, L., Xu, G., & Li, X. 2019, *AIP Conference Proceedings*, 2073, 020088. <https://doi.org/10.1063/1.5090742>
- White, R. L., Becker, R. H., Gregg, M. D., et al. 2000, *ApJS*, 126, 133
- Wielen, R., Schwan, H., Dettbarn, C., et al. 1999, in *Veröffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg*, Vol. 35
- Wielen, R., Schwan, H., Dettbarn, C., et al. 2000, in *Veröffentlichungen Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg*, Vol. 37
- Wiener, N. 1964, *Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series: With Engineering Applications*, Massachusetts Institute of Technology : Paperback series (M.I.T. Press). [https://books.google.rs/books?id=\\_Q1dNQEACAAJ](https://books.google.rs/books?id=_Q1dNQEACAAJ)
- Wierzcholska, A., Ostrowski, M., Stawarz, L., Wagner, S., & Hauser, M. 2015, *A&A*, 573, A69
- Wild, V., Heckman, T., & Charlot, S. 2010, *MNRAS*, 405, 933
- Wills, B. J., Netzer, H., Uomoto, A. K., & Wills, D. 1980, *ApJ*, 237, 319
- Wills, B. J., & Wills, D. 1979, *ApJS*, 41, 689
- Winkler, P. F., J., & White, A. E. 1975, *ApJL*, 199, L139
- Wu, Z.-Z., Gu, M.-F., & Jiang, D.-R. 2009, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 9, 168
- Xiong, D., Zhang, X., Bai, J., & Zhang, H. 2015, *MNRAS*, 450, 3568
- Xu, J., & Han, J. L. 2014, *MNRAS*, 442, 3329
- Yang, J. H., Fan, J. H., Liu, Y., et al. 2022, *ApJS*, 262, 18
- Zajaček, M., Busch, G., Valencia-S., M., et al. 2019, *A&A*, 630, A83

Додатак А

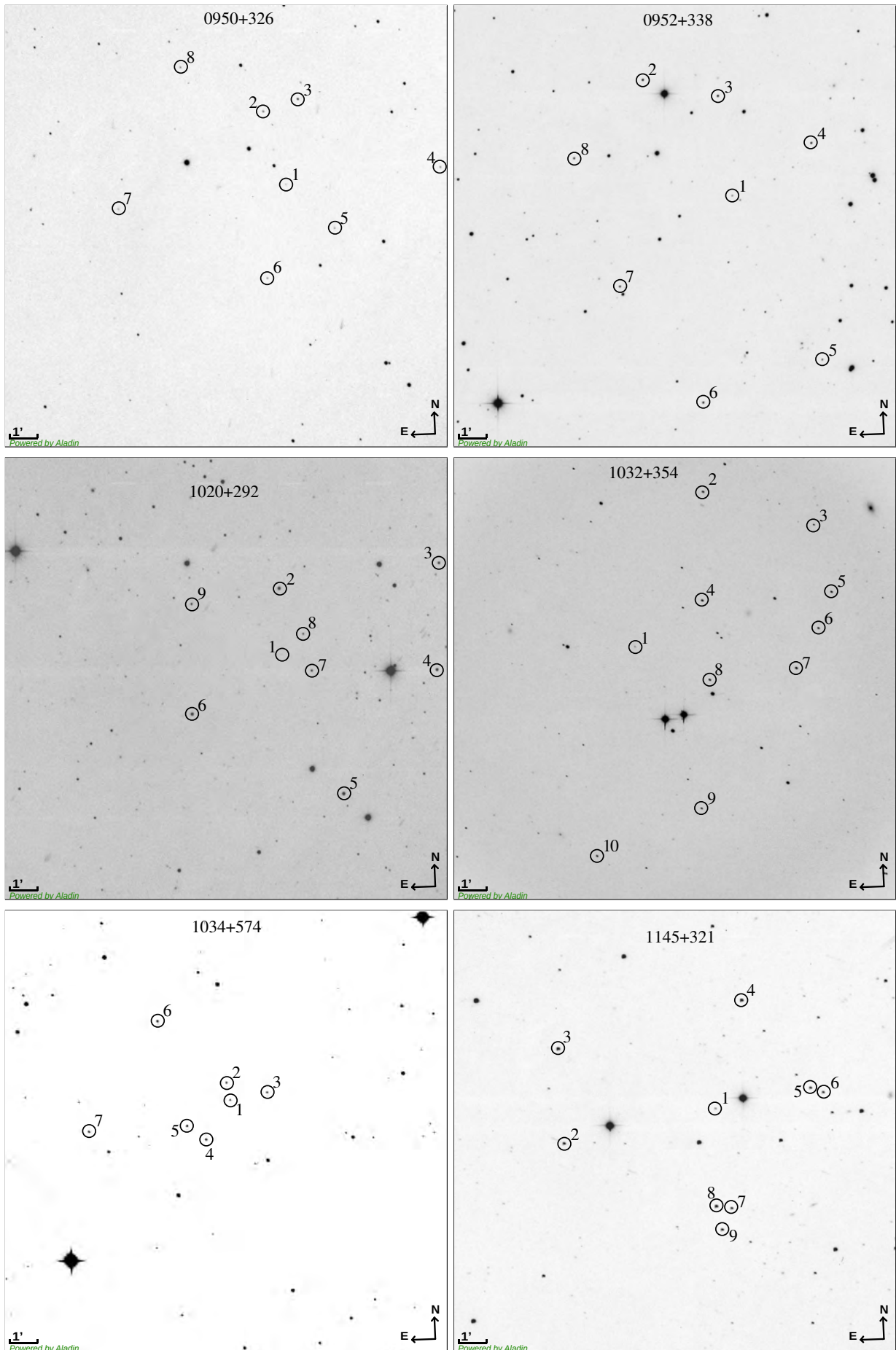
Видна поља објеката



Слика А.1: Видна поља објеката 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0652+426.

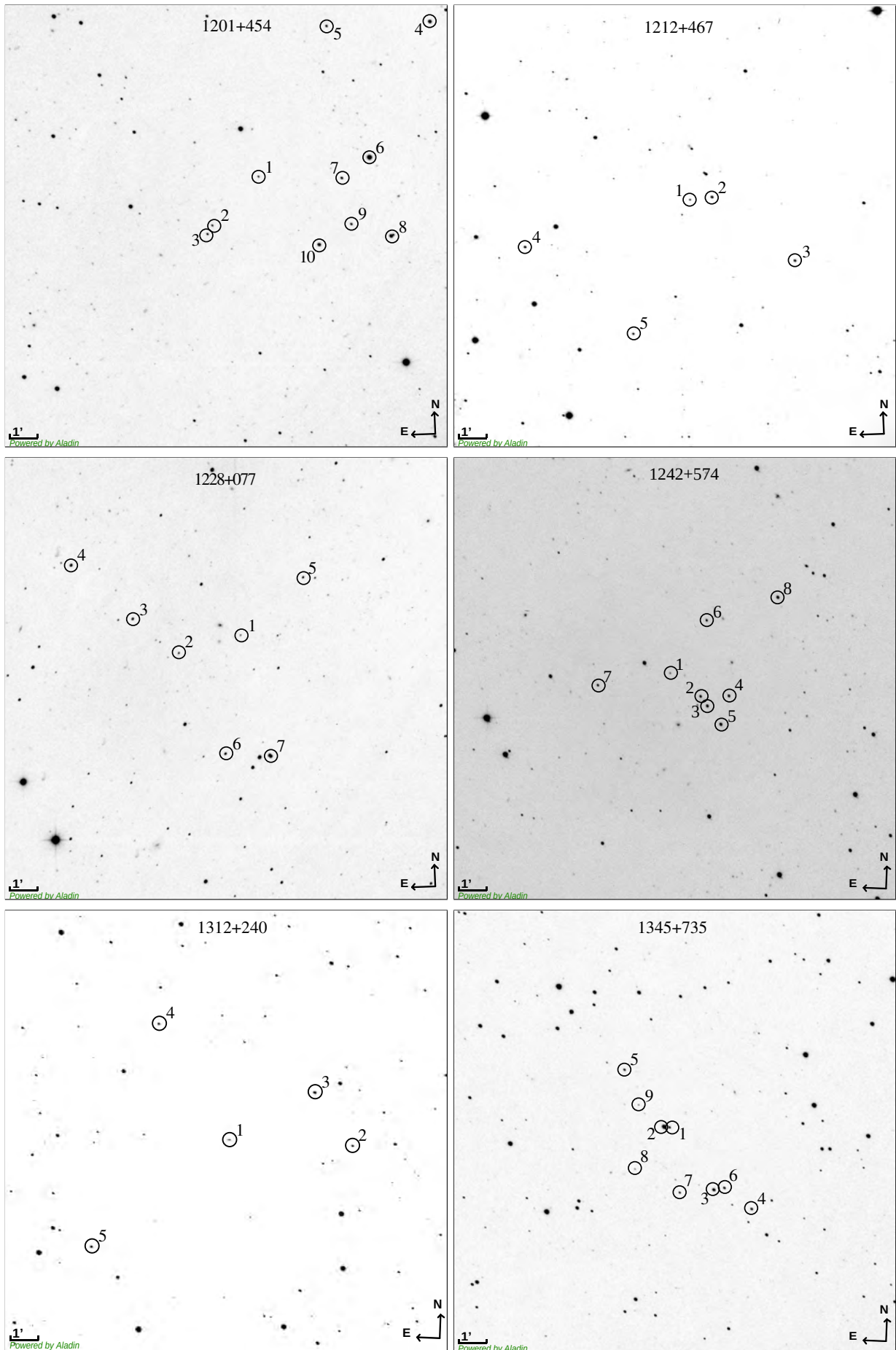


Слика А.2: Видна поља објеката 0741+294, 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334 и 0907+336.

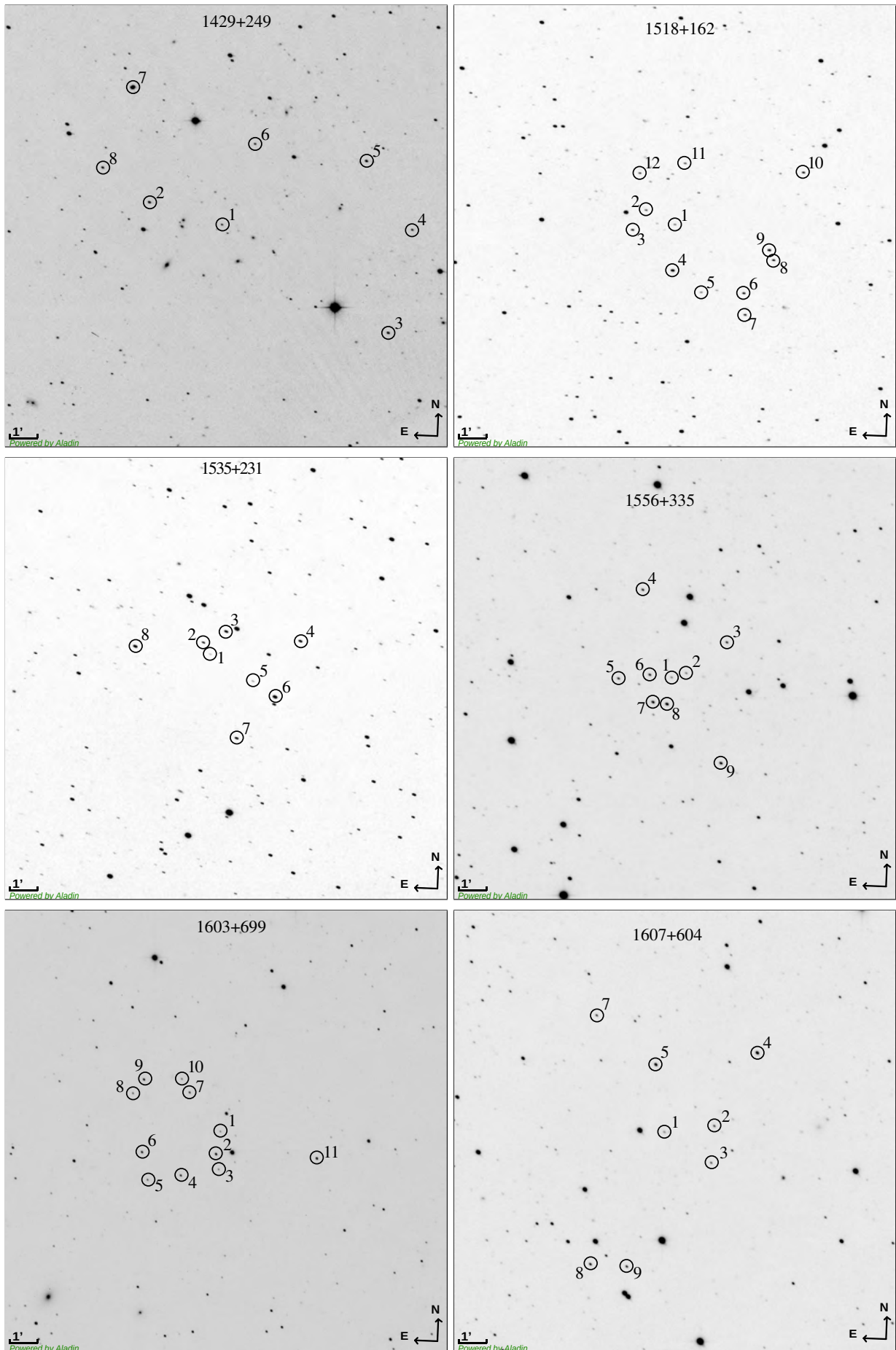


Слика А.3: Видна поља објеката 0950+326, 0952+338, 1020+292, 1032+354, 1034+574 и 1145+321.

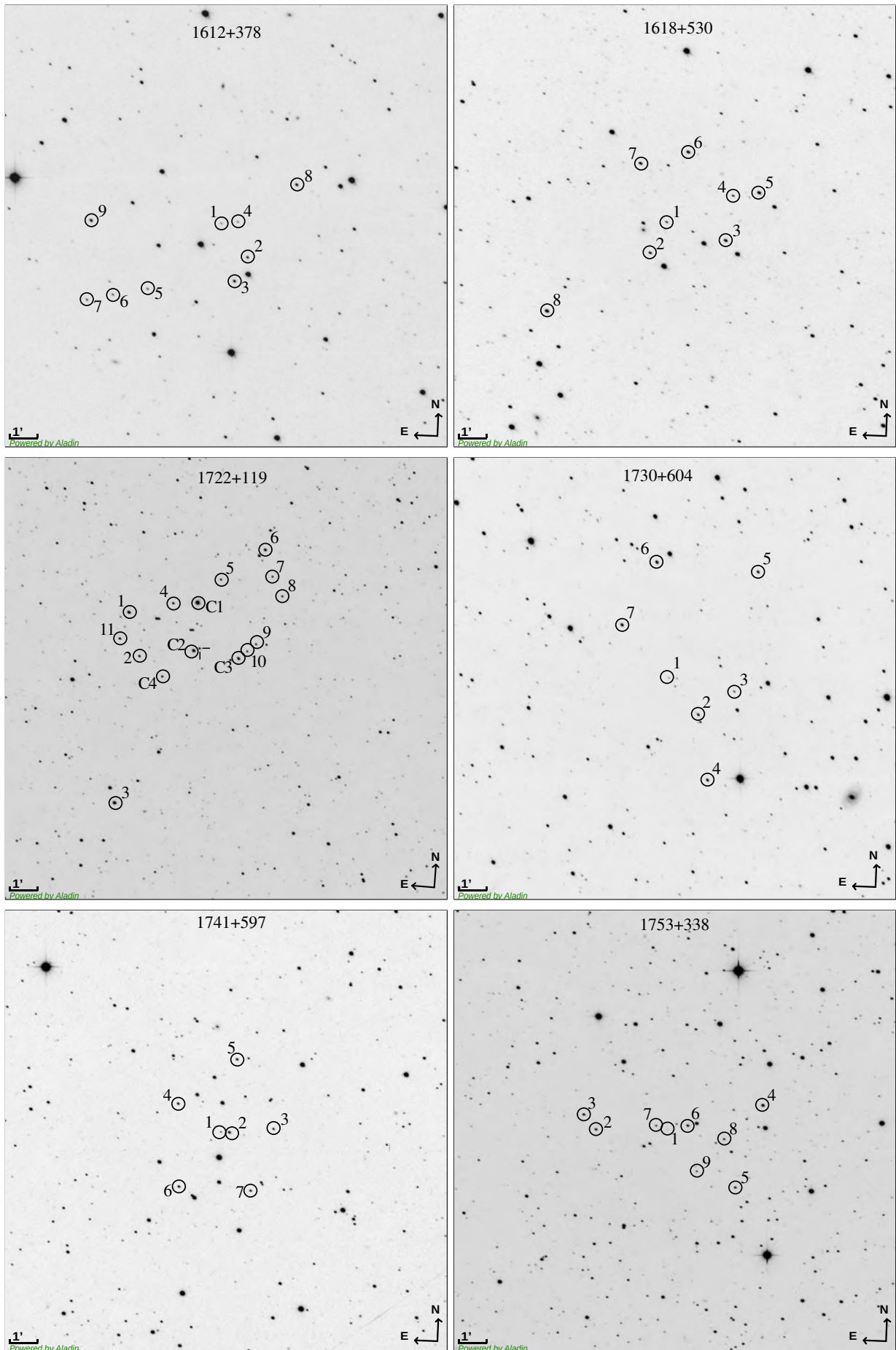




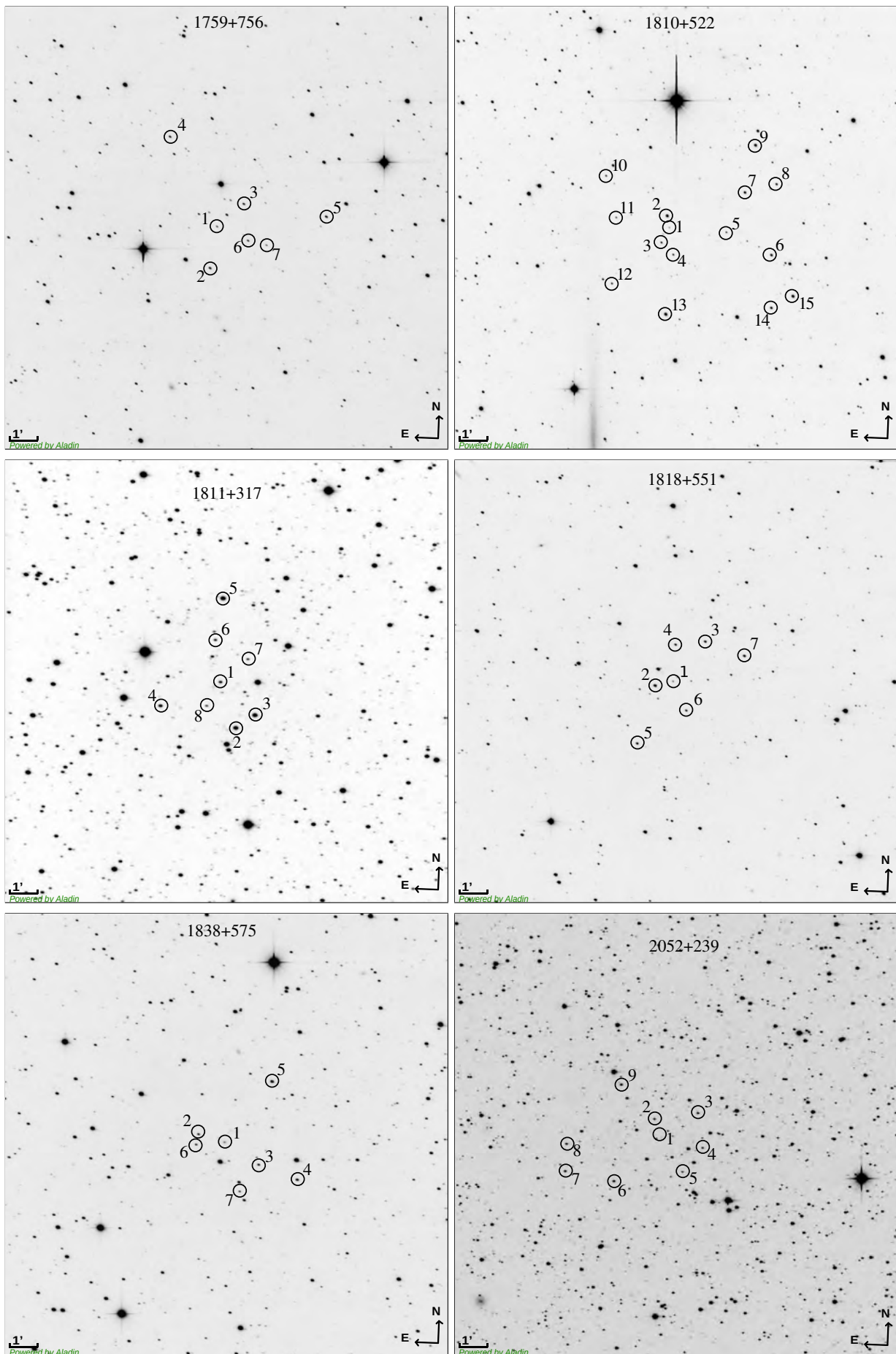
Слика А.4: Видна поља објеката 1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240 и 1345+735.



Слика А.5: Видна поља објеката 1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699 и 1607+604.

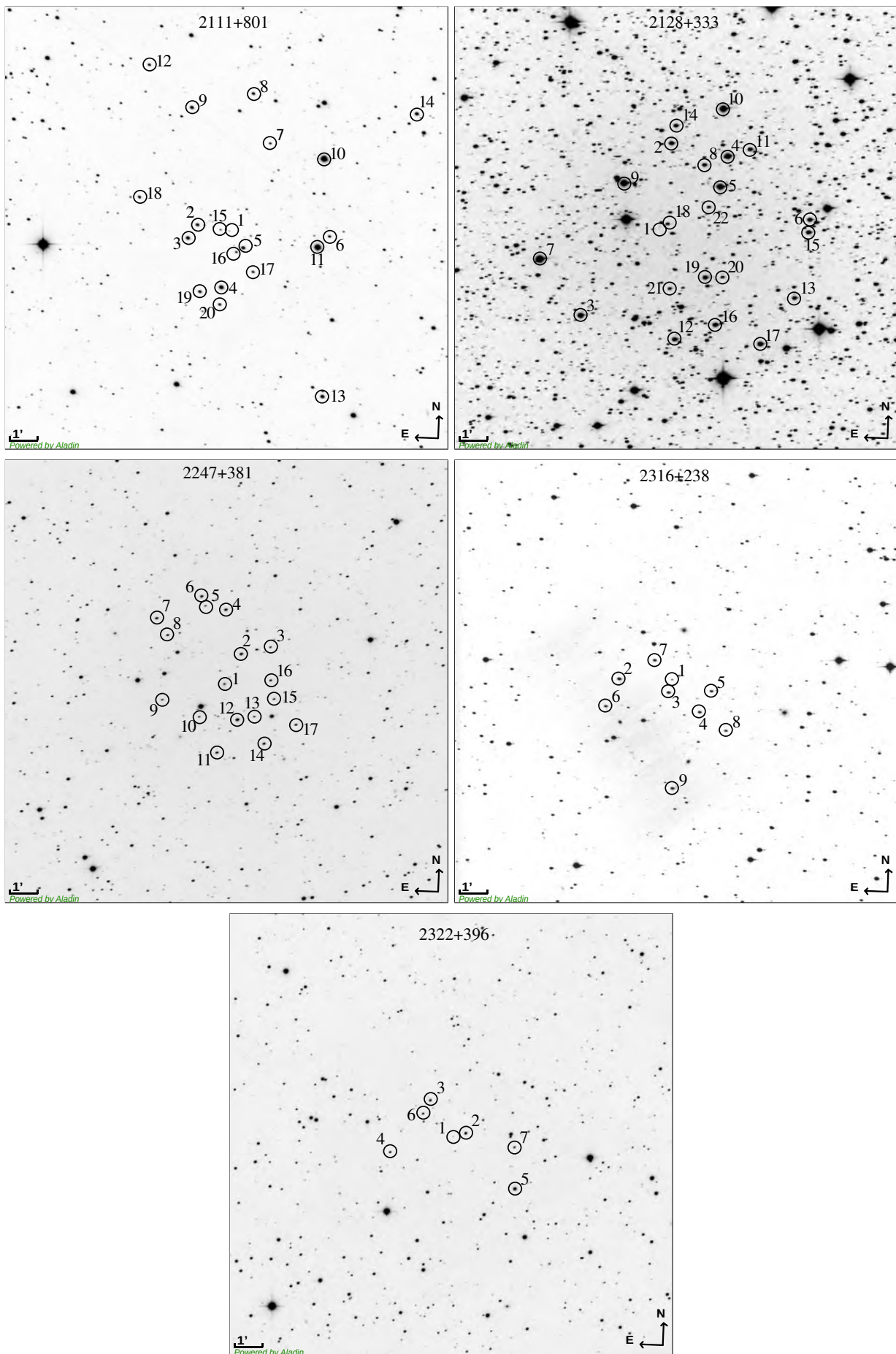


Слика А.6: Видна поља објеката 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597 и 1753+338.



Слика А.7: Видна поља објеката 1759+756, 1810+522, 1811+317, 1818+551, 1838+575 и 2052+239.





Слика А.8: Видна поља објеката 2111+801, 2128+333, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.



# Додатак Б

## Подаци за релативну фотометрију

Табела Б.1: Координате,  $V$  и  $R$  магнитуде са стандардним грешкама објеката и њихових упоришних и контролних звезда; период Јул 2013. — Август 2019.

Бр. звезде	IERS назив објекта							
	$\alpha_{J2000.0} (^{\circ})$	$\delta_{J2000.0} (^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C}$ (mag)	$R_C \pm \sigma_{R_C}$ (mag)	$V_O \pm \sigma_{V_O}$ (mag)	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}$ (mag)	$N_{R_O}$
0049+003								
2(A)	12.97558	0.60950	16.721 $\pm$ 0.039	15.830 $\pm$ 0.068	16.715 $\pm$ 0.026	30	15.835 $\pm$ 0.013	40
3(B)	12.99098	0.63657	16.303 $\pm$ 0.036	15.680 $\pm$ 0.042	16.307 $\pm$ 0.018	30	15.673 $\pm$ 0.010	40
4	13.02369	0.56957	17.253 $\pm$ 0.030	16.859 $\pm$ 0.033	17.265 $\pm$ 0.075	26	16.876 $\pm$ 0.049	36
5	12.96617	0.54902	16.367 $\pm$ 0.038	15.547 $\pm$ 0.053	16.333 $\pm$ 0.044	20	15.509 $\pm$ 0.034	27
6	12.99846	0.53368	16.821 $\pm$ 0.039	15.914 $\pm$ 0.067	16.796 $\pm$ 0.043	15	15.902 $\pm$ 0.022	24
7	12.99423	0.62415	16.988 $\pm$ 0.026	16.655 $\pm$ 0.027	16.973 $\pm$ 0.060	26	16.637 $\pm$ 0.035	36
8	13.05000	0.61540	17.392 $\pm$ 0.034	16.804 $\pm$ 0.040	17.402 $\pm$ 0.063	26	16.795 $\pm$ 0.049	35
0109+200								
2(A)	18.06300	20.36326	15.925 $\pm$ 0.030	15.538 $\pm$ 0.031	15.924 $\pm$ 0.030	36	15.547 $\pm$ 0.034	47
4(B)	17.99071	20.32738	15.776 $\pm$ 0.063	15.398 $\pm$ 0.034	15.774 $\pm$ 0.019	36	15.393 $\pm$ 0.020	47
3	18.11265	20.33508	15.855 $\pm$ 0.068	15.098 $\pm$ 0.050	15.867 $\pm$ 0.089	15	15.094 $\pm$ 0.039	22
5	17.98539	20.33991	15.825 $\pm$ 0.064	15.395 $\pm$ 0.035	15.793 $\pm$ 0.021	35	15.390 $\pm$ 0.026	47
0210+515								
4(A)	33.58278	51.78114	16.212 $\pm$ 0.012	15.592 $\pm$ 0.016	16.203 $\pm$ 0.024	30	15.583 $\pm$ 0.018	39
5(B)	33.59552	51.74371	15.939 $\pm$ 0.013	15.549 $\pm$ 0.017	15.946 $\pm$ 0.019	30	15.558 $\pm$ 0.017	40
2	33.61126	51.76579	15.086 $\pm$ 0.012	14.645 $\pm$ 0.015	15.086 $\pm$ 0.014	30	14.649 $\pm$ 0.010	35
3 <sup>R</sup>	33.64266	51.77665	14.284 $\pm$ 0.012	13.892 $\pm$ 0.015	14.259 $\pm$ 0.024	30	13.844 $\pm$ 0.029	35
6	33.52490	51.76220	15.100 $\pm$ 0.014	14.652 $\pm$ 0.017	15.090 $\pm$ 0.027	30	14.632 $\pm$ 0.023	35
7	33.53133	51.75447	15.160 $\pm$ 0.013	14.577 $\pm$ 0.016	15.161 $\pm$ 0.028	30	14.578 $\pm$ 0.023	35
8	33.51794	51.73861	15.695 $\pm$ 0.012	15.177 $\pm$ 0.015	15.705 $\pm$ 0.035	30	15.169 $\pm$ 0.029	40
9	33.57091	51.77398	15.580 $\pm$ 0.012	15.237 $\pm$ 0.015	15.558 $\pm$ 0.018	30	15.197 $\pm$ 0.012	39
0446+074								
2(A)	72.30388	7.48354	15.098 $\pm$ 0.013	14.749 $\pm$ 0.016	15.101 $\pm$ 0.015	28	14.709 $\pm$ 0.055	36
5(B)	72.36502	7.50207	15.069 $\pm$ 0.012	14.537 $\pm$ 0.016	15.068 $\pm$ 0.010	22	14.528 $\pm$ 0.045	29
3	72.33464	7.51736	14.974 $\pm$ 0.012	14.605 $\pm$ 0.015	14.980 $\pm$ 0.031	28	14.560 $\pm$ 0.040	36
6	72.37068	7.47056	14.187 $\pm$ 0.013	13.824 $\pm$ 0.016	14.165 $\pm$ 0.024	22	13.786 $\pm$ 0.063	26
7	72.37431	7.47456	15.989 $\pm$ 0.012	15.595 $\pm$ 0.016	15.989 $\pm$ 0.022	22	15.569 $\pm$ 0.063	29
0651+428								
2(A)	103.71439	42.79217	15.603 $\pm$ 0.012	15.203 $\pm$ 0.016	15.599 $\pm$ 0.012	27	15.199 $\pm$ 0.009	32
3(B)	103.70667	42.80087	15.863 $\pm$ 0.012	15.529 $\pm$ 0.016	15.870 $\pm$ 0.015	28	15.535 $\pm$ 0.013	33
4	103.66321	42.78218	14.765 $\pm$ 0.013	14.398 $\pm$ 0.016	14.759 $\pm$ 0.024	28	14.395 $\pm$ 0.026	32
5	103.61475	42.80687	14.653 $\pm$ 0.013	14.240 $\pm$ 0.016	14.644 $\pm$ 0.044	27	14.222 $\pm$ 0.039	32
6	103.70545	42.79055	16.584 $\pm$ 0.013	16.254 $\pm$ 0.017	16.609 $\pm$ 0.043	23	16.251 $\pm$ 0.020	29

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

IERS назив објекта								
Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
0651+428 - наставак								
7	103.70326	42.83137	$16.161 \pm 0.013$	$15.364 \pm 0.016$	$16.190 \pm 0.057$	23	$15.384 \pm 0.026$	29
8	103.65245	42.80155	$17.943 \pm 0.013$	$17.323 \pm 0.018$	$17.976 \pm 0.098$	23	$17.354 \pm 0.057$	28
0652+426								
Упорешне звезде								
4	104.02483	42.64772	$14.792 \pm 0.012$	$14.420 \pm 0.016$	$14.789 \pm 0.001$	2	$14.415 \pm 0.001$	2
5	104.00797	42.64571	$14.726 \pm 0.012$	$14.331 \pm 0.016$	$14.729 \pm 0.001$	2	$14.336 \pm 0.001$	2
6	104.07562	42.61131	$15.439 \pm 0.012$	$14.979 \pm 0.015$	$15.439 \pm 0.002$	2	$14.980 \pm 0.002$	2
Контролне звезде								
2	104.08790	42.61467	$13.997 \pm 0.013$	$13.604 \pm 0.017$	$14.043 \pm 0.001$	2	сатурисана	2
3	104.07192	42.59787	$15.463 \pm 0.013$	$14.557 \pm 0.016$	$15.412 \pm 0.002$	2	$14.497 \pm 0.002$	2
7	104.03501	42.62732	$16.407 \pm 0.013$	$15.973 \pm 0.016$	$16.416 \pm 0.003$	2	$15.945 \pm 0.003$	2
0741+294								
2(A)	116.20180	29.32604	$16.023 \pm 0.029$	$15.630 \pm 0.035$	$16.023 \pm 0.025$	30	$15.638 \pm 0.020$	32
14(B)	116.19564	29.35728	$16.357 \pm 0.029$	$15.957 \pm 0.036$	$16.355 \pm 0.034$	25	$15.944 \pm 0.017$	27
3	116.17738	29.32738	$15.911 \pm 0.028$	$15.609 \pm 0.032$	$15.904 \pm 0.030$	30	$15.593 \pm 0.039$	32
5	116.23831	29.31126	$15.487 \pm 0.030$	$15.024 \pm 0.037$	$15.496 \pm 0.027$	30	$15.026 \pm 0.031$	32
6	116.23970	29.29248	$15.923 \pm 0.029$	$15.537 \pm 0.034$	$15.908 \pm 0.036$	30	$15.498 \pm 0.038$	32
10	116.22802	29.36152	$16.187 \pm 0.028$	$15.771 \pm 0.031$	$16.200 \pm 0.031$	25	$15.764 \pm 0.034$	27
0838+235								
2(A)	130.46397	23.32309	$17.482 \pm 0.032$	$17.071 \pm 0.032$	$17.479 \pm 0.053$	16	$17.070 \pm 0.038$	25
5(B)	130.47742	23.35414	$16.940 \pm 0.034$	$16.424 \pm 0.036$	$16.950 \pm 0.039$	20	$16.428 \pm 0.034$	29
4	130.47777	23.37912	$16.989 \pm 0.036$	$16.376 \pm 0.042$	$16.970 \pm 0.076$	16	$16.360 \pm 0.050$	25
6	130.49201	23.35447	$15.733 \pm 0.032$	$15.312 \pm 0.030$	$15.718 \pm 0.035$	20	$15.309 \pm 0.033$	29
7	130.51519	23.35903	$15.418 \pm 0.032$	$15.012 \pm 0.031$	$15.392 \pm 0.036$	20	$14.986 \pm 0.050$	29
8	130.53116	23.36023	$15.559 \pm 0.033$	$15.088 \pm 0.032$	$15.531 \pm 0.038$	20	$15.064 \pm 0.060$	29
9	130.50466	23.30704	$16.887 \pm 0.032$	$16.478 \pm 0.034$	$16.877 \pm 0.099$	16	$16.473 \pm 0.069$	25
0838+456								
2(A)	130.53822	45.42107	$16.261 \pm 0.032$	$15.648 \pm 0.040$	$16.267 \pm 0.012$	40	$15.651 \pm 0.013$	43
3(B)	130.51882	45.41545	$17.276 \pm 0.028$	$16.868 \pm 0.032$	$17.262 \pm 0.030$	40	$16.863 \pm 0.030$	43
4	130.55383	45.39251	$17.249 \pm 0.026$	$16.936 \pm 0.028$	$17.212 \pm 0.044$	40	$16.899 \pm 0.034$	43
5	130.62592	45.42173	$16.825 \pm 0.025$	$16.433 \pm 0.030$	$16.810 \pm 0.041$	40	$16.419 \pm 0.049$	43
6	130.63798	45.41360	$15.728 \pm 0.031$	$15.104 \pm 0.040$	$15.736 \pm 0.037$	35	$15.100 \pm 0.043$	38
8	130.55208	45.46676	$16.977 \pm 0.024$	$16.700 \pm 0.028$	$16.974 \pm 0.055$	35	$16.696 \pm 0.040$	38
9	130.56025	45.49363	$15.934 \pm 0.024$	$15.650 \pm 0.028$	$15.913 \pm 0.038$	26	$15.635 \pm 0.015$	29
0850+284								
2(A)	133.32167	28.23458	$16.425 \pm 0.038$	$15.940 \pm 0.034$	$16.440 \pm 0.027$	13	$15.946 \pm 0.032$	27
10(B)	133.35431	28.24966	$15.282 \pm 0.039$	$14.750 \pm 0.034$	$15.277 \pm 0.019$	13	$14.750 \pm 0.015$	27
3	133.27653	28.26639	$15.572 \pm 0.039$	$14.988 \pm 0.040$	$15.569 \pm 0.072$	13	$14.960 \pm 0.037$	27
9	133.36548	28.24635	$15.472 \pm 0.037$	$15.060 \pm 0.031$	$15.456 \pm 0.027$	13	$15.052 \pm 0.024$	27
0854+334								
3(A)	134.33366	33.20623	$16.121 \pm 0.026$	$15.746 \pm 0.034$	$16.120 \pm 0.010$	35	$15.744 \pm 0.011$	36
4(B)	134.29650	33.20065	$17.001 \pm 0.027$	$16.563 \pm 0.037$	$17.005 \pm 0.023$	35	$16.570 \pm 0.027$	36
2	134.32932	33.22260	$13.530 \pm 0.021$	$13.212 \pm 0.024$	$13.535 \pm 0.021$	31	$13.220 \pm 0.014$	31
5	134.35566	33.17011	$16.968 \pm 0.027$	$16.498 \pm 0.038$	$16.945 \pm 0.061$	35	$16.471 \pm 0.050$	36
6	134.43001	33.19578	$17.176 \pm 0.027$	$16.739 \pm 0.036$	$17.169 \pm 0.047$	28	$16.730 \pm 0.024$	27
9	134.43821	33.25418	$16.822 \pm 0.027$	$16.369 \pm 0.033$	$16.852 \pm 0.037$	27	$16.389 \pm 0.020$	25
10	134.43183	33.28050	$15.183 \pm 0.025$	$14.812 \pm 0.030$	$15.189 \pm 0.067$	28	$14.800 \pm 0.020$	27
11	134.37791	33.27975	$16.631 \pm 0.025$	$16.285 \pm 0.033$	$16.650 \pm 0.044$	28	$16.278 \pm 0.020$	28
12	134.37012	33.27947	$15.298 \pm 0.025$	$14.962 \pm 0.032$	$15.316 \pm 0.040$	28	$14.954 \pm 0.020$	28

Наставак на следећој страни



Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(\circ)$	$\delta_{J2000.0}(\circ)$	IERS назив објекта					
			$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
0907+336								
2(A)	137.68218	33.49568	$16.947 \pm 0.027$	$16.493 \pm 0.032$	$16.981 \pm 0.043$	39	$16.535 \pm 0.031$	42
3(B)	137.65315	33.55212	$15.152 \pm 0.025$	$14.765 \pm 0.029$	$15.143 \pm 0.010$	36	$14.754 \pm 0.009$	39
4	137.57933	33.52884	$16.754 \pm 0.023$	$16.402 \pm 0.029$	$16.727 \pm 0.048$	37	$16.392 \pm 0.045$	38
6 <sup>V</sup>	137.62254	33.39133	$15.595 \pm 0.036$	$14.787 \pm 0.053$	$15.664 \pm 0.019$	13	$14.817 \pm 0.011$	13
7 <sup>V</sup>	137.67337	33.39007	$16.600 \pm 0.031$	$15.964 \pm 0.042$	$16.676 \pm 0.028$	12	$15.998 \pm 0.014$	12
8	137.69512	33.40002	$15.840 \pm 0.024$	$15.596 \pm 0.025$	$15.842 \pm 0.041$	13	$15.581 \pm 0.027$	13
9	137.74861	33.41535	$15.412 \pm 0.028$	$14.910 \pm 0.031$	$15.442 \pm 0.019$	10	$14.922 \pm 0.008$	10
0950+326								
2(A)	148.38246	32.47469	$16.023 \pm 0.028$	$15.845 \pm 0.029$	$16.011 \pm 0.015$	39	$15.829 \pm 0.011$	40
3(B)	148.35790	32.48219	$15.792 \pm 0.032$	$15.324 \pm 0.035$	$15.802 \pm 0.013$	39	$15.332 \pm 0.008$	40
5	148.33180	32.40503	$16.934 \pm 0.030$	$16.585 \pm 0.033$	$16.933 \pm 0.052$	39	$16.596 \pm 0.040$	40
6	148.37953	32.37482	$16.627 \pm 0.031$	$16.173 \pm 0.036$	$16.610 \pm 0.043$	39	$16.159 \pm 0.033$	40
0952+338								
3(A)	148.91846	33.64420	$16.041 \pm 0.027$	$15.649 \pm 0.034$	$16.043 \pm 0.015$	45	$15.656 \pm 0.014$	43
4(B)	148.85126	33.61592	$16.296 \pm 0.027$	$15.883 \pm 0.035$	$16.296 \pm 0.025$	45	$15.879 \pm 0.027$	43
2	148.97244	33.65384	$15.954 \pm 0.029$	$15.567 \pm 0.029$	$15.920 \pm 0.031$	42	$15.545 \pm 0.031$	39
5	148.84348	33.48619	$17.332 \pm 0.027$	$16.872 \pm 0.033$	$17.297 \pm 0.060$	13	$16.849 \pm 0.047$	13
7	148.98882	33.52998	$16.640 \pm 0.033$	$16.008 \pm 0.040$	$16.682 \pm 0.052$	35	$16.036 \pm 0.033$	34
8	149.02176	33.60681	$16.758 \pm 0.032$	$16.225 \pm 0.033$	$16.766 \pm 0.056$	16	$16.237 \pm 0.025$	13
1020+292								
Упоршне звезде								
2	155.85193	28.98720	$15.541 \pm 0.033$	$14.836 \pm 0.046$	$15.558 \pm 0.007$	6	$14.825 \pm 0.009$	6
6	155.91129	28.91174	$15.234 \pm 0.026$	$14.810 \pm 0.030$	$15.220 \pm 0.006$	6	$14.809 \pm 0.009$	6
7	155.82951	28.93782	$16.969 \pm 0.027$	$16.502 \pm 0.034$	$16.968 \pm 0.014$	6	$16.524 \pm 0.007$	6
8	155.83529	28.95989	$18.104 \pm 0.039$	$17.199 \pm 0.071$	$18.130 \pm 0.024$	6	$17.263 \pm 0.011$	6
Контролна звезда								
9	155.91129	28.91174	$17.451 \pm 0.035$	$16.719 \pm 0.046$	$17.468 \pm 0.024$	6	$16.739 \pm 0.015$	6
1032+354								
4(A)	158.74706	35.20041	$15.163 \pm 0.031$	$14.747 \pm 0.035$	$15.174 \pm 0.016$	38	$14.759 \pm 0.014$	43
8(B)	158.74079	35.15291	$15.594 \pm 0.045$	$15.113 \pm 0.035$	$15.583 \pm 0.022$	38	$15.105 \pm 0.019$	43
2 <sup>V</sup>	158.74745	35.26542	$15.633 \pm 0.030$	$15.299 \pm 0.032$	$15.579 \pm 0.017$	24	$15.252 \pm 0.011$	28
3	158.66584	35.24644	$17.133 \pm 0.037$	$16.706 \pm 0.035$	$17.074 \pm 0.050$	22	$16.644 \pm 0.050$	24
5	158.65244	35.20639	$15.577 \pm 0.036$	$15.174 \pm 0.030$	$15.580 \pm 0.023$	14	$15.177 \pm 0.018$	13
6 <sup>VR</sup>	158.66163	35.18458	$16.002 \pm 0.036$	$15.614 \pm 0.036$	$15.928 \pm 0.032$	19	$15.528 \pm 0.036$	21
7	158.67749	35.16054	$14.859 \pm 0.043$	$14.467 \pm 0.028$	$14.830 \pm 0.025$	28	$14.426 \pm 0.026$	31
1034+574								
2(A)	159.43831	57.20934	$16.764 \pm 0.028$	$16.252 \pm 0.036$	$16.770 \pm 0.025$	47	$16.262 \pm 0.024$	47
5(B)	159.48269	57.18367	$15.874 \pm 0.029$	$15.329 \pm 0.040$	$15.872 \pm 0.011$	47	$15.323 \pm 0.011$	47
3	159.39357	57.20304	$16.654 \pm 0.032$	$15.993 \pm 0.046$	$16.662 \pm 0.041$	47	$15.999 \pm 0.027$	47
4	159.46188	57.17536	$15.714 \pm 0.031$	$15.103 \pm 0.042$	$15.708 \pm 0.024$	47	$15.088 \pm 0.014$	47
6	159.51361	57.24663	$15.351 \pm 0.027$	$14.904 \pm 0.034$	$15.349 \pm 0.048$	41	$14.918 \pm 0.032$	41
7	159.59133	57.18112	$16.480 \pm 0.038$	$15.688 \pm 0.056$	$16.509 \pm 0.035$	25	$15.709 \pm 0.016$	24
1145+321								
6(A)	177.00261	31.91260	$16.543 \pm 0.030$	$16.209 \pm 0.030$	$16.534 \pm 0.027$	53	$16.206 \pm 0.020$	54
5(B)	177.01159	31.91530	$16.364 \pm 0.031$	$15.969 \pm 0.033$	$16.377 \pm 0.023$	53	$15.974 \pm 0.018$	54
2	177.18528	31.88183	$16.002 \pm 0.035$	$15.512 \pm 0.040$	$16.054 \pm 0.036$	25	$15.543 \pm 0.018$	26
3	177.18954	31.93868	$15.055 \pm 0.033$	$14.632 \pm 0.038$	$15.091 \pm 0.028$	24	$14.671 \pm 0.019$	24
4	177.06019	31.96780	$15.236 \pm 0.033$	$14.803 \pm 0.039$	$15.231 \pm 0.036$	51	$14.785 \pm 0.025$	51
7	177.06714	31.84314	$16.593 \pm 0.038$	$15.914 \pm 0.051$	$16.638 \pm 0.039$	51	$15.945 \pm 0.022$	53

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

IERS назив објекта								
Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
1145+321 - наставак								
8	177.07797	31.84432	$15.388 \pm 0.035$	$14.889 \pm 0.041$	$15.386 \pm 0.031$	47	$14.896 \pm 0.024$	48
9	177.07386	31.83025	$16.232 \pm 0.035$	$15.690 \pm 0.037$	$16.260 \pm 0.045$	30	$15.708 \pm 0.029$	30
1201+454								
2(A)	180.93666	45.15117	$17.586 \pm 0.030$	$17.113 \pm 0.038$	$17.585 \pm 0.041$	39	$17.108 \pm 0.031$	47
3(B)	180.94074	45.14597	$17.233 \pm 0.028$	$16.868 \pm 0.033$	$17.225 \pm 0.034$	39	$16.865 \pm 0.028$	47
5	180.83988	45.27075	$17.326 \pm 0.030$	$16.850 \pm 0.039$	$17.308 \pm 0.082$	25	$16.815 \pm 0.049$	36
7	180.82674	45.17964	$16.643 \pm 0.031$	$16.306 \pm 0.029$	$16.646 \pm 0.051$	39	$16.279 \pm 0.039$	47
8	180.78479	45.14496	$15.012 \pm 0.031$	$14.608 \pm 0.031$	$14.987 \pm 0.054$	26	$14.588 \pm 0.031$	37
9	180.81855	45.15207	$17.140 \pm 0.032$	$16.736 \pm 0.032$	$17.114 \pm 0.058$	34	$16.724 \pm 0.044$	44
10	180.84591	45.13975	$15.466 \pm 0.033$	$14.845 \pm 0.043$	$15.513 \pm 0.054$	34	$14.879 \pm 0.028$	44
1212+467								
3(A)	183.70101	46.41680	$16.053 \pm 0.028$	$15.760 \pm 0.030$	$16.036 \pm 0.020$	49	$15.749 \pm 0.020$	49
2(B)	183.77226	46.45566	$15.782 \pm 0.029$	$15.445 \pm 0.032$	$15.802 \pm 0.017$	50	$15.460 \pm 0.019$	50
4	183.93530	46.42732	$16.455 \pm 0.033$	$16.089 \pm 0.035$	$16.404 \pm 0.029$	16	$16.036 \pm 0.021$	16
5	183.84232	46.37444	$17.171 \pm 0.031$	$16.715 \pm 0.035$	$17.124 \pm 0.057$	25	$16.671 \pm 0.047$	25
1228+077								
2(A)	187.87297	7.42060	$17.603 \pm 0.032$	$17.199 \pm 0.037$	$17.580 \pm 0.046$	27	$17.185 \pm 0.043$	34
3(B)	187.90074	7.44103	$16.540 \pm 0.031$	$15.966 \pm 0.040$	$16.548 \pm 0.020$	30	$15.972 \pm 0.015$	36
4	187.93798	7.47312	$16.057 \pm 0.030$	$15.540 \pm 0.039$	$16.054 \pm 0.047$	10	$15.543 \pm 0.044$	11
5	187.79798	7.46603	$17.053 \pm 0.030$	$16.738 \pm 0.035$	$17.041 \pm 0.055$	29	$16.722 \pm 0.036$	36
6	187.84477	7.36028	$16.236 \pm 0.030$	$15.921 \pm 0.034$	$16.220 \pm 0.034$	21	$15.923 \pm 0.024$	25
1242+574								
3(A)	191.25047	57.14550	$15.605 \pm 0.036$	$15.123 \pm 0.031$	$15.620 \pm 0.012$	49	$15.138 \pm 0.008$	57
6(B)	191.25146	57.19683	$16.806 \pm 0.034$	$16.428 \pm 0.032$	$16.770 \pm 0.029$	43	$16.383 \pm 0.022$	51
2	191.25798	57.15121	$16.184 \pm 0.035$	$15.773 \pm 0.031$	$16.186 \pm 0.021$	49	$15.781 \pm 0.023$	57
4	191.22685	57.15156	$15.837 \pm 0.034$	$15.462 \pm 0.029$	$15.840 \pm 0.023$	49	$15.459 \pm 0.017$	57
5	191.23555	57.13461	$15.190 \pm 0.031$	$14.790 \pm 0.029$	$15.146 \pm 0.018$	49	$14.761 \pm 0.016$	56
7	191.37149	57.15773	$16.593 \pm 0.039$	$16.227 \pm 0.029$	$16.559 \pm 0.026$	42	$16.192 \pm 0.033$	50
8	191.17292	57.21066	$15.869 \pm 0.044$	$14.974 \pm 0.071$	$15.857 \pm 0.066$	42	$14.935 \pm 0.060$	47
1312+240								
2(A)	198.60172	23.80390	$16.979 \pm 0.028$	$16.556 \pm 0.031$	$16.940 \pm 0.034$	25	$16.520 \pm 0.026$	26
3(B)	198.62653	23.83596	$15.913 \pm 0.038$	$15.073 \pm 0.060$	$15.928 \pm 0.013$	27	$15.082 \pm 0.007$	28
5	198.77258	23.74321	$16.489 \pm 0.037$	$15.874 \pm 0.044$	$16.477 \pm 0.036$	16	$15.855 \pm 0.024$	14
1345+735								
5(A)	206.63063	73.38243	$16.501 \pm 0.013$	$16.075 \pm 0.017$	$16.489 \pm 0.063$	43	$16.077 \pm 0.024$	48
7(B)	206.51299	73.30913	$16.870 \pm 0.013$	$16.525 \pm 0.016$	$16.855 \pm 0.025$	37	$16.519 \pm 0.018$	43
4	206.36295	73.29963	$16.000 \pm 0.012$	$15.684 \pm 0.016$	$15.971 \pm 0.043$	37	$15.661 \pm 0.038$	41
6 <sup>R</sup>	206.41996	73.31212	$16.783 \pm 0.013$	$15.851 \pm 0.016$	$16.826 \pm 0.061$	37	$15.766 \pm 0.049$	43
8	206.60680	73.32302	$18.266 \pm 0.015$	$17.889 \pm 0.020$	$18.293 \pm 0.116$	37	$17.890 \pm 0.054$	42
9	206.60059	73.36152	$18.060 \pm 0.015$	$17.805 \pm 0.020$	$18.073 \pm 0.086$	37	$17.806 \pm 0.066$	42
1429+249								
2(A)	217.90576	24.71909	$16.336 \pm 0.034$	$15.778 \pm 0.039$	$16.340 \pm 0.028$	43	$15.786 \pm 0.031$	47
6(B)	217.83619	24.75416	$17.459 \pm 0.032$	$17.019 \pm 0.033$	$17.452 \pm 0.043$	36	$16.995 \pm 0.033$	40
3	217.74829	24.64108	$16.622 \pm 0.033$	$16.102 \pm 0.039$	$16.586 \pm 0.038$	29	$16.053 \pm 0.054$	29
4	217.73247	24.70287	$17.391 \pm 0.028$	$17.042 \pm 0.032$	$17.373 \pm 0.065$	20	$16.988 \pm 0.057$	21
5	217.76278	24.74408	$16.377 \pm 0.032$	$15.999 \pm 0.030$	$16.344 \pm 0.039$	32	$15.973 \pm 0.047$	32
8	217.93664	24.73984	$16.753 \pm 0.031$	$16.378 \pm 0.031$	$16.711 \pm 0.032$	29	$16.338 \pm 0.038$	29

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	IERS назив објекта					
			$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
1518+162								
2(A) <sup>R</sup>	230.17245	16.03266	17.399 ± 0.024	17.040 ± 0.028	17.432 ± 0.037	42	17.107 ± 0.027	44
3(B) <sup>R</sup>	230.18082	16.02083	16.973 ± 0.026	16.569 ± 0.026	16.949 ± 0.023	42	16.522 ± 0.018	44
4	230.15582	15.99654	15.574 ± 0.024	15.218 ± 0.028	15.575 ± 0.017	26	15.232 ± 0.036	44
5	230.13804	15.98346	17.823 ± 0.024	17.512 ± 0.033	17.782 ± 0.072	41	17.485 ± 0.062	44
6	230.11143	15.98295	16.862 ± 0.026	16.405 ± 0.036	16.821 ± 0.042	35	16.382 ± 0.036	39
7	230.11068	15.97000	17.233 ± 0.027	16.732 ± 0.041	17.224 ± 0.055	32	16.722 ± 0.041	35
8	230.09287	16.00280	16.787 ± 0.024	16.453 ± 0.032	16.740 ± 0.041	33	16.414 ± 0.041	37
9	230.09562	16.00882	16.184 ± 0.025	15.748 ± 0.036	16.143 ± 0.028	35	15.721 ± 0.037	38
11	230.14820	16.06075	17.475 ± 0.024	17.136 ± 0.032	17.468 ± 0.051	35	17.139 ± 0.049	39
12	230.17634	16.05483	17.432 ± 0.026	16.964 ± 0.032	17.439 ± 0.064	36	16.996 ± 0.034	39
1535+231								
2(A)	234.31491	23.01831	17.200 ± 0.031	16.658 ± 0.038	17.229 ± 0.031	43	16.688 ± 0.034	44
4(B)	234.25178	23.01917	16.232 ± 0.024	15.867 ± 0.029	16.225 ± 0.012	43	15.850 ± 0.019	44
3	234.30004	23.02486	15.983 ± 0.030	15.633 ± 0.031	16.002 ± 0.022	43	15.646 ± 0.028	44
7	234.29312	22.96096	16.470 ± 0.027	15.973 ± 0.036	16.451 ± 0.026	12	15.961 ± 0.019	30
8	234.35917	23.01592	15.860 ± 0.035	15.149 ± 0.050	15.841 ± 0.024	20	15.151 ± 0.026	38
1556+335								
2(A)	239.71950	33.39110	17.336 ± 0.030	16.850 ± 0.038	17.354 ± 0.032	41	16.883 ± 0.034	50
3(B)	239.69035	33.40959	16.381 ± 0.027	16.095 ± 0.030	16.369 ± 0.024	41	16.074 ± 0.021	50
4	239.75080	33.44101	16.440 ± 0.029	16.014 ± 0.037	16.429 ± 0.016	22	16.008 ± 0.020	23
5	239.76798	33.38778	16.271 ± 0.030	15.916 ± 0.031	16.284 ± 0.024	41	15.931 ± 0.022	50
6	239.74562	33.39003	16.198 ± 0.030	15.825 ± 0.031	16.224 ± 0.023	19	15.876 ± 0.021	27
7	239.74317	33.37370	15.552 ± 0.030	15.188 ± 0.031	15.568 ± 0.023	19	15.223 ± 0.017	27
8	239.73398	33.37219	15.743 ± 0.040	14.897 ± 0.064	15.763 ± 0.032	19	14.966 ± 0.016	27
1603+699								
4(A)	240.89544	69.73942	15.863 ± 0.013	15.424 ± 0.016	15.857 ± 0.007	32	15.426 ± 0.008	39
7(B)	240.88146	69.78921	15.995 ± 0.012	15.631 ± 0.016	15.977 ± 0.056	39	15.611 ± 0.045	46
2	240.83480	69.75239	14.849 ± 0.012	14.454 ± 0.015	14.828 ± 0.049	40	14.444 ± 0.043	46
3	240.83018	69.74325	17.261 ± 0.014	16.490 ± 0.020	17.277 ± 0.055	32	16.528 ± 0.024	38
5	240.95275	69.73659	16.637 ± 0.013	16.207 ± 0.016	16.630 ± 0.027	32	16.189 ± 0.025	39
6	240.96298	69.75316	15.601 ± 0.012	15.021 ± 0.015	15.601 ± 0.032	32	15.026 ± 0.026	39
8	240.97777	69.78820	16.947 ± 0.013	16.285 ± 0.016	16.970 ± 0.050	32	16.292 ± 0.038	39
9	240.96078	69.79673	15.387 ± 0.014	15.045 ± 0.018	15.341 ± 0.073	39	14.991 ± 0.064	46
10	240.89521	69.79725	16.914 ± 0.013	16.438 ± 0.016	16.927 ± 0.030	32	16.436 ± 0.016	39
11	240.66039	69.75026	14.980 ± 0.013	14.490 ± 0.017	14.944 ± 0.045	39	14.468 ± 0.038	46
1607+604								
2(A)	242.02882	60.28951	17.068 ± 0.027	16.619 ± 0.031	17.069 ± 0.027	44	16.616 ± 0.031	48
3(B)	242.02526	60.31162	16.864 ± 0.025	16.423 ± 0.032	16.876 ± 0.018	44	16.441 ± 0.025	48
4	241.97352	60.35552	15.195 ± 0.025	14.781 ± 0.031	15.164 ± 0.042	39	14.729 ± 0.041	42
5	242.09638	60.34816	15.630 ± 0.031	14.965 ± 0.044	15.620 ± 0.046	44	14.938 ± 0.036	48
7	242.16854	60.37746	16.856 ± 0.024	16.467 ± 0.031	16.839 ± 0.043	26	16.424 ± 0.061	27
1612+378								
4(A)	243.68317	37.76964	17.007 ± 0.032	16.489 ± 0.041	17.018 ± 0.033	32	16.515 ± 0.022	36
2(B)	243.67568	37.74841	15.529 ± 0.028	15.225 ± 0.033	15.530 ± 0.014	38	15.223 ± 0.018	42
3	243.68553	37.73414	15.096 ± 0.029	14.739 ± 0.034	15.082 ± 0.012	38	14.722 ± 0.022	42
5	243.75125	37.72934	16.433 ± 0.029	16.070 ± 0.034	16.407 ± 0.039	38	16.024 ± 0.048	42
8	243.63855	37.79195	15.039 ± 0.030	14.627 ± 0.035	15.032 ± 0.031	32	14.609 ± 0.038	36

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

Бр. звезде	IERS назив објекта							
	$\alpha_{J2000.0} (^{\circ})$	$\delta_{J2000.0} (^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C} (\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C} (\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O} (\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O} (\text{mag})$	$N_{R_O}$
1618+530								
2(A)	244.94285	52.91857	$16.164 \pm 0.031$	$15.726 \pm 0.033$	$16.166 \pm 0.017$	35	$15.727 \pm 0.021$	40
4(B)	244.86071	52.95302	$16.965 \pm 0.031$	$16.567 \pm 0.033$	$16.966 \pm 0.035$	35	$16.564 \pm 0.035$	40
3	244.86789	52.92612	$15.771 \pm 0.038$	$15.043 \pm 0.046$	$15.792 \pm 0.049$	35	$15.057 \pm 0.028$	40
5	244.83486	52.95484	$15.069 \pm 0.031$	$14.674 \pm 0.033$	$15.051 \pm 0.028$	30	$14.648 \pm 0.029$	35
6	244.95290	52.97211	$15.647 \pm 0.027$	$15.167 \pm 0.033$	$15.641 \pm 0.025$	35	$15.146 \pm 0.030$	40
7	244.98990	52.97033	$16.422 \pm 0.026$	$15.987 \pm 0.032$	$16.401 \pm 0.030$	30	$15.961 \pm 0.031$	35
8	245.04496	52.88340	$14.906 \pm 0.030$	$14.527 \pm 0.030$	$14.879 \pm 0.042$	16	$14.487 \pm 0.055$	19
1722+119								
2(A)	261.30458	11.86519	$14.823 \pm 0.008$	$14.691 \pm 0.012$	$14.822 \pm 0.011$	36	$14.686 \pm 0.005$	40
C4(B)	261.28958	11.85344	$15.665 \pm 0.009$	$15.164 \pm 0.013$	$15.667 \pm 0.024$	43	$15.167 \pm 0.021$	47
C2	261.27167	11.86997	$13.173 \pm 0.005$	$12.570 \pm 0.006$	$13.201 \pm 0.034$	40	$12.622 \pm 0.025$	40
C3	261.24375	11.86636	$14.078 \pm 0.012$	$13.600 \pm 0.008$	$14.095 \pm 0.025$	43	$13.628 \pm 0.024$	42
1	261.31208	11.89125	$13.445 \pm 0.009$	$12.848 \pm 0.010$	$13.466 \pm 0.037$	34	$12.873 \pm 0.027$	34
5	261.25667	11.91311	$15.873 \pm 0.010$	$15.385 \pm 0.016$	$15.880 \pm 0.047$	36	$15.387 \pm 0.027$	40
9	261.23333	11.87083	$15.809 \pm 0.008$	$15.332 \pm 0.014$	$15.815 \pm 0.027$	36	$15.346 \pm 0.020$	40
10	261.23875	11.87083	$16.142 \pm 0.011$	$15.699 \pm 0.019$	$16.144 \pm 0.023$	36	$15.716 \pm 0.021$	39
1730+604								
3(A)	262.64027	60.41334	$17.010 \pm 0.029$	$16.663 \pm 0.030$	$17.004 \pm 0.018$	35	$16.643 \pm 0.017$	43
2(B)	262.68380	60.39936	$15.891 \pm 0.029$	$15.515 \pm 0.031$	$15.906 \pm 0.030$	44	$15.535 \pm 0.037$	53
4	262.67229	60.35997	$16.230 \pm 0.041$	$15.244 \pm 0.092$	$16.238 \pm 0.056$	28	$15.276 \pm 0.057$	33
5	262.61201	60.48513	$15.977 \pm 0.031$	$15.405 \pm 0.036$	$15.968 \pm 0.065$	32	$15.375 \pm 0.051$	38
7	262.77694	60.45288	$15.177 \pm 0.029$	$14.832 \pm 0.029$	$15.180 \pm 0.028$	44	$14.815 \pm 0.026$	53
1741+597								
3(A)	265.57081	59.75387	$16.673 \pm 0.029$	$16.314 \pm 0.031$	$16.653 \pm 0.025$	55	$16.300 \pm 0.029$	62
4(B)	265.68412	59.76861	$16.376 \pm 0.034$	$15.795 \pm 0.037$	$16.387 \pm 0.026$	55	$15.800 \pm 0.025$	62
2	265.62329	59.75176	$15.565 \pm 0.029$	$15.204 \pm 0.032$	$15.581 \pm 0.034$	55	$15.237 \pm 0.038$	62
5	265.61457	59.79547	$16.154 \pm 0.031$	$15.704 \pm 0.033$	$16.163 \pm 0.030$	46	$15.725 \pm 0.019$	52
6	265.68282	59.71901	$16.126 \pm 0.038$	$15.684 \pm 0.043$	$16.102 \pm 0.030$	55	$15.655 \pm 0.029$	62
7	265.59766	59.71686	$16.633 \pm 0.039$	$16.124 \pm 0.046$	$16.609 \pm 0.026$	46	$16.076 \pm 0.021$	53
1753+338								
7(A)	268.80491	33.85198	$16.491 \pm 0.012$	$16.147 \pm 0.015$	$16.508 \pm 0.021$	11	$16.154 \pm 0.021$	40
8(B)	268.75586	33.84403	$16.379 \pm 0.012$	$15.816 \pm 0.015$	$16.364 \pm 0.018$	11	$15.812 \pm 0.015$	40
2	268.84829	33.84963	$15.518 \pm 0.012$	$14.968 \pm 0.015$	$15.502 \pm 0.046$	14	$14.942 \pm 0.071$	43
3	268.85710	33.85850	$15.265 \pm 0.013$	$14.829 \pm 0.016$	$15.247 \pm 0.039$	14	$14.838 \pm 0.058$	44
4	268.72798	33.86430	$14.439 \pm 0.012$	$13.962 \pm 0.016$	$14.419 \pm 0.039$	14	$13.938 \pm 0.043$	43
5	268.74781	33.81501	$15.538 \pm 0.012$	$15.169 \pm 0.015$	$15.523 \pm 0.033$	14	$15.134 \pm 0.033$	44
6	268.78205	33.85205	$15.277 \pm 0.012$	$14.828 \pm 0.016$	$15.281 \pm 0.016$	11	$14.825 \pm 0.022$	39
9	268.77556	33.82467	$16.802 \pm 0.013$	$16.349 \pm 0.017$	$16.808 \pm 0.032$	11	$16.357 \pm 0.031$	40
1759+756								
3(A)	269.38088	75.66753	$15.980 \pm 0.012$	$15.652 \pm 0.016$	$15.978 \pm 0.018$	51	$15.641 \pm 0.015$	59
6(B)	269.36771	75.64566	$16.777 \pm 0.013$	$16.147 \pm 0.018$	$16.791 \pm 0.028$	45	$16.159 \pm 0.023$	53
2	269.45969	75.62912	$15.451 \pm 0.013$	$14.996 \pm 0.016$	$15.435 \pm 0.025$	51	$14.976 \pm 0.029$	59
4	269.55974	75.70786	$16.048 \pm 0.012$	$15.729 \pm 0.016$	$16.015 \pm 0.035$	43	$15.674 \pm 0.047$	51
5	269.17965	75.66109	$15.538 \pm 0.013$	$15.015 \pm 0.016$	$15.512 \pm 0.032$	51	$14.982 \pm 0.041$	58
7	269.32329	75.64371	$17.352 \pm 0.013$	$16.987 \pm 0.016$	$17.345 \pm 0.040$	45	$16.979 \pm 0.042$	53
1810+522								
3(A)	272.99551	52.23185	$16.549 \pm 0.013$	$16.172 \pm 0.016$	$16.535 \pm 0.015$	26	$16.165 \pm 0.009$	40
4(B)	272.98395	52.22462	$16.724 \pm 0.013$	$16.135 \pm 0.016$	$16.741 \pm 0.018$	26	$16.142 \pm 0.009$	40
2	272.99010	52.24787	$14.787 \pm 0.013$	$13.892 \pm 0.016$	$14.794 \pm 0.053$	33	$13.877 \pm 0.038$	43

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

IERS назив објекта								
Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
1810+522 - наставак								
5	272.93213	52.23812	$17.140 \pm 0.012$	$16.711 \pm 0.016$	$17.131 \pm 0.032$	26	$16.695 \pm 0.041$	35
6 <sup>R</sup>	272.88811	52.22457	$15.201 \pm 0.012$	$14.870 \pm 0.016$	$15.169 \pm 0.025$	33	$14.796 \pm 0.049$	41
7	272.91417	52.26196	$15.204 \pm 0.013$	$14.873 \pm 0.016$	$15.183 \pm 0.021$	32	$14.817 \pm 0.046$	41
10	273.04990	52.27158	$16.990 \pm 0.014$	$16.488 \pm 0.018$	$16.982 \pm 0.038$	25	$16.466 \pm 0.055$	35
11 <sup>R</sup>	273.03987	52.24671	$17.910 \pm 0.015$	$17.049 \pm 0.020$	$17.963 \pm 0.091$	26	$16.877 \pm 0.096$	35
12	273.04363	52.20717	$16.740 \pm 0.013$	$16.333 \pm 0.017$	$16.733 \pm 0.019$	26	$16.290 \pm 0.047$	35
13 <sup>V</sup>	272.99104	52.18897	$13.922 \pm 0.012$	$13.541 \pm 0.016$	$13.880 \pm 0.016$	21	$13.474 \pm 0.053$	31
1811+317								
6(A)	273.40038	31.76341	$16.563 \pm 0.013$	$16.105 \pm 0.016$	$16.555 \pm 0.019$	36	$16.087 \pm 0.011$	42
7(B)	273.37749	31.75194	$17.078 \pm 0.013$	$16.412 \pm 0.017$	$17.091 \pm 0.031$	36	$16.437 \pm 0.015$	42
2	273.38581	31.71080	$14.283 \pm 0.012$	$13.896 \pm 0.015$	$14.249 \pm 0.036$	42	$13.860 \pm 0.024$	43
3 <sup>R</sup>	273.37239	31.71846	$14.094 \pm 0.012$	$13.745 \pm 0.015$	$14.054 \pm 0.041$	42	$13.699 \pm 0.025$	41
4	273.43881	31.72392	$15.432 \pm 0.012$	$15.057 \pm 0.016$	$15.397 \pm 0.035$	42	$15.020 \pm 0.025$	48
5 <sup>VR</sup>	273.39504	31.78834	$14.184 \pm 0.012$	$13.715 \pm 0.016$	$14.130 \pm 0.032$	36	$13.650 \pm 0.026$	39
8	273.40638	31.72400	$17.130 \pm 0.013$	$16.543 \pm 0.017$	$17.147 \pm 0.039$	36	$16.551 \pm 0.029$	42
1818+551								
4(A)	274.78955	55.20768	$15.363 \pm 0.012$	$15.000 \pm 0.016$	$15.351 \pm 0.033$	41	$14.988 \pm 0.031$	53
6(B)	274.77802	55.16830	$15.696 \pm 0.012$	$15.312 \pm 0.016$	$15.694 \pm 0.012$	34	$15.314 \pm 0.012$	46
2	274.81068	55.18311	$14.010 \pm 0.015$	$13.580 \pm 0.019$	$13.989 \pm 0.032$	41	$13.564 \pm 0.034$	48
3	274.75842	55.20956	$15.055 \pm 0.012$	$14.695 \pm 0.016$	$15.038 \pm 0.031$	41	$14.680 \pm 0.029$	53
5	274.82918	55.14846	$15.257 \pm 0.015$	$14.720 \pm 0.020$	$15.279 \pm 0.083$	39	$14.768 \pm 0.084$	51
7	274.71738	55.20111	$14.945 \pm 0.012$	$14.551 \pm 0.015$	$14.937 \pm 0.021$	34	$14.530 \pm 0.030$	46
1838+575								
2(A)	279.77304	57.59894	$16.233 \pm 0.014$	$15.819 \pm 0.019$	$16.243 \pm 0.016$	22	$15.819 \pm 0.017$	31
3(B)	279.70581	57.58090	$16.054 \pm 0.013$	$15.688 \pm 0.016$	$16.077 \pm 0.055$	30	$15.707 \pm 0.041$	39
4	279.66282	57.57201	$15.498 \pm 0.013$	$14.982 \pm 0.016$	$15.493 \pm 0.060$	30	$14.973 \pm 0.053$	39
5	279.69126	57.63068	$14.587 \pm 0.013$	$14.139 \pm 0.016$	$14.590 \pm 0.055$	30	$14.135 \pm 0.043$	37
6	279.77567	57.59276	$16.442 \pm 0.013$	$16.020 \pm 0.016$	$16.436 \pm 0.020$	22	$16.050 \pm 0.017$	31
7	279.72686	57.56484	$16.852 \pm 0.013$	$16.460 \pm 0.017$	$16.848 \pm 0.017$	22	$16.461 \pm 0.021$	31
2052+239								
Упоришне звезде								
2	313.62612	24.13552	$16.386 \pm 0.022$	$15.870 \pm 0.034$	$16.388 \pm 0.005$	6	$15.890 \pm 0.012$	16
3	313.59770	24.13912	$16.171 \pm 0.020$	$15.738 \pm 0.032$	$16.181 \pm 0.011$	6	$15.727 \pm 0.008$	16
4	313.59459	24.11831	$16.577 \pm 0.021$	$16.090 \pm 0.034$	$16.567 \pm 0.005$	6	$16.084 \pm 0.006$	16
5	313.60775	24.10396	$16.853 \pm 0.020$	$16.426 \pm 0.034$	$16.844 \pm 0.017$	6	$16.422 \pm 0.018$	16
Контролне звезде								
6	313.65263	24.09828	$15.544 \pm 0.020$	$15.094 \pm 0.032$	$15.551 \pm 0.013$	6	$15.107 \pm 0.044$	16
7	313.68453	24.10417	$15.965 \pm 0.023$	$15.417 \pm 0.036$	$15.965 \pm 0.019$	6	$15.415 \pm 0.036$	16
8	313.68364	24.12051	$16.143 \pm 0.021$	$15.678 \pm 0.033$	$16.145 \pm 0.013$	6	$15.666 \pm 0.033$	16
2111+801								
17(A)	317.24280	80.32883	$15.505 \pm 0.012$	$14.993 \pm 0.015$	$15.515 \pm 0.013$	14	$15.010 \pm 0.009$	23
20(B)	317.35981	80.30905	$15.304 \pm 0.014$	$14.757 \pm 0.017$	$15.296 \pm 0.010$	15	$14.744 \pm 0.007$	23
6	316.97171	80.35057	$15.383 \pm 0.012$	$14.949 \pm 0.016$	$15.418 \pm 0.058$	18	$14.944 \pm 0.039$	30
15	317.36052	80.35374	$17.081 \pm 0.013$	$16.647 \pm 0.017$	$17.120 \pm 0.049$	15	$16.703 \pm 0.043$	23
16 <sup>VR</sup>	317.30337	80.34054	$16.306 \pm 0.013$	$15.677 \pm 0.016$	$16.355 \pm 0.034$	15	$15.749 \pm 0.036$	23
18 <sup>VR</sup>	317.65263	80.37255	$15.486 \pm 0.012$	$14.971 \pm 0.015$	$15.406 \pm 0.023$	14	$14.834 \pm 0.028$	22
19	317.43097	80.31655	$14.701 \pm 0.013$	$14.130 \pm 0.016$	$14.701 \pm 0.010$	15	$14.130 \pm 0.009$	23

Наставак на следећој страни

Табела Б.1 – наставак табеле са претходне стране

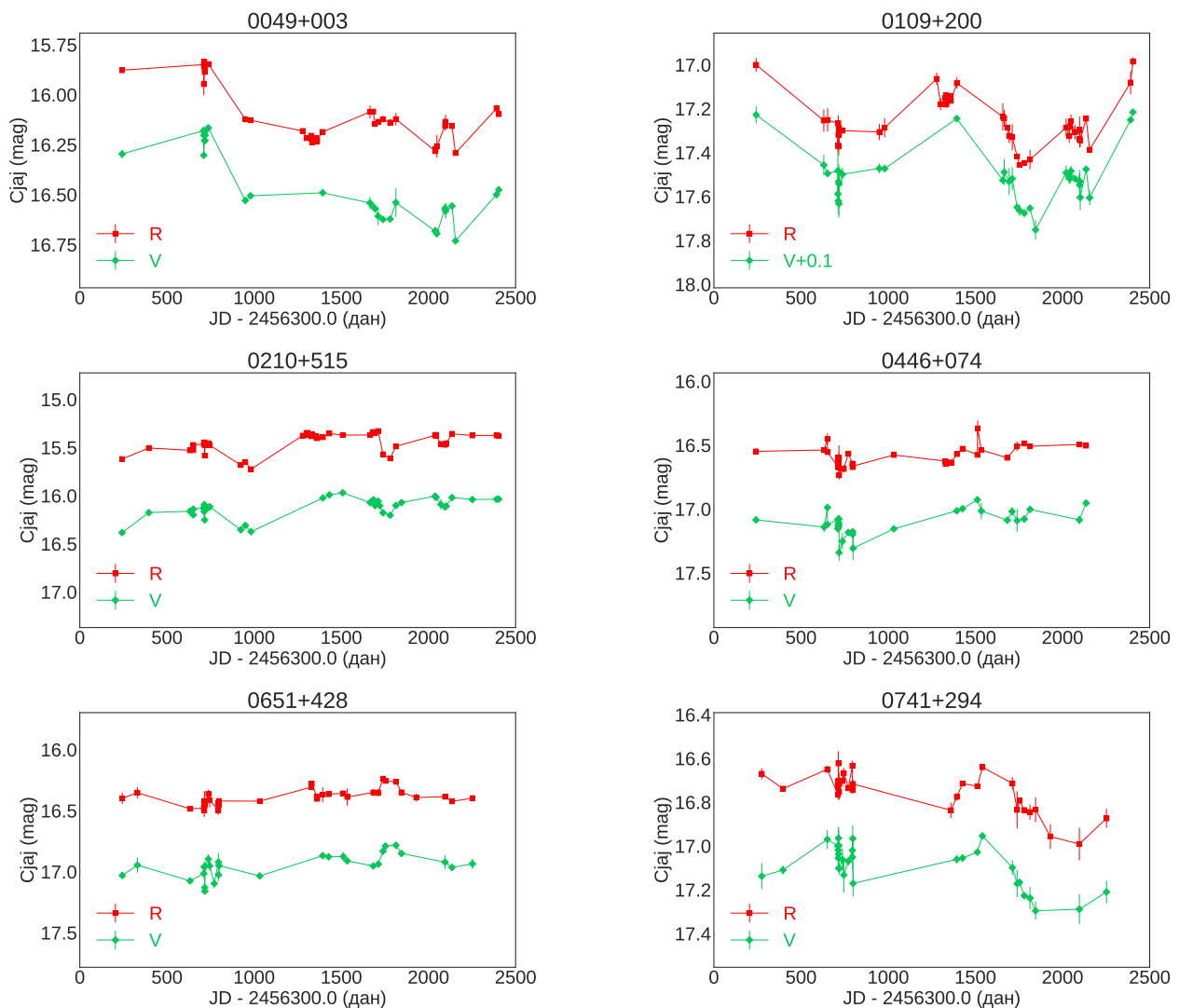
Бр. звезде	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$ $\delta_{J2000.0}(^{\circ})$		IERS назив објекта					
			$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$
2128+333								
Упоршне звезде								
18	322.61787	33.55025	$15.858 \pm 0.012$	$15.370 \pm 0.016$	$15.852 \pm 0.005$	2	$15.379 \pm 0.034$	7
19	322.58559	33.52946	$15.134 \pm 0.012$	$14.715 \pm 0.016$	$15.128 \pm 0.005$	2	$14.728 \pm 0.026$	7
21	322.61624	33.51155	$15.810 \pm 0.012$	$15.275 \pm 0.015$	$15.811 \pm 0.005$	2	$15.253 \pm 0.013$	7
22	322.58834	33.56031	$15.963 \pm 0.012$	$15.327 \pm 0.016$	$15.983 \pm 0.005$	2	$15.321 \pm 0.017$	7
Контролна звезда								
8	322.59153	33.58559	$14.676 \pm 0.014$	$14.286 \pm 0.017$	$14.691 \pm 0.030$	2	$14.342 \pm 0.064$	7
2247+381								
15(A)	342.48613	38.40138	$16.570 \pm 0.013$	$16.082 \pm 0.016$	$16.578 \pm 0.022$	31	$16.084 \pm 0.016$	45
16(B)	342.48874	38.41255	$15.894 \pm 0.012$	$15.465 \pm 0.016$	$15.890 \pm 0.011$	31	$15.464 \pm 0.009$	45
2	342.51114	38.42829	$14.440 \pm 0.014$	$14.014 \pm 0.017$	$14.434 \pm 0.026$	40	$13.996 \pm 0.032$	51
3 <sup>VR</sup>	342.48893	38.43238	$16.633 \pm 0.013$	$16.143 \pm 0.016$	$16.575 \pm 0.030$	31	$16.081 \pm 0.024$	45
5	342.53852	38.45705	$17.171 \pm 0.013$	$16.683 \pm 0.017$	$17.129 \pm 0.052$	29	$16.642 \pm 0.044$	44
8	342.56738	38.43950	$15.792 \pm 0.013$	$15.186 \pm 0.017$	$15.784 \pm 0.033$	31	$15.156 \pm 0.032$	45
9	342.57134	38.40087	$16.721 \pm 0.013$	$16.230 \pm 0.016$	$16.707 \pm 0.038$	31	$16.204 \pm 0.037$	45
11	342.52960	38.36928	$15.490 \pm 0.013$	$14.835 \pm 0.016$	$15.460 \pm 0.034$	31	$14.832 \pm 0.035$	44
12	342.51408	38.38896	$13.841 \pm 0.013$	$13.460 \pm 0.016$	$13.837 \pm 0.023$	30	$13.463 \pm 0.038$	40
13	342.50117	38.39086	$17.035 \pm 0.013$	$16.378 \pm 0.016$	$17.031 \pm 0.039$	30	$16.386 \pm 0.022$	44
14	342.49370	38.37465	$15.506 \pm 0.012$	$14.691 \pm 0.015$	$15.491 \pm 0.046$	31	$14.694 \pm 0.039$	45
17	342.46934	38.38594	$16.055 \pm 0.013$	$15.167 \pm 0.017$	$16.031 \pm 0.062$	31	$15.138 \pm 0.051$	45
2316+238								
6(A)	349.68498	24.06175	$16.450 \pm 0.030$	$16.011 \pm 0.035$	$16.446 \pm 0.012$	11	$15.997 \pm 0.018$	30
5(B)	349.61583	24.07078	$16.073 \pm 0.029$	$15.660 \pm 0.037$	$16.081 \pm 0.014$	16	$15.670 \pm 0.018$	37
2	349.67627	24.07820	$15.171 \pm 0.031$	$14.687 \pm 0.037$	$15.186 \pm 0.010$	16	$14.703 \pm 0.034$	36
3	349.64386	24.06999	$15.815 \pm 0.035$	$15.170 \pm 0.045$	$15.849 \pm 0.027$	16	$15.215 \pm 0.028$	37
4	349.62352	24.05827	$16.151 \pm 0.036$	$15.476 \pm 0.046$	$16.163 \pm 0.021$	16	$15.500 \pm 0.015$	37
2322+396								
3(A)	351.34247	39.98184	$15.679 \pm 0.013$	$15.136 \pm 0.017$	$15.710 \pm 0.047$	15	$15.145 \pm 0.035$	32
2 <sup>R</sup>	351.31486	39.96217	$15.169 \pm 0.012$	$14.589 \pm 0.016$	$15.198 \pm 0.036$	15	$14.639 \pm 0.031$	30
4	351.37372	39.95075	$15.993 \pm 0.012$	$15.597 \pm 0.015$	$16.009 \pm 0.057$	15	$15.568 \pm 0.060$	32
5	351.27682	39.95384	$14.075 \pm 0.012$	$13.520 \pm 0.015$	$14.075 \pm 0.043$	15	$13.516 \pm 0.036$	25

Напомена: Звезде које поред својих бројева имају ознаке  $V$ ,  $R$  или  $VR$  имају незнатно већу разлику између израчунате и добијене вредности од грешака, редом у  $V$ ,  $R$  или у оба филтра.

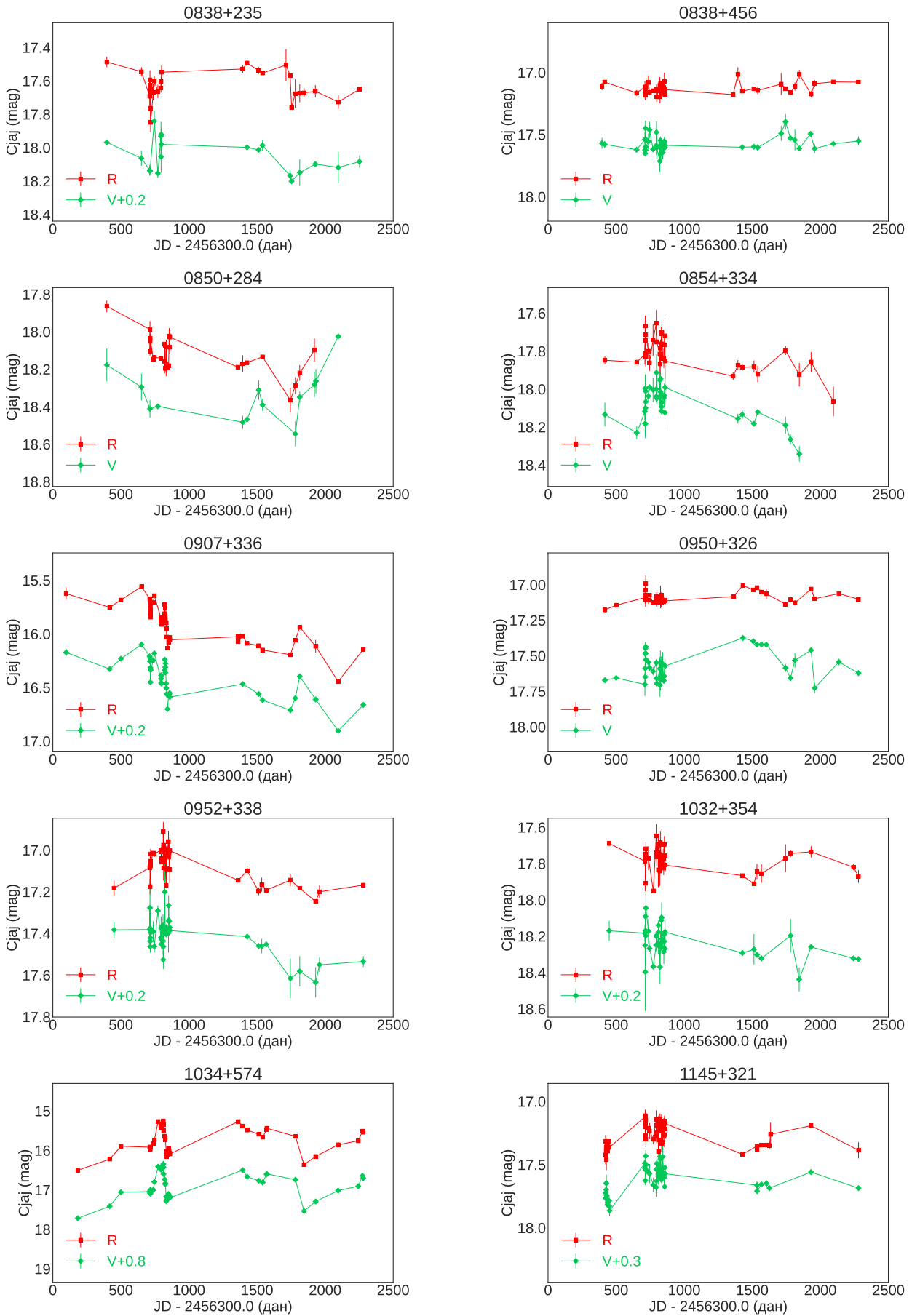
# Додатак В

## Криве сјаја објеката у $V$ и $R$ филтру

### В.1 Графици

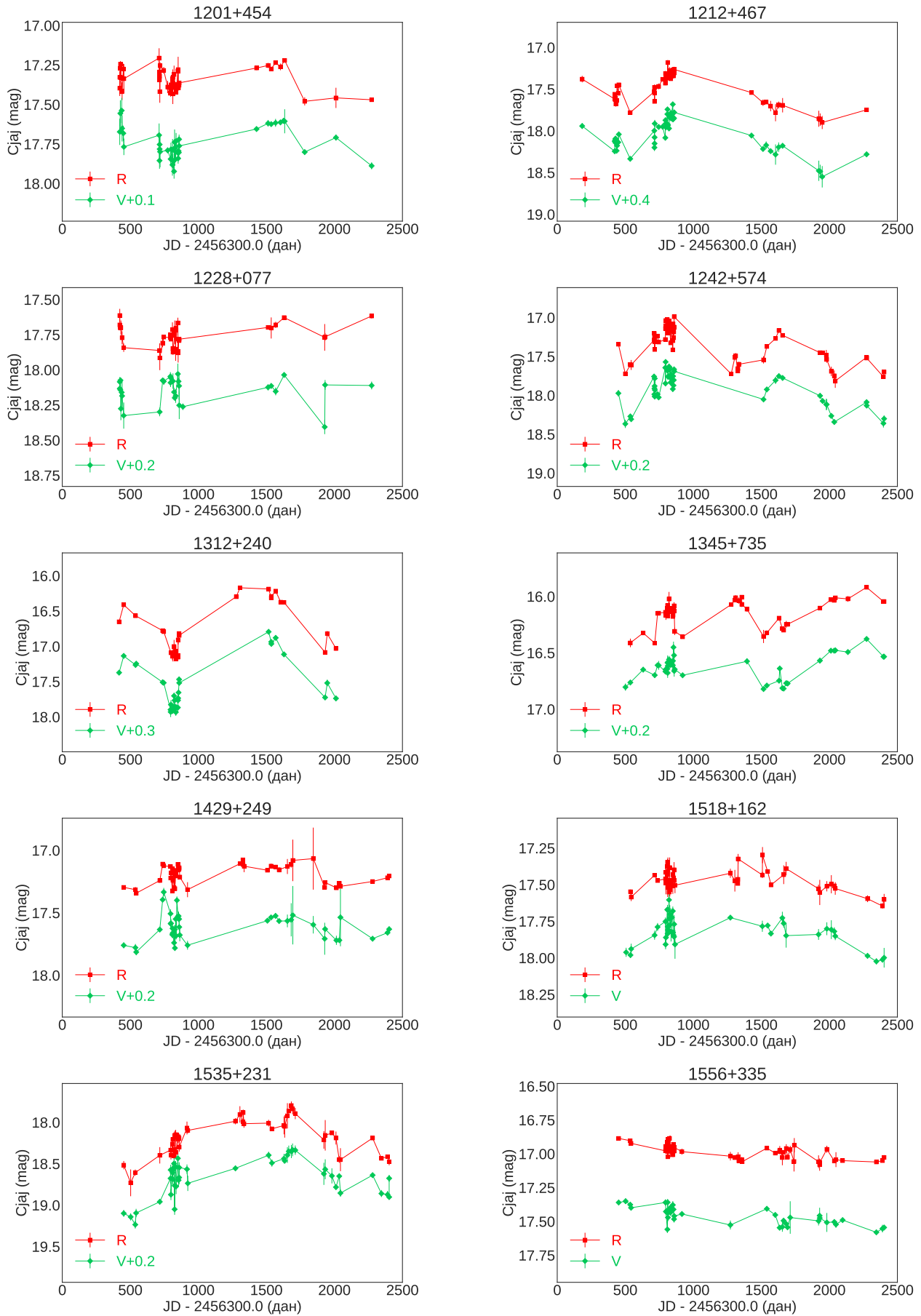


Слика В.1-1: Криве сјаја објеката 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294.

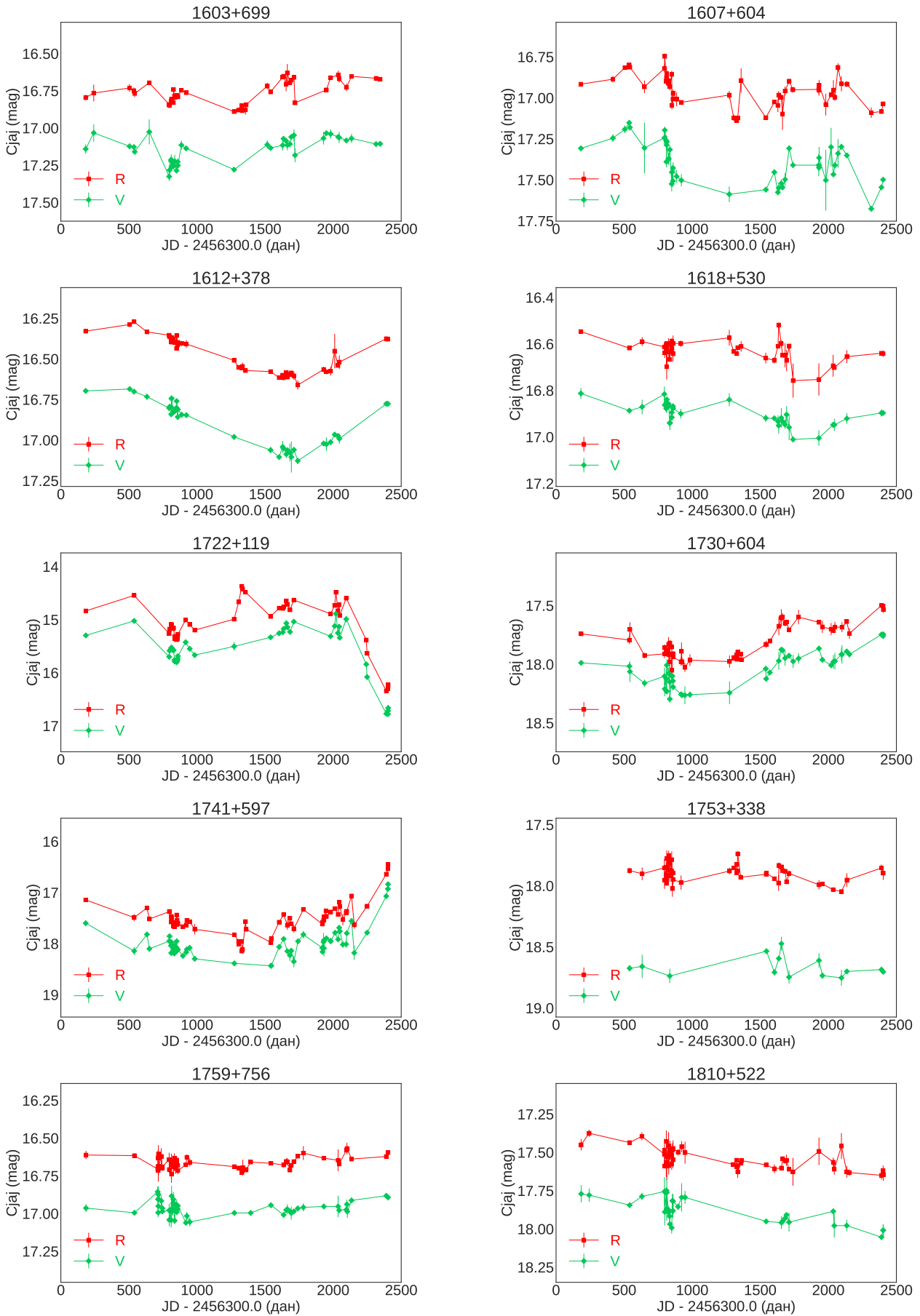


Слика В.1-2: Криве сјаја објеката 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321.

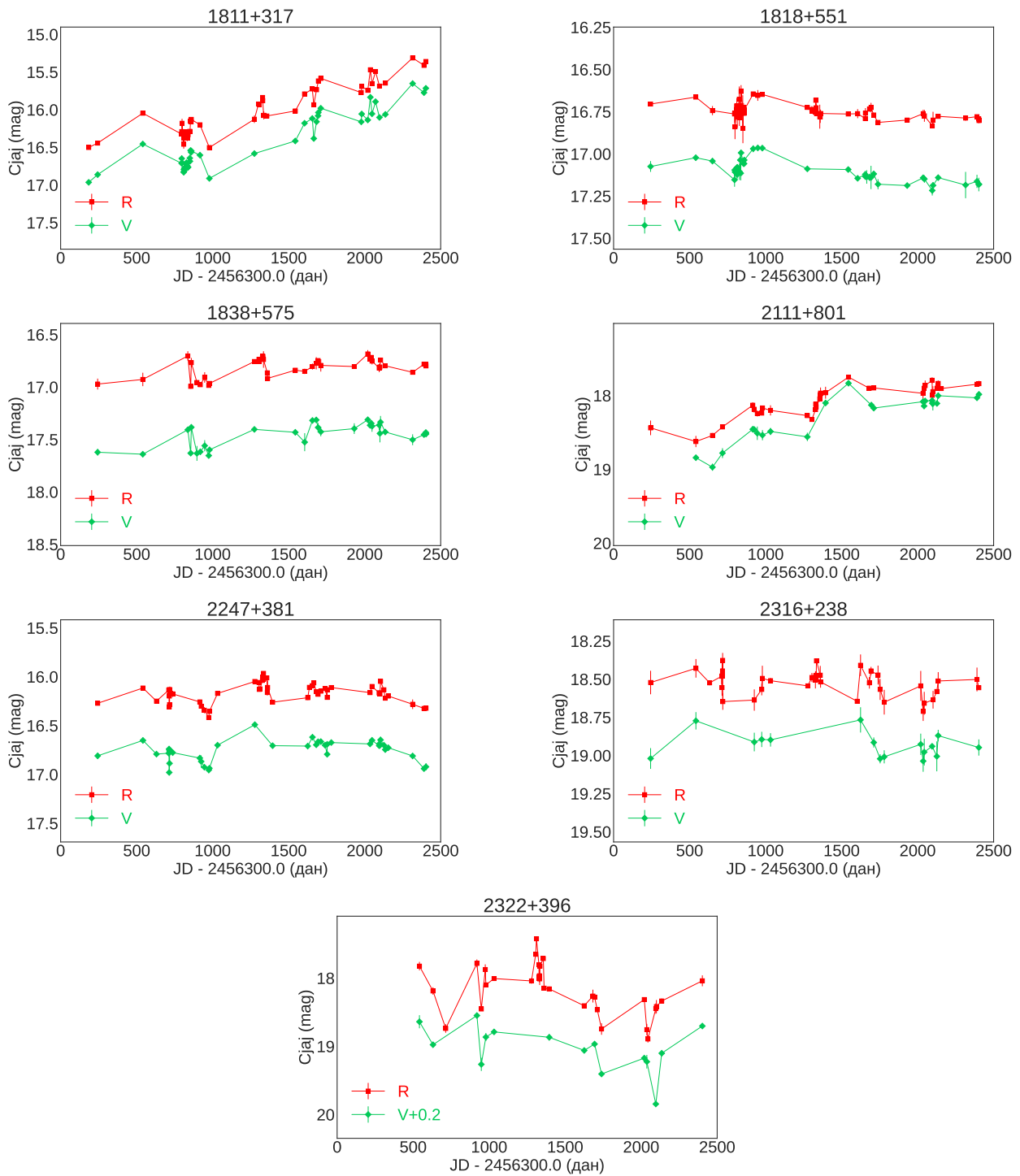




Слика В.1-3: Криве сјаја објеката 1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335.



Слика В.1-4: Криве сјаја објеката 1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522.



Слика В.1-5: Криве сјаја објеката 1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.

## **В.2 Табеле**

Табела В.2-1: Вредности за криве сјаја објекта 0049+003 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456542.47938	16.296	0.021	2456542.49410	15.877	0.014
2457011.29414	16.179	0.012	2457011.29274	15.849	0.009
2457011.34970	16.303	0.005	2457011.34780	15.947	0.056
2457013.29528	16.204	0.012	2457013.29389	15.835	0.008
2457014.26738	16.201	0.012	2457014.26599	15.856	0.009
2457015.26781	16.188	0.012	2457015.26641	15.841	0.008
2457016.27165	16.230	0.013	2457016.27026	15.881	0.008
2457017.29669	16.229	0.013	2457017.29530	15.871	0.009
2457018.29113	16.203	0.012	2457018.28973	15.886	0.009
2457037.30247	16.166	0.012	2457037.30108	15.847	0.009
2457249.51422	16.529	0.016	2457249.51786	16.123	0.017
2457279.48091	16.506	0.010	2457279.48455	16.128	0.005
-	-	-	2457578.55550	16.182	0.013
-	-	-	2457600.55552	16.217	0.005
-	-	-	2457628.52728	16.205	0.007
-	-	-	2457629.59387	16.219	0.005
-	-	-	2457632.49812	16.239	0.014
-	-	-	2457634.58079	16.233	0.005
-	-	-	2457635.48036	16.233	0.016
-	-	-	2457656.43192	16.217	0.013
-	-	-	2457659.46973	16.235	0.005
-	-	-	2457661.54913	16.226	0.006
2457693.41928	16.491	0.011	2457693.42086	16.186	0.006
2457964.57145	16.542	0.030	2457964.57566	16.086	0.032
2457983.45042	16.561	0.009	2457983.45407	16.085	0.005
2457993.57630	16.570	0.006	2457993.57995	16.147	0.005
2458011.57745	16.608	0.045	2458011.58111	16.136	0.015
2458039.49880	16.624	0.005	2458039.50234	16.123	0.016
2458080.43491	16.622	0.007	2458080.43776	16.139	0.017
2458113.31780	16.540	0.071	2458113.32141	16.122	0.031
2458338.55909	16.682	0.018	2458338.56856	16.282	0.015
2458341.55399	16.682	0.012	2458341.56550	16.271	0.007
2458348.56926	16.695	0.017	2458348.57246	16.259	0.056
2458395.47351	16.568	0.005	2458395.47731	16.154	0.026
2458397.45329	16.573	0.031	2458397.45711	16.135	0.018
2458398.44263	16.582	0.039	2458398.44644	16.137	0.037
2458435.30394	16.557	0.009	2458435.30374	16.157	0.009
2458455.35551	16.731	0.005	2458455.35927	16.292	0.006
2458690.49702	16.500	0.014	2458690.49790	16.069	0.005
2458703.55661	16.476	0.005	2458703.55815	16.097	0.005

Табела В.2-2: Вредности за криве сјаја објекта 0109+200 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456542.57802	17.128	0.039	2456542.58276	17.000	0.031
2456930.62803	17.357	0.047	2456930.63167	17.254	0.051
2456952.47852	17.395	0.013	2456952.48744	17.251	0.053
2457011.36475	17.383	0.097	2457011.36614	17.267	0.005
2457011.37920	17.488	0.030	2457011.38297	17.369	0.027
2457013.36412	17.520	0.062	2457013.36551	17.267	0.037
2457014.37923	17.433	0.062	2457014.38062	17.320	0.035
2457016.37857	17.386	0.033	2457015.38025	17.370	0.005
2457017.29825	17.533	0.064	2457016.37996	17.372	0.042
2457018.29270	17.443	0.031	2457017.30002	17.312	0.016
-	-	-	2457018.29409	17.289	0.008
2457037.30399	17.399	0.031	2457037.30538	17.300	0.008
2457249.47756	17.372	0.023	2457249.48120	17.306	0.037
2457279.51595	17.373	0.009	2457279.51959	17.287	0.044
-	-	-	2457578.56670	17.064	0.028
-	-	-	2457600.56675	17.179	0.027
-	-	-	2457628.55202	17.151	0.014
-	-	-	2457629.60385	17.150	0.008
-	-	-	2457632.51326	17.138	0.010
-	-	-	2457633.55368	17.181	0.014
-	-	-	2457634.58953	17.153	0.006
-	-	-	2457635.48667	17.169	0.005
-	-	-	2457656.43834	17.143	0.013
-	-	-	2457659.47643	17.164	0.008
2457693.43351	17.145	0.014	2457693.43438	17.083	0.025
2457957.57558	17.426	0.015	2457957.57923	17.237	0.062
2457965.51907	17.389	0.059	2457965.52273	17.244	0.039
-	-	-	2457983.48147	17.287	0.011
2457993.59289	17.432	0.061	2457993.59654	17.323	0.033
2458011.59571	17.419	0.053	2458011.59936	17.330	0.059
2458039.51911	17.549	0.007	2458039.52266	17.418	0.006
2458053.57035	17.564	0.026	2458053.57320	17.456	0.005
2458080.45057	17.576	0.016	2458080.45342	17.447	0.005
2458113.33714	17.553	0.005	2458113.34075	17.432	0.044
2458145.25215	17.652	0.045	-	-	-
2458320.54506	17.392	0.033	2458320.54870	17.286	0.041
2458338.52802	17.408	0.033	2458338.53185	17.325	0.030
2458341.52778	17.420	0.024	2458341.53929	17.280	0.024
2458348.53927	17.384	0.025	2458348.54310	17.257	0.030
2458371.58021	17.419	0.014	2458371.58857	17.307	0.033
2458395.57533	17.428	0.025	2458395.57914	17.300	0.014
2458397.45732	17.432	0.053	2458397.46113	17.296	0.061
2458398.41726	17.448	0.053	2458398.42107	17.339	0.038
2458401.53310	17.504	0.058	2458401.53691	17.344	0.029
2458435.31852	17.376	0.005	2458435.31832	17.245	0.011
2458455.45886	17.506	0.034	2458455.46262	17.387	0.006
2458690.50198	17.151	0.005	2458690.50251	17.081	0.052
2458703.55120	17.116	0.013	2458703.55204	16.985	0.019

Табела В.2-3: Вредности за криве сјаја објекта 0210+515 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456542.55343	16.384	0.012	2456542.55817	15.620	0.015
2456696.23210	16.176	0.019	2456696.23883	15.505	0.009
2456931.62562	16.162	0.012	2456931.62927	15.529	0.007
2456951.45156	16.200	0.023	2456951.44817	15.527	0.023
2456951.56910	16.140	0.019	2456951.57287	15.474	0.006
2457011.36958	16.126	0.028	2457011.36818	15.463	0.005
2457013.36891	16.165	0.050	2457013.36751	15.467	0.005
2457014.38393	16.094	0.033	2457014.38254	15.460	0.010
2457015.38355	16.140	0.019	2457015.38215	15.446	0.008
2457016.38326	16.113	0.023	2457016.38187	15.458	0.012
2457016.40655	16.252	0.005	2457016.41032	15.584	0.007
2457017.30377	16.146	0.028	2457017.30231	15.475	0.007
2457018.29781	16.106	0.012	2457018.29634	15.465	0.006
2457037.30835	16.123	0.006	2457037.30696	15.456	0.014
2457045.42517	16.115	0.006	2457045.42378	15.476	0.014
2457223.56009	16.355	0.008	2457223.56374	15.682	0.007
2457249.44148	16.309	0.008	2457249.44512	15.650	0.014
2457282.48140	16.374	0.005	2457282.48505	15.725	0.005
-	-	-	2457578.57878	15.376	0.005
-	-	-	2457600.58332	15.351	0.005
-	-	-	2457605.56499	15.367	0.005
-	-	-	2457606.56104	15.347	0.005
-	-	-	2457628.57201	15.383	0.007
-	-	-	2457629.46960	15.375	0.005
-	-	-	2457632.52104	15.365	0.005
-	-	-	2457633.55873	15.369	0.005
-	-	-	2457635.49218	15.372	0.010
-	-	-	2457656.44338	15.381	0.010
-	-	-	2457659.48593	15.404	0.014
2457694.43792	16.024	0.020	2457694.43848	15.393	0.005
2457731.55388	15.992	0.025	2457731.55441	15.354	0.008
2457808.31146	15.970	0.007	2457808.31233	15.371	0.009
2457965.53851	16.072	0.022	2457965.54216	15.370	0.007
2457983.50061	16.043	0.005	2457983.50427	15.339	0.008
2457993.61719	16.103	0.007	2457993.62083	15.350	0.006
2458011.61355	16.058	0.030	2458011.61720	15.329	0.013
2458020.62516	16.105	0.015	-	-	-
2458039.55090	16.178	0.015	2458039.55376	15.571	0.008
2458080.46531	16.204	0.005	2458080.46817	15.612	0.005
2458113.35819	16.102	0.012	2458113.36181	15.488	0.020
2458145.28094	16.072	0.005	-	-	-
2458337.52688	16.006	0.006	2458337.53036	15.374	0.009
2458343.58653	16.017	0.032	2458343.57472	15.368	0.009
-	-	-	2458344.57116	15.377	0.018
2458371.55983	16.091	0.055	2458371.56329	15.464	0.005
2458395.49194	16.117	0.018	2458395.49541	15.472	0.011
2458401.55893	16.108	0.027	2458401.56275	15.456	0.007
2458435.31110	16.020	0.005	2458435.31192	15.358	0.010
2458552.29900	16.040	0.023	2458552.30069	15.375	0.006
2458690.50535	16.037	0.018	2458690.50588	15.374	0.006
2458703.54469	16.036	0.005	2458703.54637	15.379	0.005

Табела В.2-4: Вредности за криве сјаја објекта 0446+074 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456541.62875	17.085	0.028	2456541.62645	16.549	0.013
2456932.58200	17.141	0.040	2456932.58959	16.538	0.019
2456951.49740	16.988	0.016	2456951.49952	16.451	0.043
2456951.52748	17.121	0.019	2456951.53565	16.555	0.010
2457011.37190	17.082	0.033	2457011.37329	16.669	0.027
2457011.42071	17.155	0.026	2457011.42449	16.598	0.015
2457013.37125	17.128	0.008	2457013.37265	16.631	0.005
2457014.41725	17.139	0.022	2457014.41864	16.629	0.013
2457015.41724	17.108	0.012	2457015.41863	16.611	0.044
2457016.41727	17.125	0.033	2457016.41866	16.673	0.053
2457017.45677	17.078	0.033	2457017.45817	16.598	0.097
2457018.29978	17.341	0.063	2457018.30117	16.735	0.035
2457037.31077	17.252	0.063	2457037.31216	16.686	0.005
-	-	-	2457045.42865	16.685	0.029
-	-	-	2457071.34161	16.567	0.018
-	-	-	2457094.35016	16.644	0.018
2457095.34269	17.198	0.014	2457095.34408	16.669	0.005
2457096.33123	17.178	0.014	2457096.33262	16.672	0.006
2457098.32014	17.307	0.091	2457098.32153	16.664	0.006
2457332.49475	17.155	0.008	2457332.49839	16.577	0.019
-	-	-	2457628.58494	16.625	0.005
-	-	-	2457629.61212	16.648	0.005
-	-	-	2457630.58302	16.639	0.006
-	-	-	2457659.49898	16.637	0.013
-	-	-	2457661.59419	16.637	0.005
2457693.43938	17.014	0.021	2457693.44024	16.570	0.015
2457726.60175	16.997	0.018	2457726.60263	16.528	0.018
2457811.36015	16.927	0.019	2457811.36171	16.576	0.005
-	-	-	2457813.28868	16.369	0.062
2457834.28813	17.015	0.064	2457834.28899	16.538	0.005
2457982.60329	17.087	0.026	2457982.60694	16.599	0.005
2458010.60487	17.019	0.033	-	-	-
2458039.57466	17.091	0.088	2458039.57751	16.509	0.037
2458080.48104	17.078	0.011	2458080.48390	16.486	0.005
2458113.37735	17.003	0.008	2458113.38096	16.509	0.018
2458396.51960	17.085	0.033	2458396.52342	16.495	0.007
2458435.37162	16.953	0.021	2458435.37116	16.504	0.016

Табела В.2-5: Вредности за криве сјаја објекта 0651+428 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456543.61502	17.031	0.024	2456543.63388	16.399	0.047
2456630.45503	16.946	0.062	2456630.44262	16.353	0.045
2456932.62346	17.075	0.010	2456932.62723	16.485	0.008
2457011.41343	17.015	0.038	2457011.41203	16.479	0.011
2457013.41345	16.961	0.038	2457013.41206	16.463	0.024
-	-	-	2457014.42060	16.497	0.054
-	-	-	2457015.42060	16.421	0.081
2457016.42204	17.130	0.021	-	-	-
2457017.46166	17.160	0.021	-	-	-
2457018.49580	16.958	0.043	2457018.49439	16.452	0.063
2457037.45948	16.897	0.039	2457037.45809	16.363	0.036
2457045.49113	16.952	0.039	2457045.48937	16.414	0.058
2457071.37574	17.097	0.039	-	-	-
-	-	-	2457094.35194	16.496	0.040
2457095.34730	16.922	0.074	2457095.34590	16.440	0.008
2457096.33584	17.026	0.054	2457096.33445	16.451	0.021
2457098.37495	16.950	0.054	2457098.37355	16.421	0.021
2457332.53407	17.035	0.016	2457332.53771	16.422	0.011
-	-	-	2457628.59546	16.307	0.008
-	-	-	2457630.59630	16.278	0.005
-	-	-	2457659.50394	16.384	0.016
-	-	-	2457661.60281	16.403	0.008
2457693.44573	16.869	0.005	2457693.44626	16.369	0.060
2457727.50373	16.878	0.015	2457727.50424	16.365	0.013
2457811.37122	16.876	0.037	2457811.37186	16.358	0.005
2457834.29658	16.912	0.006	2457834.29710	16.388	0.071
2457983.59212	16.953	0.016	2457983.59578	16.351	0.028
2458012.55161	16.938	0.008	2458012.55526	16.352	0.032
2458039.59275	16.832	0.005	2458039.59561	16.238	0.011
2458053.51245	16.790	0.025	2458053.51531	16.256	0.006
2458113.39711	16.783	0.024	2458113.40073	16.263	0.024
2458145.52691	16.851	0.012	2458145.53052	16.350	0.021
-	-	-	2458230.33416	16.392	0.033
2458395.51284	16.922	0.057	2458395.51665	16.386	0.005
2458435.37674	16.965	0.020	2458435.37642	16.424	0.020
2458552.33683	16.935	0.042	2458552.33852	16.398	0.016



Табела В.2-6: Вредности за криве сјаја објекта 0741+294 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456574.53776	17.138	0.059	2456574.54983	16.670	0.025
2456696.27061	17.110	0.020	2456696.27299	16.738	0.009
2456950.55750	16.970	0.043	2456950.56127	16.650	0.017
2457011.41917	17.000	0.039	2457011.41777	16.764	0.023
2457013.41918	17.055	0.064	2457013.41779	16.732	0.023
2457013.50973	17.019	0.019	2457013.51350	16.704	0.008
2457014.42774	16.964	0.052	2457014.42635	16.623	0.056
2457015.42773	17.037	0.028	2457015.42634	16.702	0.006
2457016.42779	16.998	0.073	2457016.42640	16.710	0.006
2457017.47439	17.101	0.005	2457017.47299	16.702	0.037
2457018.50164	17.103	0.029	2457018.50024	16.754	0.036
2457037.57374	17.062	0.050	2457037.57235	16.703	0.025
2457045.49679	17.133	0.080	2457045.49538	16.667	0.023
2457071.44659	17.070	0.019	2457071.45036	16.734	0.014
2457094.35936	17.020	0.022	2457094.35797	16.634	0.023
2457095.35339	17.051	0.060	2457095.35199	16.739	0.005
2457096.34201	16.966	0.060	2457096.34062	16.744	0.019
2457098.38090	17.171	0.060	2457098.37951	16.717	0.019
-	-	-	2457659.60479	16.837	0.035
2457693.45470	17.061	0.019	2457693.45591	16.776	0.016
2457726.60760	17.055	0.018	2457726.60881	16.715	0.009
2457811.39821	17.028	0.005	2457811.39942	16.727	0.006
2457840.30043	16.954	0.011	2457840.30165	16.640	0.017
2458012.58857	17.099	0.033	2458012.58856	16.714	0.028
2458039.62922	17.172	0.062	2458039.63208	16.835	0.085
2458053.54774	17.166	0.008	2458053.55060	16.793	0.009
2458080.55398	17.227	0.013	2458080.55684	16.836	0.005
2458113.44308	17.238	0.050	2458113.44669	16.845	0.035
2458145.56729	17.296	0.041	2458145.57090	16.834	0.057
-	-	-	2458230.36005	16.957	0.056
2458396.54823	17.289	0.069	2458396.55203	16.991	0.074
2458552.28646	17.210	0.052	2458552.28815	16.874	0.043

Табела В.2-7: Вредности за криве сјаја објекта 0838+235 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456696.32194	17.769	0.012	2456696.31056	17.487	0.031
2456950.62914	17.864	0.045	2456950.63292	17.545	0.027
2457011.44310	17.936	0.032	2457011.44449	17.693	0.070
-	-	-	2457013.44459	17.594	0.057
2457013.54656	17.940	0.025	2457013.55034	17.688	0.022
-	-	-	2457014.43057	17.675	0.035
-	-	-	2457015.53992	17.626	0.016
-	-	-	2457016.68911	17.649	0.016
-	-	-	2457017.47734	17.766	0.059
-	-	-	2457018.50447	17.849	0.059
-	-	-	2457037.57681	17.669	0.048
2457045.49855	17.641	0.064	2457045.49994	17.601	0.030
2457071.48156	17.954	0.028	2457071.48534	17.663	0.040
2457094.36143	17.732	0.087	2457094.36282	17.643	0.028
2457095.35509	17.855	0.095	2457095.35648	17.604	0.028
2457096.34369	17.721	0.042	-	-	-
2457098.38266	17.781	0.042	2457098.38405	17.548	0.040
-	-	-	2457694.53228	17.529	0.024
2457726.61484	17.799	0.007	2457726.61606	17.493	0.018
2457811.40718	17.814	0.005	2457811.40874	17.538	0.021
2457840.30891	17.787	0.035	2457840.31012	17.553	0.011
-	-	-	2458012.62704	17.505	0.095
2458042.64800	17.968	0.037	2458042.65156	17.568	0.005
2458053.59293	18.002	0.010	2458053.59579	17.759	0.008
-	-	-	2458080.57098	17.677	0.086
2458113.46317	17.950	0.079	2458113.46679	17.674	0.054
-	-	-	2458145.63645	17.672	0.028
2458228.36145	17.899	0.006	2458228.36506	17.662	0.037
2458248.38583	17.818	0.030	-	-	-
2458396.62502	17.919	0.094	2458396.62883	17.727	0.041
2458552.38264	17.884	0.037	2458552.38451	17.650	0.005

Табела В.2-8: Вредности за криве сјаја објекта 0838+456 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456696.35960	17.570	0.044	2456696.36338	17.113	0.029
2456715.57597	17.579	0.028	2456715.58305	17.077	0.011
2456950.59319	17.622	0.009	2456950.59697	17.165	0.023
2457011.44145	17.540	0.060	2457011.44005	17.117	0.047
2457013.44154	17.625	0.005	2457013.44015	17.184	0.037
2457013.58355	17.652	0.022	2457013.58733	17.177	0.015
2457014.44297	17.625	0.005	2457014.44157	17.132	0.037
2457015.54313	17.450	0.062	2457015.54173	17.184	0.021
2457016.69229	17.537	0.044	2457016.69090	17.154	0.026
2457017.48046	17.599	0.044	2457017.47907	17.117	0.026
2457037.58014	17.556	0.066	2457037.57874	17.081	0.057
2457045.50348	17.462	0.066	2457045.50202	17.161	0.019
2457071.51787	17.618	0.015	2457071.52164	17.147	0.014
-	-	-	2457094.41185	17.134	0.011
2457095.38620	17.588	0.075	2457095.38471	17.149	0.008
2457096.43217	17.482	0.088	2457096.43078	17.138	0.041
2457098.39537	17.607	0.088	2457098.39398	17.196	0.041
2457121.40718	17.714	0.088	2457121.40577	17.103	0.066
2457122.43460	17.590	0.030	2457122.43319	17.196	0.052
2457125.39611	17.547	0.030	2457125.39470	17.122	0.023
2457126.35286	17.653	0.075	2457126.35146	17.089	0.023
2457132.44031	17.566	0.035	2457132.43890	17.131	0.007
2457133.41425	17.615	0.084	2457133.41284	17.141	0.007
2457136.36366	17.623	0.016	2457136.36225	17.169	0.049
2457142.38036	17.645	0.054	2457142.37895	17.100	0.016
2457150.38208	17.568	0.010	2457150.38067	17.122	0.033
2457154.37946	17.554	0.035	2457154.37805	17.075	0.073
2457158.38609	17.604	0.012	2457158.38467	17.178	0.028
2457159.38540	17.587	0.012	2457159.38398	17.138	0.028
-	-	-	2457659.62448	17.178	0.014
-	-	-	2457694.54519	17.015	0.057
2457726.62329	17.602	0.018	2457726.62451	17.150	0.005
2457811.42355	17.598	0.013	2457811.42476	17.131	0.009
2457840.32194	17.605	0.028	2457840.32315	17.145	0.030
2458012.60642	17.491	0.060	2458012.61007	17.093	0.088
2458044.52385	17.397	0.062	2458044.52671	17.130	0.008
2458080.58253	17.529	0.019	2458080.58539	17.162	0.006
2458113.50740	17.544	0.084	2458113.50740	17.113	0.033
2458145.65630	17.612	0.005	2458145.65991	17.015	0.037
2458228.38354	17.494	0.007	-	-	-
-	-	-	2458232.33221	17.174	0.027
2458258.35931	17.613	0.037	2458258.36292	17.090	0.030
2458395.55012	17.574	0.014	2458395.55394	17.076	0.006
2458580.45561	17.552	0.037	2458580.45698	17.078	0.015

Табела В.2-9: Вредности за криве сјаја објекта 0850+284 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456696.39814	18.177	0.088	2456696.40191	17.865	0.031
2456950.65797	18.295	0.071	-	-	-
-	-	-	2457013.51449	17.988	0.045
2457013.62018	18.411	0.047	2457013.62395	18.106	0.021
-	-	-	2457014.44596	18.052	0.011
-	-	-	2457015.54624	18.036	0.024
-	-	-	2457037.58341	18.146	0.007
-	-	-	2457045.50692	18.136	0.005
2457071.54714	18.398	0.005	-	-	-
-	-	-	2457094.41658	18.142	0.005
-	-	-	2457121.41011	18.158	0.064
-	-	-	2457122.43767	18.067	0.005
-	-	-	2457125.39905	18.072	0.005
-	-	-	2457126.35607	18.196	0.016
-	-	-	2457132.44336	18.173	0.064
-	-	-	2457133.41731	18.082	0.039
-	-	-	2457142.38342	18.194	0.009
-	-	-	2457150.39446	18.181	0.009
-	-	-	2457154.38250	18.023	0.042
-	-	-	2457158.38916	18.083	0.038
-	-	-	2457159.38845	18.029	0.038
-	-	-	2457659.61731	18.189	0.005
2457694.60427	18.483	0.035	2457694.60586	18.171	0.045
2457726.63028	18.468	0.008	2457726.63185	18.165	0.026
2457812.39941	18.311	0.052	-	-	-
2457840.33101	18.390	0.032	2457840.33258	18.134	0.008
-	-	-	2458044.54563	18.365	0.066
2458081.48719	18.545	0.067	2458081.49073	18.288	0.045
2458113.53469	18.349	0.030	2458113.53830	18.220	0.042
2458221.36392	18.283	0.067	2458221.36549	18.098	0.062
2458232.35238	18.264	0.065	-	-	-
2458396.59845	18.025	0.005	-	-	-

Табела В.2-10: Вредности за криве сјаја објекта 0854+334 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456717.50708	18.134	0.063	2456717.51416	17.848	0.021
2456951.61079	18.230	0.034	2456951.61456	17.858	0.012
2457011.49302	18.118	0.046	2457011.49163	17.817	0.053
2457013.51738	18.183	0.046	2457013.51598	17.742	0.053
2457014.42618	18.182	0.076	2457014.42995	17.828	0.016
2457014.44879	17.996	0.074	2457014.44740	17.667	0.054
2457015.54916	18.100	0.063	2457015.54776	17.744	0.047
2457016.69835	18.011	0.040	2457016.69686	17.811	0.069
2457017.48632	18.067	0.021	2457017.48491	17.713	0.062
2457037.58644	18.037	0.033	2457037.58495	17.800	0.043
2457045.50984	17.990	0.007	2457045.50844	17.861	0.043
2457071.58790	18.004	0.064	2457071.59167	17.740	0.084
2457094.41957	18.000	0.028	-	-	-
2457095.39277	18.039	0.028	2457095.39138	17.652	0.069
2457096.43836	17.913	0.096	2457096.43691	17.750	0.005
2457098.40166	18.049	0.028	2457098.40027	17.752	0.005
2457121.41314	18.038	0.060	2457121.41163	17.815	0.037
2457122.44051	17.953	0.043	2457122.43910	17.867	0.059
2457125.40206	18.014	0.049	2457125.40056	17.783	0.025
2457126.35905	17.945	0.065	2457126.35765	17.818	0.078
2457132.44621	18.115	0.016	2457132.44481	17.708	0.037
2457133.42017	18.093	0.016	2457133.41876	17.761	0.042
2457136.36980	18.070	0.028	2457136.36830	17.701	0.042
2457142.38925	18.031	0.011	2457142.38487	17.838	0.005
2457150.39781	18.046	0.008	2457150.39603	17.838	0.051
2457154.38534	18.034	0.064	2457154.38394	17.766	0.033
2457158.39204	18.124	0.094	2457158.39062	17.719	0.094
2457159.39134	17.991	0.094	2457159.38992	17.852	0.094
-	-	-	2457659.63105	17.932	0.020
2457694.62651	18.156	0.026	2457694.62917	17.874	0.027
2457726.63801	18.134	0.025	2457726.63957	17.886	0.019
2457812.40727	18.183	0.005	2457812.40883	17.881	0.032
2457840.34442	18.121	0.006	2457840.34668	17.921	0.042
2458044.56445	18.190	0.045	2458044.56730	17.796	0.024
2458080.61581	18.265	0.028	-	-	-
2458145.67663	18.342	0.041	2458145.68024	17.924	0.062
-	-	-	2458232.38408	17.857	0.052
-	-	-	2458396.57714	18.065	0.078

Табела В.2-11: Вредности за криве сјаја објекта 0907+333 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456397.38190	15.997	0.016	2456397.38840	15.645	0.037
2456717.54147	16.128	0.008	2456717.54646	15.753	0.005
2456800.34800	16.032	0.005	2456800.35399	15.683	0.006
2456951.64561	15.899	0.008	2456951.64939	15.559	0.007
2457011.51367	16.008	0.012	2457011.51508	15.674	0.009
2457013.51887	16.023	0.010	2457013.52027	15.692	0.008
2457014.45019	16.057	0.014	2457014.45158	15.699	0.010
2457015.55067	16.052	0.011	2457015.55207	15.735	0.009
2457016.69975	16.115	0.011	2457016.70115	15.775	0.010
2457017.49430	16.251	0.015	2457017.49569	15.844	0.009
2457018.52179	16.137	0.012	2457018.52318	15.799	0.008
2457037.59339	16.047	0.011	2457037.59485	15.707	0.013
2457045.51129	15.981	0.010	2457045.51269	15.643	0.011
2457094.42107	16.218	0.012	2457094.42246	15.854	0.010
2457095.39431	16.186	0.011	2457095.39571	15.882	0.010
2457096.43975	16.256	0.011	2457096.44114	15.847	0.010
2457098.40318	16.263	0.013	2457098.40458	15.912	0.009
2457121.41457	16.136	0.010	2457121.41598	15.811	0.009
2457122.44192	16.040	0.012	2457122.44334	15.727	0.008
2457125.40347	16.110	0.011	2457125.40488	15.761	0.011
2457126.36048	16.160	0.013	2457126.36189	15.832	0.009
2457127.44968	16.075	0.017	2457127.45108	15.868	0.006
2457132.44764	16.262	0.011	2457132.44904	15.897	0.007
2457133.42159	16.305	0.012	2457133.42299	15.953	0.008
2457136.37121	16.361	0.012	2457136.37262	16.029	0.008
2457142.39067	16.500	0.011	2457142.39207	16.133	0.009
2457150.40788	16.372	0.014	2457150.40929	16.080	0.009
2457154.38676	16.362	0.016	2457154.38817	16.034	0.009
2457158.39390	16.351	0.013	2457158.39532	16.031	0.008
2457159.39278	16.389	0.010	2457159.39420	16.055	0.009
-	-	-	2457659.63859	16.026	0.005
-	-	-	2457661.57887	16.070	0.008
2457694.64869	16.267	0.006	2457694.65029	16.020	0.007
-	-	-	2457726.64775	16.088	0.006
2457812.41425	16.360	0.011	2457812.41546	16.110	0.005
2457840.35591	16.418	0.005	2457840.35713	16.150	0.018
2458044.58537	16.512	0.029	2458044.58822	16.194	0.005
2458080.63012	16.400	0.006	2458080.63297	16.059	0.005
2458113.57726	16.197	0.009	2458113.58087	15.938	0.005
2458230.39426	16.412	0.021	2458230.39788	16.115	0.059
2458395.59826	16.704	0.016	2458395.60207	16.445	0.022
2458580.46211	16.462	0.013	2458580.46464	16.144	0.005

Табела В.2-12: Вредности за криве сјаја објекта 0950+326 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456717.56756	17.672	0.020	2456717.57672	17.177	0.022
2456800.38470	17.656	0.011	2456800.39793	17.145	0.018
2457011.51802	17.702	0.080	2457011.51663	17.091	0.005
2457013.53943	17.589	0.042	2457013.53803	17.094	0.039
2457014.45452	17.649	0.042	2457014.45312	17.039	0.047
2457014.45526	17.486	0.081	-	-	-
2457015.55502	17.448	0.024	2457015.55363	17.105	0.051
2457016.70411	17.482	0.032	-	-	-
2457017.49863	17.437	0.032	2457017.49723	16.994	0.057
2457018.52614	17.528	0.012	2457018.52475	17.074	0.025
2457037.59792	17.545	0.028	2457037.59654	17.110	0.025
2457045.55581	17.584	0.025	2457045.55430	17.074	0.013
2457071.62273	17.609	0.029	2457071.62650	17.127	0.009
-	-	-	2457094.42419	17.093	0.005
2457095.39876	17.549	0.025	2457095.39736	17.100	0.018
2457096.44423	17.659	0.025	2457096.44284	17.125	0.030
2457098.40772	17.695	0.025	2457098.40632	17.083	0.030
2457121.41897	17.591	0.082	2457121.41756	17.114	0.015
2457122.44668	17.707	0.082	2457122.44527	17.093	0.012
2457125.40787	17.549	0.086	2457125.40646	17.110	0.016
2457126.36498	17.670	0.075	2457126.36358	17.087	0.079
2457132.45200	17.564	0.059	2457132.45059	17.125	0.036
2457133.42596	17.647	0.005	2457133.42455	17.074	0.020
2457136.37562	17.646	0.063	2457136.37422	17.102	0.005
2457142.39504	17.557	0.083	2457142.39363	17.109	0.008
2457150.41215	17.675	0.022	2457150.41074	17.121	0.008
2457154.39113	17.644	0.051	2457154.38973	17.109	0.005
-	-	-	2457158.39685	17.110	0.005
2457159.39719	17.572	0.051	2457159.39577	17.114	0.005
-	-	-	2457661.62114	17.084	0.005
2457731.57086	17.375	0.005	2457731.57453	17.005	0.007
2457807.45421	17.398	0.012	2457807.45786	17.037	0.005
2457834.32139	17.421	0.011	2457834.32504	17.021	0.011
2457867.42463	17.421	0.008	2457867.42835	17.052	0.011
2457903.36255	17.422	0.019	2457903.36623	17.064	0.035
2458044.60383	17.586	0.028	2458044.60669	17.138	0.008
2458080.64444	17.657	0.016	2458080.64730	17.105	0.009
2458113.59918	17.532	0.052	2458113.60279	17.128	0.019
2458232.30583	17.461	0.017	2458232.30878	17.031	0.011
2458258.37862	17.727	0.037	2458258.38223	17.099	0.016
2458436.56609	17.544	0.023	2458436.56966	17.063	0.007
2458580.44274	17.622	0.009	2458580.44666	17.102	0.010

Табела В.2-13: Вредности за криве сјаја објекта 0952+338 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456749.47516	17.183	0.037	2456749.49767	17.183	0.037
2457011.53819	17.181	0.074	2457011.53958	17.084	0.013
2457013.54093	17.077	0.113	2457013.54232	17.065	0.006
2457014.46621	17.237	0.018	2457014.46760	17.057	0.005
2457014.50515	17.175	0.038	2457014.50892	17.175	0.038
2457015.56376	17.263	0.030	2457015.56516	17.054	0.016
2457016.70552	17.221	0.028	2457016.70692	17.076	0.040
2457017.50013	17.181	0.011	2457017.50160	17.019	0.024
2457018.52761	17.196	0.004	2457018.52901	17.053	0.028
2457037.59934	17.191	0.050	2457037.60074	17.014	0.005
2457045.55721	17.262	0.030	2457045.55860	17.019	0.014
2457071.65726	17.091	0.025	-	-	-
2457094.45242	17.220	0.033	2457094.45391	16.999	0.006
2457095.40509	17.173	0.055	2457095.40648	17.007	0.023
2457096.45466	17.251	0.016	2457096.45615	17.040	0.013
2457098.44072	17.228	0.047	2457098.44221	17.058	0.009
2457109.41962	17.161	0.053	2457109.42102	17.045	0.008
2457110.37612	17.236	0.064	2457110.37753	17.057	0.008
2457111.37595	17.326	0.045	2457111.37736	16.911	0.046
2457112.37607	17.263	0.064	2457112.37747	16.976	0.077
2457113.37583	17.172	0.017	2457113.37733	17.085	0.061
2457121.48352	17.196	0.017	2457121.48492	16.999	0.005
2457122.47033	17.001	0.137	2457122.47175	17.003	0.023
2457125.45388	17.195	0.016	2457125.45530	17.036	0.007
2457126.40849	17.173	0.008	-	-	-
2457132.45564	17.170	0.012	2457132.45928	17.170	0.012
2457132.45978	17.184	0.014	2457132.46122	17.026	0.045
2457133.43693	17.204	0.014	2457133.43834	17.090	0.042
2457136.37708	17.183	0.003	2457136.37848	17.030	0.050
2457142.39649	17.187	0.008	-	-	-
2457149.44153	17.198	0.093	2457149.44294	16.959	0.052
2457150.42219	17.066	0.049	2457150.42360	17.033	0.012
2457151.44725	17.136	0.004	2457151.44865	17.016	0.005
2457154.39262	17.142	0.021	2457154.39402	17.013	0.057
2457158.39981	17.171	0.011	2457158.40122	17.094	0.064
2457159.39866	17.186	0.011	2457159.40008	17.003	0.064
-	-	-	2457661.64071	17.145	0.005
2457727.53054	17.215	0.003	2457727.53212	17.099	0.022
2457812.42021	17.260	0.008	2457812.42177	17.198	0.018
2457834.47755	17.261	0.035	2457834.47911	17.166	0.034
2457867.46633	17.253	0.004	2457867.46933	17.192	0.006
2458044.62727	17.416	0.095	2458044.63013	17.144	0.029
2458113.61689	17.382	0.073	2458113.62050	17.183	0.005
2458230.44455	17.434	0.073	2458230.45155	17.247	0.005
2458258.39804	17.351	0.035	2458258.40166	17.200	0.030
2458580.47078	17.335	0.026	2458580.47215	17.168	0.008



Табела B.2-14: Вредности за криве сјаја објекта 1032+354 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456749.51156	17.970	0.055	2456749.53407	17.689	0.014
2457011.56299	17.983	0.047	2457011.56441	17.787	0.028
2457013.56247	18.050	0.047	2457013.56386	17.748	0.005
2457014.47193	18.197	0.216	2457014.47333	17.747	0.015
-	-	-	2457014.58990	17.908	0.044
2457015.56951	17.891	0.055	2457015.57091	17.768	0.005
2457016.71145	17.969	0.020	2457016.71294	17.773	0.005
2457017.50593	17.997	0.020	2457017.50733	17.768	0.035
2457018.70489	17.845	0.090	2457018.70634	17.718	0.037
2457037.60535	17.972	0.067	2457037.60674	17.770	0.066
2457045.56347	18.067	0.013	-	-	-
2457073.39919	18.167	0.005	2457073.39729	17.950	0.005
2457094.45849	18.048	0.034	2457094.45988	17.648	0.066
2457095.41095	18.000	0.005	2457095.41233	17.741	0.013
2457096.46072	17.997	0.005	2457096.46211	17.759	0.005
-	-	-	2457098.44822	17.763	0.049
2457109.42567	18.050	0.051	2457109.42708	17.693	0.049
2457110.38211	17.978	0.027	2457110.38352	17.834	0.096
2457111.38196	17.940	0.027	2457111.38336	17.698	0.030
-	-	-	2457112.38346	17.741	0.006
-	-	-	2457113.38324	17.749	0.065
-	-	-	2457121.49456	17.841	0.082
2457122.47624	18.169	0.092	-	-	-
2457125.45984	18.039	0.056	2457125.46124	17.684	0.064
-	-	-	2457126.41592	17.775	0.064
2457132.46559	17.912	0.010	2457132.46700	17.757	0.020
2457132.53462	18.063	0.013	2457132.53826	17.795	0.022
2457133.44284	17.898	0.005	2457133.44430	17.785	0.020
2457134.46214	17.897	0.083	-	-	-
2457136.38307	18.015	0.083	2457136.38455	17.694	0.086
-	-	-	2457142.40979	17.816	0.006
-	-	-	2457149.44878	17.825	0.038
2457150.43753	18.086	0.067	2457150.43894	17.771	0.054
2457151.45305	17.991	0.026	2457151.46097	17.694	0.005
2457154.39853	18.028	0.028	2457154.40002	17.693	0.045
2457158.40569	18.068	0.064	2457158.40711	17.756	0.037
2457159.40454	17.977	0.064	2457159.40596	17.808	0.037
2457727.58800	18.092	0.016	2457727.59027	17.866	0.009
2457812.42735	18.072	0.084	2457812.42891	17.911	0.005
2457834.49583	18.102	0.005	2457834.49740	17.843	0.042
2457867.48542	18.122	0.016	2457867.48699	17.855	0.051
-	-	-	2458044.64908	17.770	0.076
2458081.50957	17.997	0.093	2458081.51312	17.744	0.020
2458144.62183	18.238	0.066	-	-	-
2458232.32239	18.059	0.013	2458232.32128	17.735	0.031
2458543.60444	18.122	0.006	2458543.60602	17.820	0.016
2458580.47954	18.126	0.006	2458580.48056	17.871	0.035

Табела В.2-15: Вредности за криве сјаја објекта 1034+574 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456483.32640	16.919	0.026	2456483.34136	16.504	0.020
2456717.59784	16.615	0.005	2456717.60492	16.221	0.007
2456800.42551	16.261	0.010	2456800.43675	15.896	0.005
2457011.56755	16.244	0.013	2457011.56615	15.920	0.010
2457013.56697	16.231	0.014	2457013.56559	15.912	0.008
2457014.47639	16.284	0.013	2457014.47500	15.952	0.008
2457015.57443	16.266	0.012	2457015.57304	15.966	0.010
2457016.71638	16.299	0.010	2457016.71499	15.924	0.006
2457017.51695	16.198	0.019	2457017.51556	15.925	0.014
2457018.70979	16.206	0.018	-	-	-
2457037.61620	16.201	0.014	2457037.61474	15.836	0.006
2457045.57734	16.001	0.008	2457045.57588	15.741	0.010
2457073.43971	15.611	0.016	2457073.44348	15.268	0.005
2457094.46347	15.688	0.007	2457094.46208	15.422	0.008
2457095.41563	15.629	0.016	2457095.41424	15.343	0.008
2457096.46599	15.641	0.010	2457096.46452	15.341	0.007
2457098.46348	15.642	0.007	2457098.46203	15.342	0.008
2457109.43089	15.639	0.013	2457109.42941	15.319	0.010
2457110.38688	15.619	0.013	2457110.38547	15.281	0.006
2457111.38675	15.545	0.012	2457111.38534	15.253	0.014
2457112.38684	15.631	0.015	2457112.38544	15.353	0.013
2457113.38619	15.799	0.016	2457113.38479	15.501	0.010
2457121.49776	15.934	0.009	2457121.49635	15.639	0.009
2457125.46449	16.057	0.011	2457125.46309	15.733	0.008
2457126.41932	16.034	0.017	2457126.41792	15.687	0.006
2457132.47021	16.373	0.015	2457132.46881	16.024	0.005
2457133.44754	16.486	0.015	2457133.44614	16.151	0.008
2457136.38799	16.456	0.012	2457136.38659	16.078	0.008
2457142.41305	16.396	0.016	2457142.41165	16.103	0.011
2457149.45192	16.303	0.015	2457149.45052	15.962	0.009
2457151.46411	16.345	0.010	2457151.46270	16.038	0.007
2457154.40323	16.346	0.015	2457154.40181	16.020	0.005
2457158.41033	16.374	0.012	2457158.40890	16.075	0.011
2457159.40917	16.398	0.008	2457159.40774	16.090	0.005
-	-	-	2457661.63563	15.268	0.011
2457694.61401	15.700	0.005	2457694.61455	15.383	0.027
2457727.60226	15.866	0.005	2457727.60314	15.486	0.013
2457812.43604	15.969	0.007	2457812.43691	15.591	0.005
2457841.55197	16.011	0.030	2457841.55284	15.666	0.005
2457870.39696	15.806	0.012	2457870.39819	15.475	0.012
2457872.31502	15.796	0.005	2457872.31748	15.439	0.005
2458081.53095	15.942	0.006	2458081.53451	15.645	0.012
2458144.64027	16.736	0.062	2458144.64320	16.362	0.008
2458230.46984	16.496	0.045	2458230.47345	16.152	0.016
2458395.61591	16.217	0.017	2458395.61972	15.858	0.064
2458543.61340	16.109	0.005	2458543.61498	15.757	0.005
2458574.37016	15.843	0.005	2458574.37397	15.511	0.005
2458580.51284	15.904	0.011	2458580.51367	15.541	0.047

Табела В.2-16: Вредности за криве сјаја објекта 1145+321 у *V* и *R* филтру.

Јулијански датум ( <i>V</i> )	<i>V</i> (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( <i>R</i> )	<i>R</i> (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456722.43895	17.425	0.028	2456722.44035	17.423	0.075
2456722.51212	17.465	0.047	2456722.51358	17.317	0.051
2456726.67001	17.399	0.036	2456726.67141	17.389	0.018
2456727.66926	17.348	0.005	2456727.67066	17.364	0.066
2456728.55404	17.348	0.068	2456728.55544	17.458	0.086
2456730.68235	17.444	0.052	2456730.68375	17.337	0.040
2456736.49347	17.518	0.013	2456736.49498	17.393	0.035
2456739.55956	17.499	0.046	2456739.56095	17.343	0.035
2456748.52729	17.487	0.042	2456748.53853	17.318	0.019
2456749.56409	17.528	0.017	2456749.58660	17.365	0.013
2456752.58088	17.564	0.046	-	-	-
2457011.58690	17.189	0.029	2457011.58829	17.123	0.007
2457013.58691	17.230	0.029	2457013.58834	17.113	0.045
-	-	-	2457014.47942	17.176	0.038
2457014.70542	17.326	0.036	2457014.70919	17.272	0.019
2457015.57615	17.206	0.025	2457015.57755	17.122	0.057
2457016.71875	17.241	0.077	2457016.72015	17.202	0.038
2457017.70205	17.132	0.048	2457017.70344	17.148	0.038
2457018.71216	17.200	0.044	2457018.71367	17.299	0.062
2457037.61823	17.262	0.006	2457037.61963	17.212	0.016
2457045.57932	17.271	0.076	2457045.58072	17.234	0.064
2457073.50223	17.361	0.058	2457073.50600	17.300	0.037
2457094.46549	17.379	0.076	2457094.46688	17.143	0.073
2457095.41717	17.237	0.066	2457095.41856	17.246	0.040
2457096.46811	17.330	0.066	2457096.46957	17.189	0.062
2457098.46564	17.191	0.033	2457098.46709	17.276	0.062
2457109.43245	17.249	0.022	2457109.43385	17.195	0.078
2457110.38876	17.280	0.011	2457110.39016	17.305	0.065
2457111.38865	17.296	0.064	2457111.39006	17.397	0.025
2457112.38874	17.205	0.036	-	-	-
2457113.38810	17.256	0.032	2457113.38950	17.183	0.012
2457121.49964	17.301	0.032	2457121.50104	17.200	0.042
2457122.48292	17.137	0.013	2457122.48432	17.141	0.045
2457125.46647	17.156	0.068	2457125.46788	17.204	0.005
2457126.42162	17.252	0.086	2457126.42303	17.207	0.016
2457132.47210	17.250	0.010	2457132.47350	17.184	0.011
2457132.57111	17.307	0.021	-	-	-
2457133.44950	17.236	0.059	2457133.45091	17.200	0.095
2457134.46861	17.319	0.028	2457134.47002	17.334	0.069
2457136.39034	17.279	0.028	2457136.39175	17.236	0.061
2457142.41506	17.137	0.096	2457142.41647	17.322	0.082
2457149.45373	17.273	0.018	2457149.45514	17.206	0.009
2457150.45321	17.299	0.018	2457150.45499	17.193	0.059
-	-	-	2457151.46730	17.277	0.085
2457154.40511	17.301	0.055	2457154.40651	17.157	0.043
2457156.47997	17.375	0.016	2457156.48360	17.263	0.007
2457158.41219	17.223	0.035	2457158.41361	17.218	0.030
2457159.41102	17.272	0.035	2457159.41244	17.175	0.030
-	-	-	2457727.61798	17.418	0.010
2457834.51124	17.363	0.029	2457834.51281	17.354	0.008
2457835.50098	17.410	0.005	2457835.50255	17.378	0.005
2457867.49736	17.357	0.011	2457867.49896	17.346	0.005
2457904.45203	17.349	0.025	2457904.45361	17.345	0.005
2457926.34622	17.386	0.010	2457926.34781	17.349	0.027
-	-	-	2457934.38591	17.261	0.093
2458231.48757	17.259	0.005	2458231.49567	17.192	0.009
2458580.52101	17.386	0.008	2458580.52291	17.387	0.064

Табела В.2-17: Вредности за криве сјаја објекта 1201+454 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456722.50881	17.573	0.083	2456722.43723	17.397	0.049
-	-	-	2456722.51020	17.328	0.040
2456726.66697	17.456	0.083	2456726.66836	17.271	0.019
-	-	-	2456727.66761	17.244	0.019
-	-	-	2456730.68072	17.329	0.064
2456736.48994	17.438	0.080	2456736.49144	17.419	0.005
2456739.55640	17.551	0.083	2456739.55779	17.416	0.056
2456748.57732	17.582	0.048	2456748.58856	17.275	0.033
2456752.57783	17.668	0.052	2456752.57922	17.337	0.093
2457011.59129	17.594	0.074	2457011.58990	17.206	0.062
-	-	-	2457013.58996	17.294	0.035
2457014.49234	17.755	0.052	2457014.49095	17.343	0.016
2457015.53061	17.653	0.029	-	-	-
2457015.63767	17.682	0.092	2457015.63629	17.320	0.070
-	-	-	2457016.72213	17.419	0.070
2457018.71707	17.699	0.098	2457018.71561	17.254	0.021
-	-	-	2457045.58221	17.284	0.021
2457074.63394	17.690	0.018	2457074.63771	17.389	0.039
-	-	-	2457094.47306	17.427	0.005
-	-	-	2457095.56877	17.429	0.021
2457096.48124	17.745	0.043	2457096.47985	17.399	0.017
2457098.48391	17.684	0.043	2457098.48252	17.375	0.017
2457109.43839	17.782	0.068	2457109.43698	17.336	0.023
2457110.39322	17.686	0.068	2457110.39182	17.368	0.018
-	-	-	2457111.39172	17.342	0.064
-	-	-	2457112.39181	17.433	0.064
2457113.39243	17.758	0.046	2457113.39102	17.328	0.013
2457121.52129	17.823	0.046	2457121.51988	17.310	0.056
2457125.47112	17.638	0.080	2457125.46971	17.389	0.007
2457126.45205	17.751	0.037	2457126.45065	17.379	0.005
2457127.53824	17.674	0.055	2457127.54201	17.374	0.022
2457133.46279	17.699	0.051	2457133.46139	17.397	0.023
2457136.39518	17.632	0.052	2457136.39370	17.421	0.006
2457149.46051	17.706	0.025	2457149.45911	17.288	0.005
-	-	-	2457150.46343	17.290	0.008
2457151.47629	17.741	0.033	2457151.47488	17.279	0.081
2457154.40964	17.694	0.052	2457154.40824	17.394	0.017
2457156.53562	17.704	0.042	-	-	-
2457158.41675	17.620	0.030	2457158.41532	17.378	0.011
2457159.41557	17.662	0.030	2457159.41414	17.363	0.011
2457727.63729	17.555	0.005	2457727.63885	17.269	0.013
2457812.45022	17.519	0.021	2457812.45178	17.253	0.016
2457835.51480	17.524	0.005	2457835.51637	17.275	0.009
2457867.51134	17.516	0.025	2457867.51293	17.235	0.008
2457903.40161	17.513	0.005	2457903.40317	17.262	0.021
2457926.35988	17.503	0.018	-	-	-
2457934.41376	17.506	0.076	2457934.41741	17.221	0.009
2458081.64798	17.701	0.009	2458081.65153	17.480	0.026
2458311.36655	17.609	0.019	2458311.35605	17.458	0.064
2458573.51352	17.788	0.022	2458573.51502	17.470	0.012

Табела В.2-18: Вредности за криве сјаја објекта 1212+467 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456483.35371	17.542	0.034	2456483.36524	17.380	0.039
2456722.43288	17.844	0.029	2456722.43428	17.619	0.022
2456722.50587	17.724	0.023	2456722.50725	17.561	0.019
2456726.66412	17.708	0.031	2456726.66552	17.626	0.034
2456727.66337	17.741	0.026	2456727.66476	17.609	0.022
2456728.54757	17.692	0.029	2456728.54897	17.608	0.039
2456730.67648	17.709	0.034	2456730.67787	17.678	0.032
2456736.48710	17.838	0.026	2456736.48849	17.636	0.029
2456739.55354	17.777	0.023	2456739.55494	17.460	0.024
2456748.60238	17.737	0.057	2456748.62490	17.550	0.020
2456752.57498	17.642	0.023	2456752.57638	17.448	0.022
2456836.39287	17.935	0.027	2456836.39652	17.781	0.012
2457013.67956	17.598	0.023	2457013.68096	17.530	0.039
2457014.49380	17.800	0.042	2457014.49526	17.479	0.032
2457015.57064	17.752	0.023	2457015.57441	17.648	0.017
2457015.63906	17.678	0.016	2457015.64046	17.548	0.014
2457016.72513	17.513	0.044	2457016.72663	17.478	0.032
2457045.58511	17.553	0.029	2457045.58651	17.467	0.034
2457074.66907	17.551	0.023	2457074.67285	17.382	0.009
2457094.47633	17.683	0.031	2457094.47772	17.429	0.024
2457095.57171	17.473	0.034	2457095.57310	17.312	0.029
2457096.48275	17.515	0.026	2457096.48414	17.394	0.034
2457098.48544	17.557	0.036	2457098.48682	17.338	0.022
2457109.43993	17.400	0.026	2457109.44133	17.368	0.037
2457110.39475	17.343	0.023	2457110.39615	17.330	0.034
2457112.39475	17.522	0.023	2457112.39614	17.181	0.029
2457113.39396	17.535	0.039	2457113.39536	17.354	0.034
2457121.52283	17.571	0.026	2457121.52424	17.352	0.037
2457125.47270	17.429	0.031	2457125.47411	17.276	0.039
2457126.45367	17.440	0.029	2457126.45507	17.292	0.034
2457133.46434	17.407	0.029	2457133.46575	17.293	0.037
2457134.48372	17.388	0.039	2457134.48512	17.376	0.024
2457136.39672	17.449	0.031	2457136.39823	17.315	0.039
2457149.46243	17.282	0.023	2457149.46383	17.304	0.032
2457150.46637	17.462	0.034	2457150.47761	17.269	0.034
2457151.47781	17.447	0.039	2457151.47928	17.282	0.037
2457154.41120	17.455	0.031	2457154.41261	17.342	0.032
2457158.41832	17.448	0.029	2457158.41974	17.308	0.042
2457159.41713	17.379	0.026	2457159.41855	17.264	0.032
2457727.65393	17.656	0.005	2457727.65515	17.542	0.022
2457812.46020	17.817	0.021	2457812.46176	17.663	0.039
2457835.52405	17.772	0.045	2457835.52526	17.656	0.005
2457868.38673	17.843	0.006	2457868.38900	17.703	0.062
2457904.46190	17.884	0.122	2457904.46314	17.783	0.103
2457927.37591	17.795	0.057	2457927.37749	17.691	0.042
2457956.36833	17.779	0.005	2457956.37201	17.693	0.086
2458222.47223	18.078	0.121	2458222.47586	17.855	0.096
2458232.40151	18.086	0.080	2458232.40946	17.866	0.074
2458247.48806	18.150	0.128	2458247.49167	17.900	0.079
2458573.52201	17.881	0.011	2458573.52316	17.748	0.021

Табела В.2-19: Вредности за криве сјаја објекта 1228+077 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456722.44207	17.885	0.034	2456722.44347	17.613	0.047
2456722.51525	17.933	0.006	2456722.51665	17.680	0.013
2456726.66080	17.942	0.048	2456726.66219	17.699	0.005
2456727.66005	17.874	0.010	2456727.66145	17.702	0.005
2456730.67318	18.076	0.082	2456730.67458	17.700	0.051
2456736.48360	17.960	0.018	-	-	-
2456739.55001	17.985	0.097	2456739.55140	17.772	0.047
2456751.45393	18.125	0.093	2456751.45770	17.842	0.030
2457015.60819	18.099	0.031	2457015.61197	17.862	0.051
-	-	-	2457016.73137	17.915	0.087
2457037.62969	17.875	0.005	2457037.62830	17.809	0.030
2457045.58982	17.882	0.025	2457045.58842	17.767	0.005
2457094.48102	17.847	0.031	2457094.47963	17.770	0.015
2457095.57658	17.891	0.031	2457095.57519	17.749	0.009
-	-	-	2457096.48612	17.762	0.014
2457098.49023	17.858	0.031	2457098.48885	17.782	0.014
-	-	-	2457109.44328	17.713	0.051
-	-	-	2457112.39800	17.847	0.019
2457113.39864	17.880	0.055	2457113.39723	17.874	0.019
2457121.52725	17.958	0.029	-	-	-
-	-	-	2457125.47626	17.756	0.016
2457126.45882	17.999	0.010	2457126.45741	17.733	0.084
2457133.46924	17.985	0.049	2457133.46783	17.852	0.084
-	-	-	2457134.48711	17.704	0.010
-	-	-	2457136.40028	17.718	0.037
2457149.46718	17.829	0.074	2457149.46577	17.666	0.037
-	-	-	2457150.47952	17.868	0.008
-	-	-	2457151.48117	17.879	0.069
2457154.41604	17.882	0.023	2457154.41464	17.782	0.007
2457158.42317	17.914	0.098	2457158.42175	17.792	0.007
2457159.42196	18.052	0.098	2457159.42054	17.782	0.007
2457186.38486	18.062	0.023	-	-	-
2457812.47714	17.924	0.022	2457812.47986	17.698	0.007
2457835.53384	17.914	0.017	2457835.53540	17.702	0.075
2457868.37223	17.953	0.028	2457868.37451	17.680	0.022
2457930.37018	17.836	0.013	2457930.37386	17.628	0.005
2458228.54322	18.206	0.051	2458228.54684	17.769	0.095
2458231.46832	17.907	0.035	2458231.47822	17.765	0.027
2458573.53052	17.911	0.028	2458573.53202	17.617	0.017

Табела В.2-20: Вредности за криве сјаја објекта 1242+574 у *V* и *R* филтру.

Јулијански датум ( <i>V</i> )	<i>V</i> (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( <i>R</i> )	<i>R</i> (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456749.60452	17.773	0.042	2456749.62704	17.344	0.022
2456800.46302	18.167	0.053	2456800.47427	17.723	0.026
2456837.40611	18.071	0.032	2456837.40975	17.607	0.023
2456843.39999	18.106	0.033	2456843.40362	17.610	0.064
2457011.68661	17.558	0.022	2457011.68799	17.290	0.018
2457013.68599	17.787	0.027	2457013.68738	17.205	0.018
2457014.50019	17.711	0.040	2457014.50159	17.261	0.023
2457015.64212	17.681	0.039	2457015.64352	17.312	0.020
2457016.56167	17.815	0.024	2457016.56544	17.411	0.023
2457016.72834	17.583	0.032	2457016.72973	17.292	0.020
2457017.71482	17.731	0.038	2457017.71621	17.269	0.024
2457037.63615	17.786	0.026	2457037.63755	17.238	0.018
2457045.60150	17.826	0.035	2457045.60289	17.316	0.024
2457094.48309	17.444	0.029	2457094.48448	17.282	0.022
2457095.57894	17.647	0.034	2457095.58034	17.142	0.016
2457096.48970	17.371	0.028	2457096.49109	17.104	0.016
2457098.50368	17.449	0.034	2457098.50508	17.038	0.017
2457109.44680	17.480	0.028	2457109.44820	17.027	0.018
2457110.40142	17.467	0.038	2457110.40283	17.092	0.019
-	-	-	2457111.40273	17.148	0.024
2457112.40141	17.476	0.031	2457112.40282	17.199	0.027
2457113.40065	17.559	0.041	2457113.40205	17.057	0.017
2457121.52944	17.430	0.037	2457121.53515	17.046	0.022
2457125.48004	17.470	0.038	2457125.48145	17.087	0.020
2457126.46122	17.444	0.031	2457126.46263	17.118	0.018
2457133.47156	17.634	0.034	2457133.47297	17.326	0.020
2457134.49071	17.581	0.028	2457134.49212	17.163	0.024
2457136.40335	17.529	0.027	2457136.40476	17.117	0.020
2457149.46930	17.719	0.036	2457149.47071	17.415	0.022
2457150.49169	17.600	0.028	2457150.49310	17.298	0.022
2457151.49052	17.553	0.045	2457151.49193	17.081	0.014
2457154.41830	17.673	0.032	2457154.41971	17.260	0.014
2457156.55975	17.604	0.005	2457156.56338	17.187	0.039
2457158.42540	17.466	0.033	2457158.42682	17.122	0.015
2457159.42416	17.491	0.034	2457159.42558	16.990	0.017
-	-	-	2457578.39616	17.725	0.026
-	-	-	2457605.40115	17.514	0.013
-	-	-	2457611.37965	17.494	0.038
-	-	-	2457627.34042	17.688	0.026
-	-	-	2457628.32731	17.655	0.025
-	-	-	2457635.31468	17.601	0.032
2457816.29011	17.853	0.026	2457816.29237	17.544	0.047
2457840.39363	17.724	0.010	2457840.39589	17.372	0.020
2457904.47342	17.607	0.047	2457904.47569	17.269	0.006
2457929.39021	17.553	0.016	2457929.39389	17.166	0.030
2457956.39167	17.577	0.018	2457956.39535	17.229	0.015
2458231.50564	17.806	0.006	2458231.51443	17.452	0.005
2458250.54185	17.873	0.009	2458250.54546	17.453	0.005
2458277.51524	17.917	0.074	2458277.51892	17.483	0.067
2458280.42986	17.918	0.068	2458280.43350	17.539	0.042
2458314.40021	18.065	0.009	2458314.40351	17.692	0.060
2458336.32242	18.143	0.016	2458336.32621	17.749	0.069
-	-	-	2458343.32730	17.816	0.088
2458573.53911	17.888	0.005	2458573.54133	17.511	0.005
2458574.38305	17.932	0.005	2458574.37842	17.521	0.005
2458697.33373	18.160	0.054	2458697.33600	17.762	0.017
2458702.31063	18.101	0.043	2458702.31166	17.701	0.021

Табела В.2-21: Вредности за криве сјаја објекта 1312+240 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456717.62524	17.073	0.022	2456717.63231	16.652	0.016
2456751.50161	16.836	0.016	2456751.51286	16.411	0.007
2456838.34957	16.964	0.013	2456838.35321	16.567	0.015
2456843.36424	16.946	0.012	-	-	-
2457037.64085	17.209	0.006	2457037.63946	16.778	0.010
2457045.60616	17.217	0.006	2457045.60477	16.792	0.010
2457095.58403	17.598	0.023	-	-	-
2457096.49445	17.630	0.073	-	-	-
2457098.50852	17.527	0.064	2457098.50713	17.092	0.035
2457109.45154	17.617	0.018	2457109.45013	17.141	0.057
2457110.40608	17.592	0.018	-	-	-
-	-	-	2457112.40465	17.114	0.009
-	-	-	2457113.40389	17.127	0.088
2457121.53866	17.402	0.045	2457121.53725	17.002	0.093
2457125.48528	17.466	0.062	2457125.48381	17.134	0.005
2457126.46634	17.554	0.017	2457126.46484	17.128	0.006
2457133.47668	17.578	0.040	2457133.47527	17.119	0.037
2457134.49567	17.634	0.051	2457134.49426	17.067	0.077
2457136.40820	17.562	0.005	2457136.40679	17.176	0.016
2457149.47415	17.568	0.072	2457149.47275	17.154	0.018
2457150.49644	17.466	0.022	2457150.49504	17.129	0.018
2457151.49527	17.435	0.057	2457151.49387	16.908	0.065
2457154.42334	17.355	0.057	-	-	-
2457158.43040	17.169	0.035	2457158.42898	16.818	0.019
2457159.42913	17.218	0.035	2457159.42771	16.845	0.019
-	-	-	2457578.41748	16.297	0.005
-	-	-	2457606.35797	16.170	0.005
2457816.45752	16.494	0.012	2457816.45979	16.188	0.006
2457835.54428	16.637	0.005	2457835.54655	16.313	0.005
2457836.53245	16.665	0.005	2457836.53470	16.292	0.005
2457868.41834	16.580	0.005	2457868.42441	16.217	0.008
-	-	-	2457905.42249	16.374	0.005
2457929.42487	16.814	0.005	2457929.42855	16.377	0.009
2458231.52332	17.425	0.007	2458231.53126	17.086	0.006
2458247.44493	17.220	0.048	2458247.44855	16.820	0.037
2458311.38084	17.438	0.028	2458311.38442	17.031	0.030



Табела В.2-22: Вредности за криве сјаја објекта 1345+735 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456801.51715	16.604	0.032	-	-	-
2456837.44384	16.563	0.019	2456837.44749	16.412	0.038
2456931.57452	16.449	0.023	2456931.58340	16.324	0.005
2457016.59786	16.498	0.007	2457016.60163	16.414	0.005
2457037.64292	16.410	0.005	2457037.64432	16.150	0.005
2457045.60830	16.411	0.039	2457045.60969	16.148	0.006
2457095.59070	16.466	0.012	2457095.59216	16.140	0.020
2457096.50533	16.449	0.005	2457096.50672	16.168	0.005
2457098.59173	16.447	0.005	2457098.59312	16.166	0.042
2457109.50647	16.442	0.038	2457109.50787	16.106	0.018
2457110.50435	16.388	0.064	2457110.50576	16.080	0.018
2457111.50440	16.478	0.044	2457111.50587	16.174	0.016
2457112.50443	16.416	0.023	2457112.50590	16.151	0.015
2457113.50446	16.383	0.017	2457113.50593	16.130	0.015
2457121.56286	16.359	0.032	2457121.56426	16.023	0.063
2457125.57519	16.404	0.005	2457125.57659	16.112	0.015
2457126.56710	16.403	0.005	2457126.56850	16.133	0.009
2457133.48637	16.407	0.017	2457133.48784	16.120	0.011
2457136.54155	16.383	0.017	2457136.54295	16.104	0.011
2457149.56381	16.410	0.028	2457149.56522	16.178	0.010
2457150.50574	16.371	0.045	2457150.50715	16.164	0.005
-	-	-	2457151.50444	16.165	0.030
2457154.58679	16.251	0.050	2457154.58820	16.122	0.028
2457158.55034	16.322	0.050	2457158.55176	16.083	0.032
2457159.48253	16.461	0.050	2457159.48395	16.128	0.032
2457163.54728	16.446	0.020	2457163.55091	16.309	0.033
2457221.48392	16.499	0.007	2457221.48756	16.358	0.005
-	-	-	2457578.43681	16.072	0.005
-	-	-	2457605.42159	16.032	0.012
-	-	-	2457611.39640	16.011	0.022
-	-	-	2457634.34212	16.037	0.027
-	-	-	2457656.26615	16.006	0.005
-	-	-	2457656.31184	16.070	0.023
2457694.66218	16.375	0.027	2457694.66513	16.113	0.022
2457816.30284	16.621	0.023	2457816.30372	16.355	0.058
2457840.42697	16.590	0.017	2457840.42784	16.323	0.022
2457930.41057	16.547	0.011	2457930.41425	16.192	0.016
2457935.47133	16.439	0.016	-	-	-
2457954.41214	16.613	0.005	2457954.41583	16.285	0.015
2457964.35917	16.617	0.005	2457964.36282	16.299	0.009
2457983.33650	16.569	0.005	2457983.34015	16.247	0.030
2457993.34399	16.572	0.005	2457993.34763	16.247	0.005
2458230.50763	16.369	0.023	2458230.51533	16.103	0.005
2458311.46083	16.281	0.017	2458311.46684	16.029	0.007
2458335.39594	16.281	0.019	2458335.39923	16.035	0.013
2458344.35214	16.278	0.011	2458344.35562	16.012	0.016
2458436.21517	16.293	0.005	2458436.21461	16.022	0.025
2458573.56598	16.177	0.005	2458573.56680	15.919	0.005
2458697.34336	16.334	0.010	2458697.34519	16.045	0.016
2458702.35296	16.334	0.007	2458702.35375	16.045	0.005

Табела В.2-23: Вредности за криве сјаја објекта 1429+249 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456751.53889	17.560	0.022	2456751.55014	17.296	0.005
2456837.47948	17.579	0.030	2456837.48311	17.315	0.021
2456843.43701	17.614	0.025	2456843.44066	17.343	0.011
2457016.63476	17.434	0.005	2457016.63853	17.242	0.018
2457037.64770	17.195	0.017	2457037.64631	17.110	0.014
2457045.62198	17.134	0.033	2457045.62338	17.124	0.015
2457095.59594	17.307	0.036	2457095.59448	17.130	0.019
2457096.51015	17.387	0.029	2457096.50876	17.222	0.019
2457098.59697	17.384	0.035	2457098.59551	17.180	0.016
2457109.51093	17.476	0.027	2457109.50952	17.324	0.017
2457110.50928	17.425	0.029	2457110.50787	17.148	0.020
2457111.50894	17.468	0.031	2457111.50753	17.181	0.016
2457112.50944	17.461	0.029	2457112.50803	17.240	0.020
2457113.50947	17.474	0.028	2457113.50806	17.178	0.016
2457121.56806	17.540	0.027	2457121.56663	17.300	0.017
2457125.58027	17.433	0.032	2457125.57887	17.199	0.017
2457126.57221	17.434	0.035	2457126.57080	17.161	0.018
2457127.57758	17.582	0.015	2457127.58135	17.307	0.009
2457133.49161	17.350	0.027	2457133.49014	17.190	0.018
2457136.54667	17.484	0.029	2457136.54525	17.205	0.019
2457142.46278	17.200	0.031	-	-	-
-	-	-	2457149.56732	17.112	0.017
2457150.51916	17.328	0.041	2457150.50937	17.157	0.021
2457154.59162	17.326	0.035	2457154.59022	17.142	0.017
2457158.55529	17.350	0.037	2457158.55386	17.151	0.017
2457159.48762	17.414	0.029	2457159.48619	17.139	0.018
2457163.57758	17.478	0.049	2457163.58123	17.214	0.009
2457220.42519	17.560	0.035	2457220.42883	17.315	0.060
-	-	-	2457606.37264	17.107	0.013
-	-	-	2457627.32454	17.076	0.017
-	-	-	2457628.31105	17.114	0.005
-	-	-	2457636.31881	17.127	0.048
2457807.49889	17.363	0.017	2457807.50256	17.160	0.009
2457834.37588	17.337	0.011	2457834.37953	17.126	0.020
2457867.44735	17.325	0.011	2457867.45106	17.134	0.005
2457893.53069	17.366	0.016	2457893.53433	17.156	0.021
2457954.38952	17.365	0.051	2457954.39318	17.130	0.060
2457982.33234	17.375	0.098	2457982.33599	17.114	0.024
2458231.53859	17.430	0.005	2458231.54404	17.257	0.007
2458314.41851	17.520	0.037	2458314.42180	17.301	0.005
2458336.34073	17.520	0.011	2458336.34452	17.264	0.013
2458344.30765	17.320	0.023	2458344.31149	17.289	0.008
2458580.53384	17.507	0.008	2458580.53660	17.250	0.005
2458690.35191	17.459	0.006	2458690.35490	17.219	0.009
2458702.31988	17.431	0.021	2458702.32247	17.206	0.018

Табела В.2-24: Вредности за криве сјаја објекта 1518+162 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456806.38785	17.962	0.031	-	-	-
2456838.38446	17.981	0.017	2456838.38810	17.548	0.015
2456843.48208	17.939	0.036	2456843.48573	17.585	0.027
2457015.69057	17.845	0.031	2457015.69435	17.435	0.015
2457037.64914	17.789	0.027	2457037.65054	17.472	0.008
2457095.59747	17.751	0.027	2457095.59886	17.460	0.031
2457096.51158	17.908	0.033	2457096.51298	17.416	0.051
2457098.59853	17.861	0.033	2457098.59992	17.488	0.078
2457109.51239	17.670	0.005	2457109.51381	17.377	0.022
2457110.51074	17.672	0.034	2457110.51215	17.346	0.022
2457111.51039	17.835	0.034	2457111.51180	17.520	0.064
2457112.51090	17.787	0.016	2457112.51231	17.429	0.012
2457113.51093	17.809	0.016	2457113.51234	17.412	0.098
2457121.56995	17.604	0.090	2457121.57135	17.551	0.056
2457125.58196	17.731	0.032	2457125.58337	17.472	0.063
2457126.57391	17.776	0.035	2457126.57532	17.383	0.069
2457127.61317	17.702	0.062	2457127.61694	17.535	0.046
2457133.49313	17.726	0.066	2457133.49454	17.480	0.015
2457136.54820	17.820	0.068	2457136.54960	17.501	0.015
2457142.46432	17.724	0.031	-	-	-
2457149.57078	17.680	0.031	2457149.57218	17.509	0.054
2457150.52083	17.827	0.010	2457150.52223	17.432	0.015
2457154.59327	17.845	0.008	2457154.59467	17.453	0.039
2457158.55698	17.856	0.061	2457158.55840	17.398	0.052
2457159.48933	17.770	0.061	2457159.49075	17.471	0.052
2457165.53428	17.908	0.098	2457165.53792	17.504	0.054
2457572.44793	17.725	0.014	2457572.45157	17.422	0.031
-	-	-	2457605.43538	17.473	0.074
-	-	-	2457627.35688	17.492	0.006
-	-	-	2457628.34323	17.463	0.030
-	-	-	2457629.31961	17.324	0.034
2457807.51553	17.784	0.038	2457807.51920	17.434	0.021
-	-	-	2457808.61277	17.298	0.055
2457846.49215	17.779	0.013	2457846.49580	17.410	0.005
2457870.44708	17.834	0.018	-	-	-
-	-	-	2457871.52163	17.502	0.005
2457954.43633	17.727	0.042	-	-	-
2457964.38016	17.764	0.030	2457964.38380	17.432	0.064
2457982.35642	17.848	0.082	2457982.36007	17.390	0.046
2458220.59995	17.840	0.037	2458220.60361	17.528	0.028
-	-	-	2458229.44894	17.553	0.086
2458281.43096	17.801	0.044	2458281.43461	17.511	0.035
2458314.43674	17.807	0.064	2458314.44038	17.497	0.062
2458336.35841	17.819	0.028	2458336.36219	17.508	0.005
2458343.34420	17.851	0.028	2458343.34804	17.526	0.043
2458580.54302	17.986	0.005	2458580.54440	17.596	0.023
2458645.45295	18.024	0.021	-	-	-
2458690.36845	18.012	0.005	2458690.37214	17.646	0.017
2458702.33238	17.999	0.067	2458702.33340	17.601	0.038

Табела В.2-25: Вредности за криве сјаја објекта 1535+231 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456751.57373	18.899	0.041	2456751.58498	18.517	0.050
2456802.54506	18.957	0.032	2456802.55630	18.610	0.068
2456836.43030	19.036	0.047	2456836.43394	18.607	0.037
2456842.46141	18.895	0.051	-	-	-
2457016.67664	18.759	0.025	2457016.68042	18.398	0.099
2457095.60183	18.477	0.061	2457096.51445	18.335	0.053
2457096.51584	18.375	0.062	-	-	-
2457098.60289	18.673	0.066	2457098.60150	18.396	0.052
2457109.51679	18.365	0.082	-	-	-
2457110.51510	18.409	0.081	2457110.51369	18.261	0.053
2457112.51527	18.488	0.072	2457112.51386	18.206	0.047
2457113.51529	18.382	0.050	2457113.51389	18.337	0.052
2457121.57435	18.298	0.065	2457121.57294	18.405	0.039
2457125.58634	18.850	0.067	2457125.58494	18.326	0.052
2457126.57830	18.565	0.078	2457126.57689	18.158	0.058
2457133.49753	18.339	0.071	2457133.49613	18.148	0.057
2457136.55296	18.574	0.094	2457136.55117	18.361	0.054
2457149.57502	18.235	0.076	2457149.57361	18.201	0.050
2457154.59751	18.499	0.077	2457154.59611	18.175	0.051
2457158.56171	18.466	0.083	2457158.55985	18.192	0.054
2457159.49373	18.346	0.063	2457159.49233	18.298	0.056
2457216.36558	18.366	0.057	2457216.36921	18.068	0.077
2457222.45345	18.537	0.093	2457222.45709	18.098	0.035
2457572.46558	18.356	0.032	2457572.46923	17.987	0.037
-	-	-	2457605.45183	17.904	0.099
-	-	-	2457628.36043	17.993	0.020
-	-	-	2457629.33526	17.883	0.037
-	-	-	2457635.33075	18.017	0.049
2457816.47466	18.197	0.042	2457816.47761	18.010	0.040
2457840.46866	18.291	0.044	2457840.48398	18.079	0.019
2457929.44904	18.238	0.058	2457929.45271	18.037	0.107
2457934.48045	18.264	0.027	2457934.48409	18.049	0.136
2457954.45585	18.195	0.095	2457954.45958	17.921	0.153
2457964.39766	18.150	0.069	2457964.40130	17.864	0.011
2457983.35579	18.153	0.079	2457983.35945	17.797	0.049
2457992.34045	18.133	0.077	2457992.34410	17.839	0.064
2458012.25856	18.136	0.057	2458012.26220	17.894	0.068
2458222.50559	18.422	0.134	2458222.50921	18.212	0.106
2458232.45291	18.367	0.121	2458232.45874	18.157	0.184
2458281.45224	18.447	0.091	2458281.45589	18.129	0.009
2458311.44148	18.583	0.008	2458311.44506	18.190	0.078
2458335.37739	18.450	0.028	2458335.38102	18.450	0.040
2458344.32979	18.654	0.045	2458344.33363	18.451	0.139
2458580.55406	18.438	0.017	2458580.55665	18.190	0.008
2458645.47424	18.660	0.042	2458645.47718	18.435	0.011
2458690.38235	18.673	0.045	2458690.38463	18.415	0.024
2458702.34279	18.702	0.032	2458702.34399	18.476	0.042

Табела В.2-26: Вредности за криве сјаја објекта 1556+335 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456751.60946	17.360	0.017	2456751.62069	16.886	0.016
2456802.58615	17.350	0.020	-	-	-
2456836.46584	17.376	0.009	2456836.46948	16.903	0.011
2456842.53528	17.399	0.014	2456842.53892	16.923	0.013
2457095.60346	17.360	0.023	2457095.60485	16.978	0.019
-	-	-	2457096.51883	16.945	0.017
2457098.60454	17.427	0.022	2457098.60593	16.961	0.015
2457109.51841	17.559	0.027	2457109.51981	16.915	0.012
2457110.51671	17.419	0.025	2457110.51811	16.981	0.016
2457111.51637	17.359	0.025	2457111.51778	16.935	0.012
2457112.51688	17.437	0.021	2457112.51829	17.022	0.013
2457113.51690	17.471	0.028	2457113.51831	16.892	0.012
2457121.57888	17.415	0.016	2457121.58029	16.957	0.018
2457125.58800	17.423	0.023	2457125.58942	16.886	0.019
2457126.57996	17.403	0.021	2457126.58137	16.981	0.015
2457132.60841	17.434	0.025	2457132.61205	16.946	0.080
2457133.49917	17.399	0.025	2457133.50058	16.954	0.019
2457136.55462	17.417	0.018	2457136.55602	16.959	0.017
2457149.57659	17.378	0.028	2457149.57799	16.955	0.010
-	-	-	2457150.53726	17.007	0.017
2457154.59909	17.411	0.028	2457154.60050	16.930	0.016
2457158.56330	17.483	0.025	2457158.56471	16.980	0.017
2457159.49525	17.460	0.020	2457159.49667	16.953	0.016
2457216.40041	17.445	0.008	2457216.40404	16.984	0.022
2457572.48159	17.527	0.033	2457572.48453	17.018	0.032
-	-	-	2457605.46764	17.029	0.005
-	-	-	2457629.35523	17.022	0.033
-	-	-	2457634.35726	17.052	0.005
-	-	-	2457656.28226	17.044	0.021
-	-	-	2457659.31993	17.059	0.005
2457840.52312	17.407	0.005	2457840.52538	16.958	0.006
2457902.51971	17.452	0.005	2457902.52198	16.995	0.007
2457934.50593	17.547	0.012	2457934.50958	16.984	0.013
-	-	-	2457935.49674	16.973	0.030
2457954.48082	17.541	0.036	2457954.48450	17.028	0.057
2457963.47415	17.495	0.011	2457963.47780	16.990	0.013
2457983.37364	17.519	0.005	2457983.37729	16.961	0.032
2457992.35937	17.544	0.013	2457992.36303	17.024	0.005
2458012.27839	17.471	0.120	2458012.28203	16.969	0.028
-	-	-	2458040.25992	17.057	0.074
-	-	-	2458042.27477	16.937	0.053
2458220.61933	17.496	0.034	2458220.62159	17.059	0.047
2458228.59447	17.458	0.059	2458228.59808	17.080	0.045
2458229.47240	17.475	0.024	2458229.47601	17.064	0.021
2458281.47334	17.508	0.070	2458281.47699	16.967	0.026
2458336.37606	17.504	0.005	2458336.37984	17.053	0.006
2458348.36218	17.522	0.024	2458348.36217	17.043	0.055
2458397.27162	17.490	0.006	2458397.27543	17.051	0.012
2458645.48990	17.581	0.011	2458645.49214	17.061	0.006
2458690.39012	17.553	0.028	2458690.39101	17.051	0.008
2458702.36144	17.545	0.012	2458702.36264	17.027	0.018

Табела В.2-27: Вредности за криве сјаја објекта 1603+699 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456482.44700	17.141	0.031	2456482.45159	16.796	0.019
2456541.45615	17.033	0.058	2456541.46487	16.765	0.056
2456804.55576	17.123	0.016	2456804.56700	16.731	0.026
2456836.54986	17.128	0.013	2456836.55351	16.749	0.021
2456842.38579	17.160	0.016	2456842.39490	16.768	0.025
2456949.29255	17.026	0.084	2456949.30199	16.696	0.005
2457095.67671	17.326	0.030	2457095.67533	16.842	0.005
2457098.52594	17.283	0.044	2457098.52455	16.847	0.020
2457109.58784	17.221	0.006	2457109.58644	16.819	0.005
2457110.58927	17.212	0.035	2457110.58786	16.826	0.015
2457112.58904	17.262	0.025	2457112.58763	16.805	0.012
2457113.58924	17.226	0.007	2457113.58784	16.822	0.005
2457126.58886	17.236	0.014	2457126.58746	16.828	0.005
2457127.59956	17.256	0.023	2457127.59815	16.741	0.006
-	-	-	2457134.50587	16.786	0.006
2457136.57844	17.224	0.044	2457136.57702	16.795	0.009
2457149.58187	17.286	0.008	2457149.58046	16.782	0.005
-	-	-	2457150.59492	16.788	0.005
2457158.56828	17.227	0.018	2457158.56686	16.786	0.005
2457159.55959	17.252	0.018	2457159.55817	16.791	0.005
2457185.52132	17.115	0.031	2457185.52497	16.746	0.005
2457220.47467	17.137	0.011	2457220.47831	16.763	0.010
2457572.49598	17.280	0.005	2457572.49893	16.890	0.005
-	-	-	2457605.48337	16.880	0.007
-	-	-	2457627.39440	16.872	0.005
-	-	-	2457629.51995	16.850	0.016
-	-	-	2457634.36729	16.884	0.005
-	-	-	2457656.35719	16.877	0.033
-	-	-	2457661.36685	16.843	0.007
2457816.31848	17.112	0.028	2457816.32005	16.718	0.022
2457840.53679	17.134	0.013	2457840.53836	16.758	0.006
2457929.50104	17.116	0.036	2457929.50473	16.658	0.005
2457935.51398	17.072	0.005	2457935.51763	16.652	0.005
2457954.50559	17.087	0.020	2457954.50931	16.705	0.048
2457963.49646	17.115	0.034	2457963.50011	16.630	0.060
2457982.37825	17.108	0.022	2457982.38190	16.695	0.005
2457992.38437	17.060	0.010	2457992.38802	16.679	0.008
2458012.31422	17.049	0.040	2458012.31787	16.660	0.018
2458020.34942	17.183	0.047	2458020.35303	16.831	0.006
2458229.56756	17.069	0.042	-	-	-
2458250.49463	17.035	0.008	2458250.49824	16.744	0.014
2458281.49326	17.040	0.031	2458281.49691	16.662	0.005
2458337.43432	17.060	0.010	2458337.43815	16.643	0.028
2458344.39478	17.064	0.038	2458344.40259	16.670	0.024
2458397.29407	17.084	0.017	2458397.29787	16.727	0.026
2458435.20929	17.070	0.030	2458435.21082	16.653	0.006
2458615.50506	17.108	0.005	2458615.50662	16.666	0.011
2458645.50223	17.106	0.005	2458645.50378	16.672	0.013

Табела В.2-28: Вредности за криве сјаја објекта 1607+604 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456482.46381	17.308	0.009	2456482.47802	16.917	0.005
2456717.65013	17.246	0.024	2456717.65512	16.886	0.020
2456805.54042	17.192	0.024	2456805.55152	16.815	0.005
2456837.37047	17.152	0.009	2456837.37411	16.798	0.009
2456842.42669	17.181	0.009	2456842.43032	16.813	0.012
2456949.34994	17.306	0.155	2456949.35371	16.933	0.039
2457095.67813	17.244	0.039	2457095.67952	16.821	0.022
2457098.52750	17.197	0.021	2457098.52889	16.747	0.017
2457109.58942	17.261	0.034	2457109.59082	16.898	0.024
2457110.59083	17.390	0.033	2457110.59224	16.878	0.022
2457112.59063	17.288	0.037	2457112.59204	16.852	0.024
2457113.59081	17.269	0.037	2457113.59222	16.898	0.023
2457126.59033	17.373	0.034	2457126.59173	16.895	0.025
2457127.60102	17.371	0.037	2457127.60242	16.913	0.023
2457136.57992	17.316	0.026	2457136.58171	16.932	0.023
2457149.58339	17.525	0.045	2457149.58488	16.857	0.022
2457150.59795	17.454	0.040	2457150.59935	17.045	0.025
2457158.56985	17.507	0.034	2457158.57134	17.007	0.023
2457159.56121	17.428	0.035	2457159.56263	16.973	0.023
2457185.55556	17.479	0.038	2457185.55919	17.009	0.042
2457220.51060	17.503	0.037	2457220.51424	17.027	0.013
2457572.51038	17.588	0.048	2457572.51333	16.983	0.025
-	-	-	2457605.49661	17.123	0.021
-	-	-	2457627.40496	17.140	0.005
-	-	-	2457634.38188	17.123	0.010
-	-	-	2457659.34793	16.894	0.074
2457841.56311	17.560	0.013	2457841.56538	17.121	0.008
2457903.43320	17.454	0.011	2457903.43550	17.026	0.009
2457929.52234	17.576	0.017	2457929.52605	17.046	0.041
2457935.53477	17.550	0.031	2457935.53842	16.983	0.024
2457954.52590	17.522	0.025	2457954.52961	16.997	0.016
2457963.51443	17.547	0.009	2457963.51808	17.098	0.098
2457982.39842	17.498	0.040	2457982.40207	16.959	0.028
2458012.33205	17.308	0.018	2458012.33569	16.898	0.013
2458040.29839	17.411	0.015	2458040.30123	16.951	0.017
2458229.39034	17.372	0.001	2458229.39396	16.949	0.027
2458231.45699	17.426	0.018	2458231.44767	16.953	0.034
2458232.50606	17.366	0.066	2458232.50606	16.923	0.032
-	-	-	2458281.51677	17.027	0.024
2458320.34751	17.369	0.041	2458320.36055	16.982	0.006
2458337.45136	17.467	0.013	2458337.45520	16.953	0.060
2458348.40868	17.411	0.020	2458348.41252	16.996	0.023
-	-	-	2458371.36409	16.814	0.025
2458396.29309	17.299	0.012	2458396.29690	16.915	0.045
2458436.22809	17.351	0.016	2458436.22793	16.916	0.017
2458615.51370	17.677	0.006	2458615.51595	17.091	0.032
2458690.39588	17.546	0.009	2458690.39745	17.084	0.010
2458702.39578	17.499	0.005	2458702.39768	17.037	0.013

Табела В.2-29: Вредности за криве сјаја објекта 1612+378 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456482.48897	16.697	0.010	2456482.50373	16.329	0.013
2456805.57751	16.686	0.010	2456805.58862	16.288	0.015
2456837.55434	16.701	0.005	2456837.55797	16.271	0.005
2456932.30467	16.733	0.019	2456932.30831	16.334	0.006
2457095.68314	16.803	0.018	2457095.68163	16.354	0.007
2457098.53202	16.795	0.018	2457098.53063	16.362	0.013
2457109.59410	16.797	0.018	2457109.59269	16.394	0.013
2457110.59552	16.841	0.018	2457110.59411	16.368	0.011
2457112.59533	16.745	0.017	2457112.59392	16.370	0.012
2457113.59552	16.743	0.015	2457113.59411	16.397	0.011
2457126.59528	16.828	0.018	2457126.59377	16.380	0.012
2457127.60612	16.821	0.021	2457127.60459	16.376	0.013
2457136.58541	16.822	0.013	2457136.58394	16.398	0.009
2457149.58827	16.801	0.016	2457149.58687	16.435	0.010
2457150.60267	16.760	0.014	2457150.60126	16.356	0.008
2457158.57473	16.858	0.016	2457158.57331	16.414	0.011
2457159.56609	16.811	0.018	2457159.56469	16.398	0.010
2457187.55038	16.844	0.019	2457187.55403	16.405	0.015
2457221.52980	16.847	0.013	2457221.53345	16.408	0.024
2457572.52356	16.981	0.006	2457572.52580	16.509	0.013
-	-	-	2457605.50931	16.552	0.005
-	-	-	2457627.41485	16.555	0.005
-	-	-	2457634.39197	16.546	0.024
-	-	-	2457656.30017	16.572	0.005
2457840.57428	17.062	0.019	2457840.57653	16.578	0.008
2457903.44733	17.105	0.005	2457903.44962	16.616	0.006
2457929.54688	17.042	0.037	2457929.55060	16.600	0.006
2457934.52869	17.050	0.018	2457934.53234	16.616	0.017
2457956.42628	17.087	0.024	2457956.42995	16.586	0.005
2457964.41591	17.063	0.012	2457964.41956	16.613	0.005
-	-	-	2457982.42197	16.595	0.013
2457993.40539	17.059	0.021	2457993.40903	16.586	0.005
2458012.29638	17.060	0.016	2458012.30002	16.605	0.025
2458040.27543	17.128	0.020	2458040.27829	16.661	0.028
2458230.53986	17.021	0.005	2458230.54347	16.565	0.017
2458250.51673	17.026	0.042	2458250.52035	16.580	0.013
2458281.53322	17.013	0.005	2458281.53686	16.576	0.028
2458311.49999	16.966	0.005	2458311.50293	16.539	0.009
2458335.43310	16.975	0.014	2458335.43638	16.541	0.009
2458345.42316	16.992	0.032	2458345.42665	16.520	0.042
2458690.40291	16.777	0.012	2458690.40448	16.376	0.006
2458702.38012	16.777	0.008	2458702.38149	16.379	0.008



Табела В.2-30: Вредности за криве сјаја објекта 1618+530 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456482.52042	16.813	0.024	2456482.52711	16.547	0.009
2456838.42016	16.887	0.007	2456838.42380	16.618	0.005
2456932.34044	16.871	0.031	2456932.34407	16.590	0.019
2457095.68519	16.816	0.033	2457095.68668	16.613	0.018
2457098.53364	16.863	0.011	2457098.53503	16.638	0.022
2457109.59584	16.878	0.018	2457109.59724	16.607	0.006
2457110.59725	16.853	0.013	2457110.59864	16.599	0.006
2457112.59707	16.872	0.023	2457112.59849	16.698	0.055
2457113.59728	16.839	0.013	2457113.59868	16.620	0.014
2457126.59722	16.858	0.007	2457126.59863	16.600	0.024
2457127.60824	16.868	0.007	2457127.60971	16.634	0.025
2457135.41779	16.941	0.019	2457135.42142	16.667	0.006
2457136.58760	16.939	0.031	2457136.58910	16.599	0.008
2457149.59013	16.895	0.015	2457149.59153	16.588	0.013
2457150.60443	16.916	0.015	2457150.60584	16.606	0.013
-	-	-	2457151.54785	16.624	0.013
2457158.57656	16.868	0.006	2457158.57798	16.643	0.033
2457159.56795	16.877	0.006	2457159.56936	16.597	0.033
2457216.47925	16.900	0.021	2457216.48289	16.599	0.013
2457572.53517	16.840	0.028	2457572.53742	16.574	0.034
-	-	-	2457605.51928	16.633	0.005
-	-	-	2457627.42483	16.642	0.005
-	-	-	2457634.40596	16.616	0.005
-	-	-	2457659.37578	16.611	0.023
2457840.59571	16.919	0.016	2457840.59796	16.661	0.023
2457903.46331	16.920	0.006	2457903.46558	16.671	0.013
2457930.43583	16.933	0.026	2457930.43951	16.610	0.005
2457935.55566	16.951	0.035	2457935.55931	16.519	0.011
2457954.54707	16.918	0.042	2457954.55076	16.599	0.015
2457964.43610	16.933	0.020	2457964.43975	16.649	0.008
2457982.43673	16.947	0.019	2457982.44038	16.649	0.052
2457993.42454	16.904	0.036	2457993.42818	16.671	0.046
2458012.34877	16.959	0.055	2458012.35242	16.609	0.005
2458041.27683	17.011	0.008	2458041.27969	16.758	0.073
2458230.56129	17.005	0.033	2458230.56491	16.753	0.069
2458335.45099	16.948	0.007	2458335.45464	16.694	0.047
2458344.42413	16.948	0.026	2458344.42796	16.702	0.008
2458436.22120	16.921	0.023	2458436.22044	16.655	0.028
2458690.41025	16.897	0.016	2458690.41182	16.640	0.005
2458702.40501	16.897	0.005	2458702.40690	16.642	0.014

Табела В.2-31: Вредности за криве сјаја објекта 1722+119 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456483.48129	15.297	0.018	2456483.49204	14.836	0.013
2456838.45645	15.024	0.013	2456838.46009	14.544	0.010
2457095.69024	15.700	0.008	2457095.68885	15.261	0.005
2457098.55208	15.585	0.005	2457098.55069	15.179	0.005
2457109.60058	15.559	0.006	2457109.59918	15.134	0.005
2457110.60199	15.538	0.007	2457110.60058	15.092	0.005
2457112.60185	15.526	0.008	2457112.60044	15.104	0.006
2457113.60206	15.535	0.009	2457113.60065	15.130	0.006
2457126.60217	15.581	0.007	2457126.60076	15.155	0.006
2457127.61274	15.572	0.009	2457127.61134	15.162	0.006
2457135.45551	15.759	0.010	2457135.46462	15.316	0.014
2457136.59275	15.789	0.012	2457136.59134	15.362	0.005
2457149.59522	15.782	0.015	2457149.59381	15.378	0.008
2457150.60943	15.803	0.013	2457150.60802	15.372	0.007
2457151.55148	15.772	0.013	2457151.55007	15.342	0.010
2457155.53345	15.772	0.005	2457155.53709	15.361	0.033
2457158.58165	15.739	0.013	2457158.58023	15.279	0.006
2457159.57304	15.686	0.006	2457159.57162	15.276	0.006
2457216.51454	15.426	0.013	2457216.51271	15.007	0.020
2457246.41572	15.549	0.009	2457246.41936	15.092	0.009
2457283.32238	15.668	0.007	2457283.32602	15.198	0.005
2457572.54545	15.505	0.080	2457572.54701	14.992	0.005
-	-	-	2457606.38903	14.668	0.005
-	-	-	2457629.36501	14.372	0.005
-	-	-	2457635.34299	14.423	0.005
-	-	-	2457656.29446	14.484	0.006
2457840.60657	15.333	0.023	2457840.60686	14.941	0.028
2457903.49269	15.257	0.005	2457903.49300	14.784	0.015
2457930.48484	15.237	0.005	2457930.48851	14.790	0.005
2457936.45386	15.175	0.009	2457936.45751	14.757	0.005
2457956.44567	15.068	0.005	2457956.44934	14.646	0.005
2457964.45425	15.142	0.005	2457964.45789	14.713	0.005
2457983.39218	15.231	0.008	2457983.39583	14.816	0.005
2458011.30105	15.039	0.005	2458011.30470	14.631	0.005
2458281.34894	15.313	0.021	2458281.35259	14.891	0.006
2458311.48348	15.122	0.008	2458311.48643	14.734	0.005
2458320.42457	14.888	0.007	2458320.42716	14.485	0.007
2458335.41521	15.252	0.011	2458335.41781	14.833	0.005
2458344.37162	15.132	0.019	2458344.37442	14.720	0.019
2458348.38622	15.340	0.030	2458348.38763	14.923	0.031
2458396.24346	14.991	0.059	2458396.23963	14.596	0.008
2458543.58629	15.842	0.005	2458543.58788	15.383	0.005
2458549.60723	16.081	0.033	2458549.60748	15.634	0.005
2458690.43323	16.772	0.029	2458690.43377	16.344	0.008
2458702.37213	16.780	0.018	2458702.37316	16.301	0.016
2458703.31468	16.719	0.005	2458703.31589	16.258	0.011
2458704.36395	16.665	0.057	2458704.36520	16.225	0.005

Табела В.2-32: Вредности за криве сјаја објекта 1730+604 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456484.43665	17.988	0.023	2456484.44900	17.741	0.016
2456838.49390	18.017	0.026	2456838.49753	17.794	0.034
2456842.56972	18.063	0.088	2456842.57336	17.703	0.060
2456950.30029	18.161	0.031	2456950.30406	17.926	0.024
2457096.63029	18.102	0.076	2457096.63168	17.911	0.037
2457098.57077	18.210	0.062	2457098.57216	17.859	0.027
2457109.56731	18.123	0.073	2457109.56872	17.897	0.011
2457110.56796	18.226	0.005	2457110.56936	17.881	0.005
2457112.56800	18.232	0.005	2457112.56940	17.879	0.005
2457113.56799	18.008	0.049	-	-	-
-	-	-	2457126.61610	17.831	0.062
2457127.61714	18.078	0.049	2457127.61854	17.919	0.055
2457133.51154	18.150	0.051	2457133.51296	17.841	0.016
2457135.49344	18.296	0.032	2457135.49708	17.981	0.083
-	-	-	2457136.55955	17.819	0.024
2457149.59762	18.099	0.031	2457149.59909	17.853	0.024
-	-	-	2457150.57661	18.052	0.097
2457154.60257	18.100	0.005	2457154.60398	17.915	0.005
2457158.58412	18.142	0.030	2457158.58554	17.910	0.020
2457159.57547	18.193	0.030	2457159.57690	17.938	0.020
2457218.40389	18.256	0.020	2457218.40753	17.979	0.032
-	-	-	2457221.57481	17.890	0.075
2457225.46266	18.263	0.023	2457225.46631	17.978	0.031
2457246.47152	18.264	0.076	2457246.47516	18.027	0.039
2457283.36520	18.259	0.026	2457283.36885	17.965	0.050
2457574.37991	18.243	0.096	2457574.38355	17.977	0.052
-	-	-	2457605.53319	17.945	0.024
-	-	-	2457606.46622	17.948	0.020
-	-	-	2457627.43570	17.922	0.005
-	-	-	2457629.37592	17.958	0.005
-	-	-	2457634.41573	17.897	0.005
-	-	-	2457656.36653	17.915	0.005
-	-	-	2457661.37970	17.961	0.014
2457840.61608	18.038	0.005	2457840.61764	17.832	0.005
2457843.43194	18.124	0.005	2457843.43781	17.830	0.030
2457870.55142	18.070	0.006	2457871.53725	17.802	0.023
2457936.47791	17.971	0.076	2457936.48156	17.676	0.076
2457954.57012	17.876	0.013	2457954.57380	17.606	0.074
2457963.53655	17.881	0.005	2457963.54019	17.598	0.034
2457982.45771	17.948	0.064	2457982.46137	17.651	0.025
-	-	-	2457992.45837	17.640	0.018
2458011.32044	17.927	0.005	2458011.32409	17.706	0.009
2458041.33091	17.976	0.056	-	-	-
2458081.22845	17.951	0.046	2458081.23131	17.598	0.061
2458231.55352	17.866	0.015	2458231.56080	17.643	0.005
2458256.52594	17.962	0.005	2458256.52955	17.682	0.051
2458320.44423	18.009	0.011	2458320.45149	17.701	0.052
2458337.46966	17.979	0.058	2458337.47350	17.713	0.008
2458348.45987	17.974	0.071	2458348.46370	17.683	0.045
2458396.33144	17.916	0.057	-	-	-
2458400.34921	17.917	0.078	2458400.35302	17.685	0.042
2458435.22722	17.891	0.006	2458435.22874	17.637	0.016
2458455.20282	17.916	0.023	2458455.20646	17.738	0.045
2458690.43739	17.747	0.013	2458690.43827	17.499	0.018
2458702.41421	17.760	0.014	2458702.41558	17.504	0.008
2458703.50861	17.745	0.016	2458703.51016	17.534	0.028

Табела В.2-33: Вредности за криве сјаја објекта 1741+597 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456482.54326	17.600	0.051	2456482.54994	17.145	0.031
2456838.56650	18.145	0.079	2456838.57014	17.491	0.067
2456932.42209	17.821	0.027	2456932.42587	17.302	0.040
2456950.33547	18.102	0.037	2456950.33924	17.518	0.021
2457096.63444	17.950	0.040	2457096.63305	17.375	0.026
2457098.57494	17.856	0.045	2457098.57355	17.370	0.026
2457109.57155	18.040	0.047	2457109.57014	17.578	0.037
2457110.57219	18.183	0.028	2457110.57078	17.466	0.028
2457112.57223	17.974	0.046	2457112.57083	17.533	0.022
2457113.57222	18.027	0.033	2457113.57081	17.484	0.023
2457126.61902	18.180	0.036	2457126.61762	17.655	0.019
2457127.62136	18.103	0.047	2457127.61996	17.585	0.022
2457133.51615	18.193	0.038	2457133.51437	17.672	0.026
2457136.56239	18.038	0.043	2457136.56097	17.651	0.033
2457149.60192	18.079	0.060	2457149.60051	17.623	0.035
2457150.57955	17.955	0.056	2457150.57815	17.440	0.037
2457154.60690	18.136	0.051	2457154.60550	17.549	0.039
-	-	-	2457158.58707	17.597	0.025
2457159.57975	18.117	0.054	2457159.57833	17.612	0.031
2457196.49895	18.240	0.006	2457196.50258	17.668	0.011
2457220.54786	18.169	0.045	2457220.55150	17.636	0.007
2457225.49854	18.114	0.056	2457225.50222	17.549	0.017
2457246.50605	18.083	0.055	2457246.50970	17.573	0.026
2457283.40968	18.298	0.043	2457283.41332	17.719	0.102
2457574.39707	18.387	0.011	2457574.40071	17.827	0.013
-	-	-	2457605.54874	17.958	0.006
-	-	-	2457606.48298	18.008	0.025
-	-	-	2457627.44694	17.960	0.010
-	-	-	2457629.38791	18.146	0.006
-	-	-	2457634.42421	18.120	0.080
-	-	-	2457656.37583	17.569	0.030
-	-	-	2457661.39935	17.721	0.005
2457843.45166	18.435	0.047	2457843.45754	17.978	0.027
2457845.38298	18.434	0.021	2457845.38884	17.904	0.049
2457903.50301	18.065	0.008	2457903.50528	17.580	0.030
2457936.50201	17.910	0.028	2457936.50565	17.432	0.011
2457963.55614	18.150	0.005	2457963.55979	17.638	0.092
2457982.47639	18.229	0.113	2457982.48004	17.503	0.005
2457992.47185	18.139	0.013	2457992.47550	17.611	0.014
2458011.33818	18.351	0.114	2458011.34182	17.711	0.071
2458042.29811	17.954	0.051	-	-	-
2458081.27758	17.823	0.072	2458081.27731	17.331	0.035
2458220.49829	18.082	0.078	2458220.50155	17.618	0.035
2458222.32971	18.161	0.039	2458222.33791	17.583	0.018
2458229.49800	17.969	0.174	2458229.50160	17.545	0.019
2458232.57100	18.091	0.163	2458232.57631	17.526	0.095
2458232.59318	17.933	0.016	2458232.59686	17.475	0.005
-	-	-	2458247.52815	17.359	0.016
2458250.57534	17.897	0.050	2458250.57895	17.466	0.010
2458281.40010	17.947	0.049	-	-	-
2458282.48278	17.955	0.025	2458282.48620	17.380	0.019
2458314.50447	17.787	0.047	2458314.51218	17.315	0.016
2458336.46069	17.918	0.044	2458336.46492	17.431	0.021
2458344.44997	17.689	0.016	2458344.45381	17.189	0.009
2458349.42276	17.758	0.050	2458349.42363	17.274	0.057
2458371.40083	18.018	0.060	2458371.40465	17.531	0.107
2458395.34204	18.012	0.073	2458395.34585	17.398	0.040
2458400.32468	17.797	0.037	2458400.32850	17.368	0.036

Наставак Табеле В.2-33.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2458435.21939	17.558	0.016	2458435.22092	17.068	0.005
2458455.22488	18.181	0.137	2458455.22851	17.634	0.076
2458549.59276	17.786	0.021	2458549.59498	17.267	0.008
2458690.41738	17.072	0.005	2458690.41895	16.641	0.005
2458702.49881	16.930	0.005	2458702.50106	16.537	0.005
2458703.46837	16.838	0.012	2458703.47062	16.447	0.006

Табела В.2-34: Вредности за криве сјаја објекта 1753+338 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456840.35488	18.675	0.026	2456840.35853	17.875	0.023
2456932.37714	18.660	0.095	2456932.38091	17.902	0.052
-	-	-	2457095.66402	17.853	0.071
-	-	-	2457096.63761	17.954	0.071
-	-	-	2457109.57471	17.850	0.043
-	-	-	2457110.57516	17.911	0.024
-	-	-	2457111.57540	17.945	0.025
-	-	-	2457112.57540	17.980	0.019
-	-	-	2457113.57539	17.778	0.068
-	-	-	2457126.62236	17.874	0.068
-	-	-	2457127.62469	17.752	0.040
-	-	-	2457133.51935	17.809	0.045
2457135.54134	18.738	0.059	2457135.54499	17.916	0.051
-	-	-	2457136.56563	17.872	0.061
-	-	-	2457149.60558	17.786	0.067
-	-	-	2457150.58306	17.881	0.067
-	-	-	2457154.61059	18.023	0.067
-	-	-	2457158.59239	17.895	0.037
-	-	-	2457159.58348	17.948	0.037
-	-	-	2457218.44277	17.974	0.059
-	-	-	2457574.42120	17.879	0.027
-	-	-	2457606.40047	17.854	0.012
-	-	-	2457627.46001	17.895	0.005
-	-	-	2457628.40439	17.825	0.019
-	-	-	2457629.39875	17.879	0.005
-	-	-	2457634.43395	17.739	0.023
-	-	-	2457656.31818	17.930	0.021
-	-	-	2457843.48973	17.906	0.005
2457845.57579	18.535	0.008	2457845.57806	17.895	0.006
2457904.49036	18.708	0.025	2457904.49264	17.942	0.010
-	-	-	2457934.55291	17.977	0.065
2457936.55023	18.595	0.005	2457936.55388	17.833	0.024
2457955.44155	18.474	0.057	2457955.44521	17.845	0.005
-	-	-	2457964.47579	17.875	0.005
-	-	-	2457982.49752	17.881	0.015
-	-	-	2457993.44675	17.968	0.011
2458011.35532	18.747	0.053	2458011.35897	17.899	0.025
2458231.57589	18.611	0.059	2458231.57954	17.992	0.038
2458256.54894	18.735	0.025	2458256.55255	17.985	0.013
-	-	-	2458335.47376	18.032	0.019
2458396.34876	18.753	0.066	2458396.35257	18.047	0.011
2458436.23706	18.701	0.017	2458436.23696	17.953	0.055
2458690.44229	18.686	0.009	2458690.44299	17.854	0.028
2458703.39762	18.704	0.010	2458703.40046	17.897	0.055

Табела В.2-35: Вредности за криве сјаја објекта 1759+756 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456484.48068	16.964	0.025	2456484.49060	16.612	0.027
2456840.39186	16.995	0.007	2456840.39550	16.616	0.012
2457011.33951	16.856	0.035	2457011.34097	16.705	0.011
2457013.26597	16.905	0.063	2457013.26737	16.689	0.040
2457014.65982	16.994	0.030	2457014.66121	16.632	0.057
2457015.67315	16.951	0.054	2457015.67455	16.713	0.076
2457016.74464	16.874	0.055	2457016.74604	16.605	0.058
-	-	-	2457017.71953	16.687	0.058
2457037.72255	16.916	0.035	2457037.72394	16.621	0.054
2457045.71017	16.965	0.015	2457045.71302	16.698	0.006
2457045.71156	16.986	0.015	2457045.71442	16.690	0.006
2457095.55518	16.979	0.045	2457095.55656	16.643	0.046
2457096.40433	17.042	0.043	2457096.40573	16.708	0.023
2457109.50319	16.981	0.044	2457109.50461	16.675	0.011
2457110.50109	17.043	0.050	2457110.50249	16.660	0.005
2457111.50113	16.972	0.013	2457111.50254	16.659	0.056
2457112.50107	16.990	0.075	2457112.50248	16.738	0.058
2457113.50109	16.884	0.068	2457113.50250	16.656	0.007
2457121.59182	16.980	0.034	2457121.59329	16.646	0.030
2457125.59485	16.932	0.018	2457125.59626	16.689	0.005
2457126.60870	16.906	0.047	2457126.61011	16.689	0.039
2457133.53357	16.972	0.025	2457133.53497	16.634	0.033
2457135.59241	17.047	0.022	2457135.59605	16.679	0.031
2457136.61093	16.937	0.027	2457136.61233	16.680	0.016
2457142.42373	16.975	0.023	2457142.42513	16.702	0.035
2457150.56447	16.942	0.034	2457150.56588	16.652	0.005
2457151.56172	16.990	0.013	2457151.56313	16.646	0.025
2457158.60853	16.971	0.016	2457158.61001	16.681	0.024
2457159.60894	16.949	0.016	2457159.61043	16.715	0.024
2457218.48027	17.061	0.020	2457218.48390	16.677	0.012
2457225.53509	17.016	0.027	2457225.53874	16.627	0.018
2457247.51096	17.056	0.030	2457247.51460	16.661	0.026
2457574.43815	16.996	0.005	2457574.44111	16.689	0.012
-	-	-	2457606.41936	16.698	0.008
-	-	-	2457627.47168	16.703	0.018
-	-	-	2457629.53304	16.727	0.005
-	-	-	2457634.46274	16.716	0.008
-	-	-	2457636.45960	16.695	0.052
-	-	-	2457659.39661	16.712	0.005
-	-	-	2457661.40966	16.708	0.007
2457694.44551	16.996	0.005	2457694.44715	16.659	0.010
2457843.51023	16.945	0.005	2457843.51339	16.667	0.014
2457936.52624	17.009	0.011	2457936.52989	16.678	0.017
2457955.46123	16.977	0.005	2457955.46494	16.655	0.021
2457963.57589	16.971	0.032	2457963.57953	16.657	0.025
2457982.51389	16.985	0.012	2457982.51754	16.712	0.013
2457992.49647	16.997	0.043	2457992.50012	16.680	0.005
2458011.41464	16.986	0.005	2458011.41829	16.656	0.016
2458040.34348	16.966	0.013	2458040.34634	16.620	0.005
2458081.30051	16.959	0.026	2458081.30337	16.599	0.046
2458231.59573	16.953	0.005	2458231.60216	16.633	0.011
2458336.43704	16.953	0.071	2458336.42661	16.647	0.072
2458344.47653	16.978	0.015	2458344.48359	16.672	0.013
2458397.34786	16.974	0.014	2458397.35167	16.580	0.015
2458401.43828	16.939	0.032	2458401.44209	16.569	0.038
2458404.33966	16.987	0.042	2458404.34347	16.572	0.018
2458435.23770	16.913	0.006	2458435.23761	16.639	0.005
2458690.44608	16.882	0.010	2458690.44696	16.622	0.016
2458703.32247	16.893	0.016	2458703.32402	16.596	0.005

Табела В.2-36: Вредности за криве сјаја објекта 1810+522 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456484.50532	17.771	0.056	2456484.51470	17.450	0.037
2456543.28147	17.779	0.043	2456543.29517	17.375	0.023
2456840.42714	17.845	0.008	2456840.43078	17.436	0.013
2456930.41026	17.788	0.023	2456930.41390	17.395	0.026
-	-	-	2457095.66573	17.512	0.019
2457096.64067	17.756	0.094	2457096.63928	17.485	0.074
2457098.65329	17.889	0.088	2457098.65183	17.589	0.017
2457109.57779	17.765	0.011	2457109.57638	17.565	0.097
2457110.57822	17.749	0.011	2457110.57682	17.428	0.071
2457112.57847	17.869	0.076	2457112.57705	17.529	0.042
2457113.57847	17.762	0.092	2457113.57706	17.589	0.092
2457126.62554	17.892	0.011	2457126.62413	17.459	0.091
2457127.62790	17.877	0.028	2457127.62649	17.587	0.058
2457133.52242	17.917	0.037	2457133.52101	17.505	0.013
2457136.56876	17.969	0.017	2457136.56735	17.486	0.062
2457149.60902	17.993	0.037	2457149.60761	17.574	0.040
-	-	-	2457150.58494	17.518	0.023
2457154.61433	17.816	0.047	2457154.61283	17.485	0.045
2457158.59610	17.882	0.045	2457158.59459	17.548	0.052
2457159.58706	17.819	0.045	2457159.58558	17.474	0.052
2457196.53432	17.855	0.021	2457196.53796	17.499	0.021
2457222.51045	17.794	0.092	2457222.51409	17.463	0.036
2457247.54645	17.794	0.042	2457247.55009	17.502	0.072
-	-	-	2457601.55240	17.579	0.005
-	-	-	2457627.48328	17.551	0.008
-	-	-	2457628.41503	17.593	0.026
-	-	-	2457629.40683	17.587	0.030
-	-	-	2457634.46999	17.627	0.040
-	-	-	2457659.40808	17.570	0.013
-	-	-	2457661.42777	17.554	0.015
2457843.52360	17.951	0.005	2457843.52809	17.582	0.010
-	-	-	2457904.50582	17.607	0.028
2457955.47973	17.959	0.042	2457955.48341	17.602	0.005
2457964.48932	17.950	0.012	2457964.49297	17.541	0.011
2457982.53420	17.930	0.005	2457982.53785	17.555	0.018
2457992.51844	17.909	0.005	2457992.52208	17.552	0.037
2458011.39207	17.956	0.062	2458011.39571	17.610	0.015
-	-	-	2458040.37080	17.627	0.091
-	-	-	2458231.42834	17.493	0.090
2458336.48090	17.885	0.012	2458336.48475	17.564	0.030
2458343.49068	17.979	0.077	2458343.49452	17.610	0.037
-	-	-	2458396.38008	17.459	0.085
2458435.24797	17.978	0.038	2458435.24772	17.627	0.038
-	-	-	2458455.25463	17.632	0.020
2458690.45050	18.054	0.017	2458690.45120	17.650	0.028
2458702.50763	18.009	0.040	2458702.50883	17.619	0.033
2458703.52848	18.009	0.037	2458703.52968	17.645	0.040

Табела В.2-37: Вредности за криве сјаја објекта 1811+317 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456484.56765	16.965	0.014	2456484.57694	16.502	0.015
2456543.32226	16.863	0.020	2456543.33780	16.444	0.011
2456840.46281	16.456	0.006	2456840.46645	16.047	0.010
2457095.66885	16.712	0.045	2457095.67024	16.324	0.023
2457096.64235	16.649	0.039	2457096.64373	16.291	0.023
2457098.67097	16.704	0.039	2457098.67237	16.181	0.059
2457109.57946	16.831	0.026	2457109.58087	16.459	0.059
2457110.57990	16.794	0.015	2457110.58131	16.376	0.023
2457112.58014	16.815	0.028	2457112.58155	16.343	0.005
2457113.58014	16.776	0.037	2457113.58154	16.345	0.035
2457126.62733	16.723	0.013	2457126.62873	16.295	0.011
2457127.62970	16.704	0.030	2457127.63111	16.311	0.045
2457133.52411	16.747	0.014	2457133.52552	16.374	0.043
2457136.57049	16.767	0.014	2457136.57190	16.313	0.018
2457138.56722	16.764	0.005	2457138.57086	16.334	0.005
2457149.61104	16.644	0.029	2457149.61251	16.288	0.005
2457150.58823	16.685	0.029	2457150.58965	16.292	0.005
2457154.61652	16.542	0.017	2457154.61804	16.153	0.006
2457158.59827	16.566	0.012	2457158.59979	16.161	0.023
2457159.58914	16.549	0.012	2457159.59063	16.129	0.023
2457216.55484	16.604	0.015	2457216.55848	16.201	0.025
2457278.37233	16.913	0.012	2457278.37596	16.503	0.008
2457574.47210	16.583	0.006	2457574.47505	16.127	0.050
-	-	-	2457601.56820	15.925	0.005
-	-	-	2457606.51850	15.934	0.007
-	-	-	2457628.44061	15.838	0.008
-	-	-	2457629.41486	15.882	0.005
-	-	-	2457635.35031	16.078	0.013
-	-	-	2457636.46464	16.075	0.054
-	-	-	2457656.32748	16.084	0.015
2457843.53510	16.416	0.030	2457843.53681	16.017	0.024
2457904.51285	16.180	0.013	2457904.51336	15.791	0.030
2457955.50228	16.117	0.021	2457955.50597	15.725	0.006
2457965.35212	16.383	0.014	2457965.35577	15.935	0.005
2457983.40943	16.160	0.005	2457983.41308	15.735	0.015
2457993.46273	16.081	0.028	-	-	-
2457995.36218	16.038	0.006	2457995.36583	15.618	0.018
2458011.43283	15.981	0.007	2458011.43648	15.585	0.018
2458277.55299	16.162	0.011	2458277.55667	15.773	0.005
2458280.47736	16.057	0.005	2458280.48101	15.691	0.013
2458320.47105	16.137	0.005	2458320.47433	15.743	0.005
2458337.48771	15.835	0.031	2458337.49155	15.470	0.018
2458348.43606	16.055	0.015	2458348.44549	15.655	0.032
2458371.38149	15.894	0.005	2458371.38530	15.493	0.020
2458397.31981	16.103	0.031	2458397.32362	15.687	0.024
2458436.24416	16.063	0.021	2458436.24368	15.647	0.011
2458615.57224	15.653	0.009	2458615.57275	15.313	0.007
2458690.45403	15.774	0.008	2458690.45456	15.412	0.005
2458702.49142	15.716	0.007	2458702.49227	15.360	0.005



Табела В.2-38: Вредности за криве сјаја објекта 1818+551 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456543.36039	17.075	0.032	2456543.37408	16.705	0.009
2456840.53900	17.023	0.005	2456840.54264	16.664	0.010
2456950.37378	17.043	0.018	2456950.37755	16.744	0.027
2457095.67341	17.154	0.041	2457095.67201	16.764	0.005
2457096.64685	17.096	0.008	2457096.64546	16.760	0.057
2457098.69251	17.108	0.016	2457098.69112	16.840	0.073
2457109.58400	17.085	0.011	2457109.58259	16.737	0.015
2457110.58481	17.100	0.016	2457110.58339	16.716	0.046
2457112.58467	17.123	0.030	2457112.58326	16.781	0.005
2457113.58467	17.080	0.018	2457113.58326	16.776	0.070
2457126.63236	17.105	0.005	2457126.63095	16.677	0.076
2457127.63435	17.106	0.049	2457127.63295	16.785	0.050
2457133.52864	17.037	0.055	2457133.52723	16.714	0.034
2457136.57507	17.115	0.042	2457136.57367	16.762	0.020
2457138.60519	16.994	0.005	2457138.60883	16.630	0.037
-	-	-	2457149.61458	16.734	0.081
-	-	-	2457150.59159	16.849	0.088
2457154.62175	17.058	0.005	2457154.62025	16.724	0.025
2457158.60350	17.058	0.015	2457158.60201	16.760	0.014
2457159.59417	17.037	0.015	2457159.59275	16.740	0.014
2457218.51536	16.970	0.020	2457218.51900	16.645	0.008
2457248.48384	16.965	0.011	2457248.48749	16.654	0.032
2457278.40829	16.966	0.005	2457278.41192	16.648	0.006
2457574.48731	17.089	0.005	2457574.49026	16.725	0.005
-	-	-	2457604.44584	16.737	0.020
-	-	-	2457606.53339	16.746	0.005
-	-	-	2457627.49696	16.753	0.017
-	-	-	2457628.42443	16.750	0.006
-	-	-	2457629.42411	16.744	0.005
-	-	-	2457630.50856	16.683	0.011
-	-	-	2457632.45763	16.727	0.022
-	-	-	2457634.47649	16.761	0.013
-	-	-	2457656.39722	16.780	0.071
-	-	-	2457659.41844	16.782	0.035
-	-	-	2457661.44818	16.761	0.023
2457843.54340	17.093	0.008	2457843.54509	16.764	0.008
2457905.43058	17.145	0.008	2457905.43110	16.762	0.027
2457955.52520	17.122	0.021	2457955.52892	16.791	0.005
2457956.46377	17.135	0.011	2457956.46745	16.759	0.030
2457965.38323	17.137	0.040	-	-	-
2457983.42861	17.139	0.021	2457983.43226	16.735	0.015
2457993.48158	17.140	0.069	2457993.48523	16.726	0.028
2458011.45185	17.119	0.005	2458011.45550	16.770	0.008
2458039.30337	17.180	0.030	2458039.30692	16.814	0.005
2458231.44535	17.188	0.008	2458231.44900	16.800	0.010
2458336.50373	17.142	0.012	2458336.51530	16.762	0.023
2458344.50765	17.149	0.022	2458344.50788	16.775	0.035
2458396.39282	17.217	0.030	2458396.39663	16.834	0.005
2458401.40777	17.187	0.019	2458401.41160	16.800	0.049
2458435.25681	17.141	0.005	2458435.25657	16.778	0.011
2458615.57679	17.185	0.078	2458615.57729	16.788	0.016
2458690.45738	17.163	0.039	2458690.45792	16.780	0.005
2458702.51562	17.182	0.040	2458702.51647	16.794	0.025
2458703.53936	17.180	0.012	2458703.54021	16.803	0.007

Табела В.2-39: Вредности за криве сјаја објекта 1838+575 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456543.39293	17.622	0.031	2456543.39974	16.972	0.052
2456840.57278	17.641	0.017	2456840.57642	16.928	0.064
2457136.62073	17.408	0.017	2457136.62214	16.704	0.045
2457155.57113	17.631	0.019	2457155.57478	16.994	0.022
2457159.60269	17.384	0.017	2457159.60411	16.768	0.045
2457196.56836	17.633	0.071	2457196.57200	16.957	0.009
2457218.55020	17.618	0.023	2457218.55384	16.978	0.020
2457247.58222	17.560	0.053	2457247.58586	16.909	0.050
2457274.31507	17.654	0.016	2457274.31871	16.985	0.018
2457279.31248	17.599	0.009	2457279.31611	16.966	0.020
2457574.50082	17.404	0.005	2457574.50376	16.757	0.020
-	-	-	2457604.46602	16.737	0.013
-	-	-	2457606.54678	16.758	0.021
-	-	-	2457627.50703	16.717	0.008
-	-	-	2457628.43161	16.715	0.005
-	-	-	2457629.43057	16.725	0.005
-	-	-	2457630.52626	16.708	0.028
-	-	-	2457634.48571	16.738	0.079
-	-	-	2457659.42454	16.865	0.012
-	-	-	2457661.45951	16.918	0.005
2457843.55313	17.432	0.005	2457843.55622	16.840	0.010
2457905.43731	17.526	0.086	2457905.43818	16.851	0.025
2457956.48197	17.319	0.005	2457956.48567	16.805	0.028
2457981.53536	17.314	0.016	2457981.53902	16.774	0.058
2457993.49909	17.386	0.044	2457993.50274	16.748	0.007
2458011.46889	17.427	0.043	2458011.47254	16.794	0.059
2458231.53601	17.397	0.051	2458231.54145	16.805	0.012
2458320.48796	17.312	0.005	2458320.49126	16.685	0.037
2458335.49421	17.365	0.023	2458335.49784	16.735	0.028
2458343.51593	17.347	0.017	2458343.51977	16.718	0.014
2458348.48615	17.374	0.053	2458348.48999	16.753	0.032
2458395.36007	17.363	0.047	2458395.36387	16.819	0.039
2458400.37356	17.443	0.085	2458400.37736	16.809	0.038
2458404.39185	17.335	0.059	2458404.39566	16.743	0.005
2458435.26480	17.429	0.005	2458435.26598	16.798	0.021
2458615.58126	17.503	0.052	2458615.58211	16.860	0.020
2458690.46129	17.454	0.010	2458690.46200	16.782	0.008
2458702.52218	17.434	0.005	2458702.52338	16.785	0.005
2458703.53392	17.448	0.005	2458703.53511	16.799	0.009

Табела В.2-40: Вредности за криве сјаја објекта 2111+801 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
-	-	-	2456543.47989	18.439	0.099
2456841.38493	18.843	0.026	2456841.38856	18.624	0.076
2456950.45126	18.972	0.048	2456950.45503	18.542	0.033
2457016.32846	18.781	0.067	2457016.32656	18.426	0.031
2457215.53186	18.458	0.040	2457215.53551	18.132	0.039
2457224.49973	18.460	0.035	2457224.50338	18.187	0.044
2457245.47243	18.512	0.091	2457245.47608	18.245	0.040
-	-	-	2457274.39523	18.239	0.026
2457279.39532	18.538	0.069	2457279.39897	18.169	0.027
2457332.25026	18.488	0.048	2457332.25390	18.202	0.069
2457574.53240	18.561	0.057	2457574.53604	18.273	0.008
-	-	-	2457604.50183	18.325	0.014
-	-	-	2457628.46021	18.191	0.009
-	-	-	2457629.43874	18.118	0.029
-	-	-	2457632.47097	18.154	0.006
-	-	-	2457656.41262	18.047	0.039
-	-	-	2457659.44447	17.988	0.050
-	-	-	2457661.49511	17.968	0.076
2457694.45533	18.102	0.014	2457694.45593	17.963	0.081
2457845.36420	17.834	0.005	2457845.36729	17.751	0.025
-	-	-	2457981.57902	17.901	0.023
2457995.41260	18.130	0.020	-	-	-
2458011.50483	18.171	0.018	2458011.50848	17.898	0.029
2458335.54399	18.084	0.047	2458335.54390	17.971	0.099
2458342.56440	18.143	0.040	2458342.56824	17.903	0.022
2458349.54397	18.075	0.029	2458349.54780	17.866	0.069
2458395.37854	18.070	0.006	2458395.39255	17.794	0.040
2458396.42047	18.104	0.049	2458396.42429	17.997	0.015
2458400.39873	18.111	0.092	2458400.40254	17.949	0.075
2458427.19946	18.108	0.005	2458427.20409	17.902	0.010
2458435.27624	18.003	0.028	2458435.27834	17.837	0.040
-	-	-	2458455.49720	17.906	0.028
2458690.47829	18.032	0.026	2458690.47883	17.848	0.005
2458703.42823	17.985	0.041	2458703.42910	17.840	0.038

Табела В.2-41: Вредности за криве сјаја објекта 2247+381 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456543.50595	16.810	0.030	2456543.51431	16.272	0.005
2456841.45934	16.652	0.005	2456841.46299	16.116	0.005
2456930.55744	16.792	0.013	2456930.56108	16.250	0.005
2457011.29614	16.783	0.030	2457011.29754	16.136	0.005
2457013.29727	16.740	0.030	2457013.29867	16.134	0.005
2457014.36968	16.980	0.007	2457014.37145	16.309	0.016
2457015.36967	16.750	0.007	2457015.37106	16.198	0.024
2457016.36899	16.887	0.008	2457016.37077	16.286	0.023
2457017.27580	16.760	0.008	2457017.27719	16.164	0.023
2457018.27158	16.771	0.005	2457018.27298	16.132	0.031
2457037.29174	16.777	0.005	2457037.29320	16.176	0.031
2457215.56947	16.833	0.007	2457215.57311	16.258	0.023
2457224.57253	16.868	0.063	2457224.57618	16.302	0.007
2457245.54715	16.926	0.025	2457245.55079	16.343	0.031
2457274.46505	16.955	0.032	2457274.46869	16.418	0.017
2457278.51538	16.937	0.013	2457278.51902	16.355	0.014
2457332.32797	16.701	0.008	2457332.33161	16.171	0.016
2457577.50868	16.491	0.005	2457577.51018	16.049	0.005
-	-	-	2457604.56220	16.059	0.014
-	-	-	2457606.43258	16.130	0.008
-	-	-	2457611.35007	16.125	0.005
-	-	-	2457627.56660	16.038	0.005
-	-	-	2457628.47872	16.003	0.005
-	-	-	2457629.44681	16.028	0.006
-	-	-	2457630.55411	16.016	0.017
-	-	-	2457634.51304	15.966	0.006
-	-	-	2457635.35573	16.024	0.014
-	-	-	2457656.41591	16.012	0.008
-	-	-	2457659.44819	16.162	0.030
-	-	-	2457661.50010	16.110	0.070
2457694.47580	16.706	0.006	2457694.47637	16.261	0.006
2457925.50278	16.710	0.020	2457925.50331	16.215	0.023
-	-	-	2457936.57354	16.109	0.005
2457956.57388	16.619	0.005	2457956.57755	16.092	0.005
-	-	-	2457965.46804	16.063	0.005
2457981.59543	16.697	0.005	2457981.59908	16.153	0.022
2457993.51819	16.666	0.005	2457993.52183	16.180	0.005
2458011.52301	16.664	0.017	2458011.52666	16.148	0.010
2458039.42987	16.701	0.005	2458039.43342	16.120	0.014
2458053.35002	16.794	0.005	2458053.35606	16.212	0.005
2458053.41923	16.692	0.005	2458053.42208	16.133	0.016
2458080.35546	16.674	0.005	2458080.35832	16.111	0.015
2458335.56277	16.688	0.006	2458335.56574	16.163	0.005
2458348.51150	16.651	0.006	2458348.51464	16.100	0.005
2458395.43667	16.706	0.012	2458395.44047	16.166	0.024
2458396.46861	16.688	0.047	2458396.47242	16.166	0.023
2458400.42535	16.703	0.026	2458400.42916	16.177	0.005
2458404.44113	16.647	0.032	2458404.44494	16.048	0.012
2458426.35765	16.701	0.027	2458426.36104	16.134	0.018
2458435.28550	16.746	0.020	2458435.28632	16.220	0.022
2458455.41345	16.727	0.005	2458455.41721	16.198	0.005
2458615.58954	16.811	0.005	2458615.59038	16.282	0.049
2458690.48495	16.941	0.013	2458690.48550	16.325	0.007
2458703.43504	16.922	0.037	2458703.43590	16.323	0.009

Табела В.2-42: Вредности за криве сјаја објекта 2316+238 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456543.52988	19.020	0.068	2456543.54660	18.522	0.077
2456841.49393	18.773	0.057	2456841.49757	18.429	0.061
-	-	-	2456931.52967	18.524	0.016
-	-	-	2457011.29919	18.481	0.052
-	-	-	2457013.30031	18.555	0.054
-	-	-	2457014.37304	18.478	0.054
-	-	-	2457016.37236	18.446	0.049
-	-	-	2457017.27886	18.377	0.049
-	-	-	2457018.27465	18.647	0.054
2457225.57558	18.912	0.061	2457225.57922	18.637	0.070
2457274.49434	18.895	0.050	2457274.50347	18.567	0.039
-	-	-	2457278.56493	18.495	0.083
2457332.37652	18.898	0.044	2457332.38015	18.510	0.018
-	-	-	2457577.54076	18.544	0.011
-	-	-	2457604.55364	18.489	0.030
-	-	-	2457627.57606	18.506	0.055
-	-	-	2457629.57770	18.485	0.036
-	-	-	2457630.56887	18.476	0.028
-	-	-	2457632.47800	18.503	0.005
-	-	-	2457634.51781	18.380	0.013
-	-	-	2457659.45922	18.474	0.061
-	-	-	2457661.51893	18.518	0.038
-	-	-	2457902.53713	18.645	0.005
2457924.56652	18.767	0.083	2457924.56809	18.409	0.071
-	-	-	2457982.56815	18.524	0.038
-	-	-	2457993.53994	18.446	0.027
2458011.54128	18.915	0.033	-	-	-
-	-	-	2458039.45843	18.473	0.062
2458053.44248	19.022	0.030	2458053.44533	18.567	0.069
2458080.40205	19.009	0.043	2458080.40491	18.651	0.081
2458320.52659	18.927	0.070	2458320.53023	18.544	0.098
2458336.54593	19.037	0.070	2458336.54977	18.711	0.063
2458343.54466	18.978	0.088	2458343.54851	18.658	0.075
2458395.41873	18.940	0.005	-	-	-
-	-	-	2458401.51199	18.635	0.058
2458426.36760	19.006	0.098	2458426.36425	18.581	0.009
2458435.29519	18.870	0.038	2458435.29508	18.512	0.058
-	-	-	2458690.48933	18.502	0.078
2458702.55778	18.948	0.053	2458702.55933	18.556	0.014

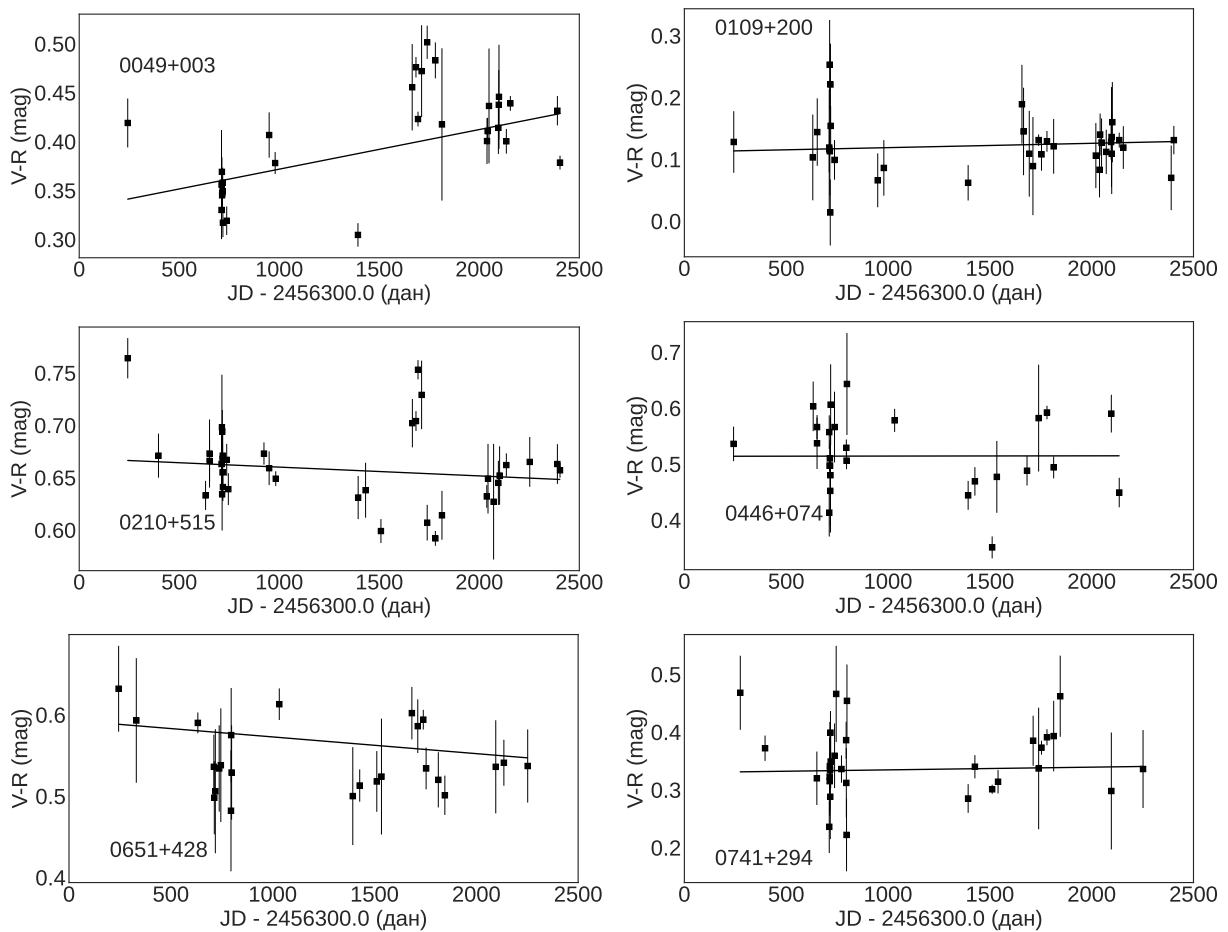
Табела В.2-43: Вредности за криве сјаја објекта 2322+396 у  $V$  и  $R$  филтру.

Јулијански датум ( $V$ )	$V$ (mag)	$\sigma_V$ (mag)	Јулијански датум ( $R$ )	$R$ (mag)	$\sigma_R$ (mag)
2456841.56678	18.440	0.096	2456841.57042	17.825	0.062
2456930.59237	18.777	0.038	2456930.59602	18.189	0.054
-	-	-	2457014.38830	18.738	0.064
2457219.52674	18.349	0.037	2457219.53037	17.785	0.058
2457248.52296	19.065	0.097	2457248.52660	18.453	0.017
-	-	-	2457274.53308	17.875	0.076
2457278.59875	18.665	0.060	2457278.60239	18.100	0.036
2457332.41572	18.589	0.033	2457332.41936	18.007	0.012
-	-	-	2457578.47432	18.042	0.041
-	-	-	2457606.44616	17.651	0.007
-	-	-	2457611.36256	17.424	0.005
-	-	-	2457627.58938	17.805	0.015
-	-	-	2457628.53651	18.003	0.019
-	-	-	2457629.45374	17.980	0.020
-	-	-	2457630.57688	17.966	0.095
-	-	-	2457632.48437	18.012	0.090
-	-	-	2457634.52889	17.825	0.044
-	-	-	2457656.42570	17.714	0.006
-	-	-	2457661.54405	18.148	0.018
2457695.28062	18.668	0.047	2457695.28209	18.159	0.036
2457925.50826	18.861	0.030	2457925.50915	18.406	0.012
-	-	-	2457982.58623	18.264	0.094
2457993.55591	18.767	0.005	2457993.55956	18.279	0.037
-	-	-	2458011.56308	18.465	0.016
2458039.47668	19.206	0.006	2458039.48024	18.746	0.085
2458320.50884	18.973	0.036	2458320.51248	18.315	0.017
2458337.50746	19.026	0.100	2458337.51129	18.756	0.084
-	-	-	2458344.53782	18.893	0.052
2458396.49299	19.646	0.013	2458396.49296	18.447	0.076
-	-	-	2458400.45341	18.418	0.096
2458435.36011	18.902	0.005	2458435.35768	18.336	0.036
2458702.57852	18.503	0.013	2458702.57928	18.040	0.080

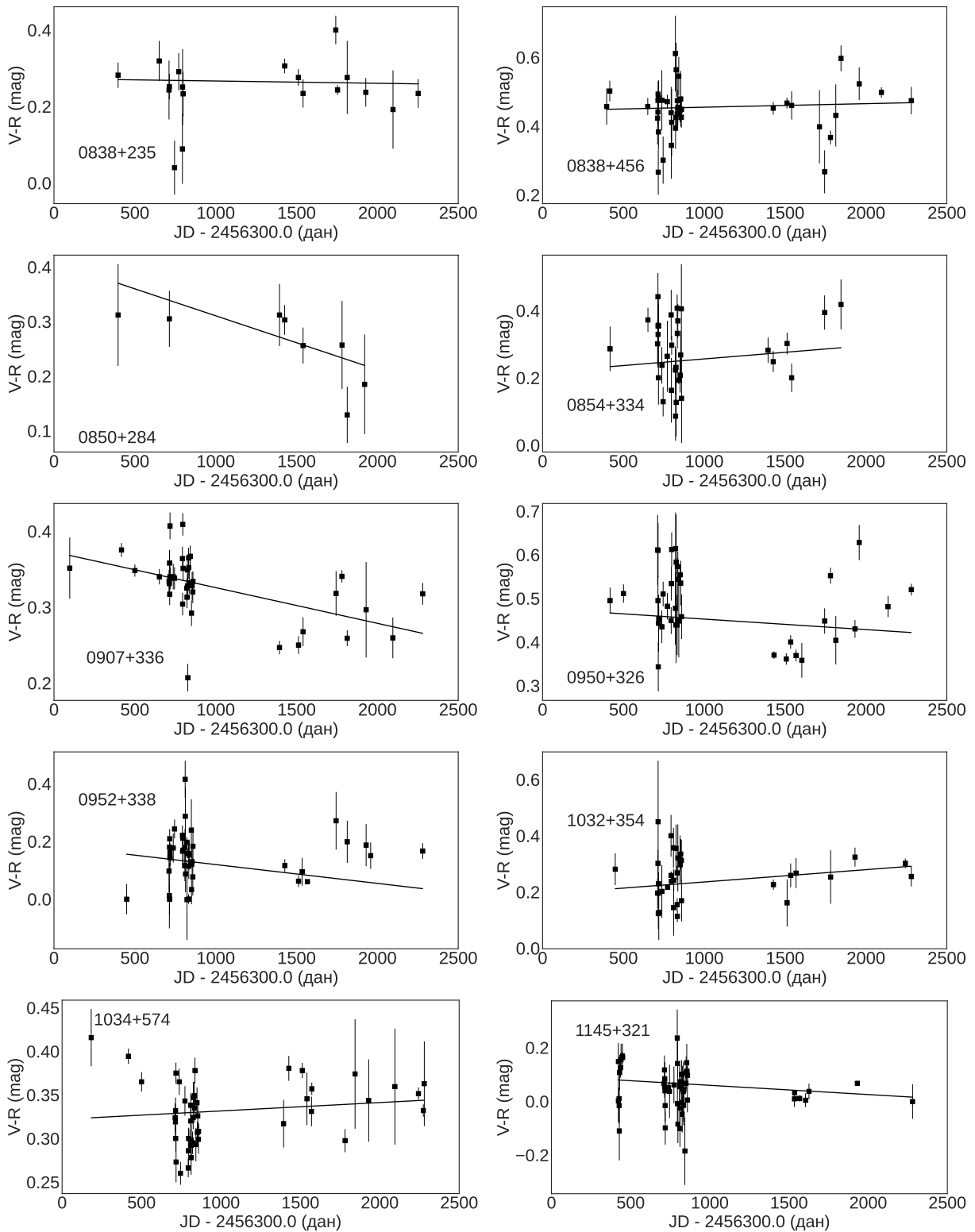
# Додатак Г

## Промена боје

### Г.1 Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом

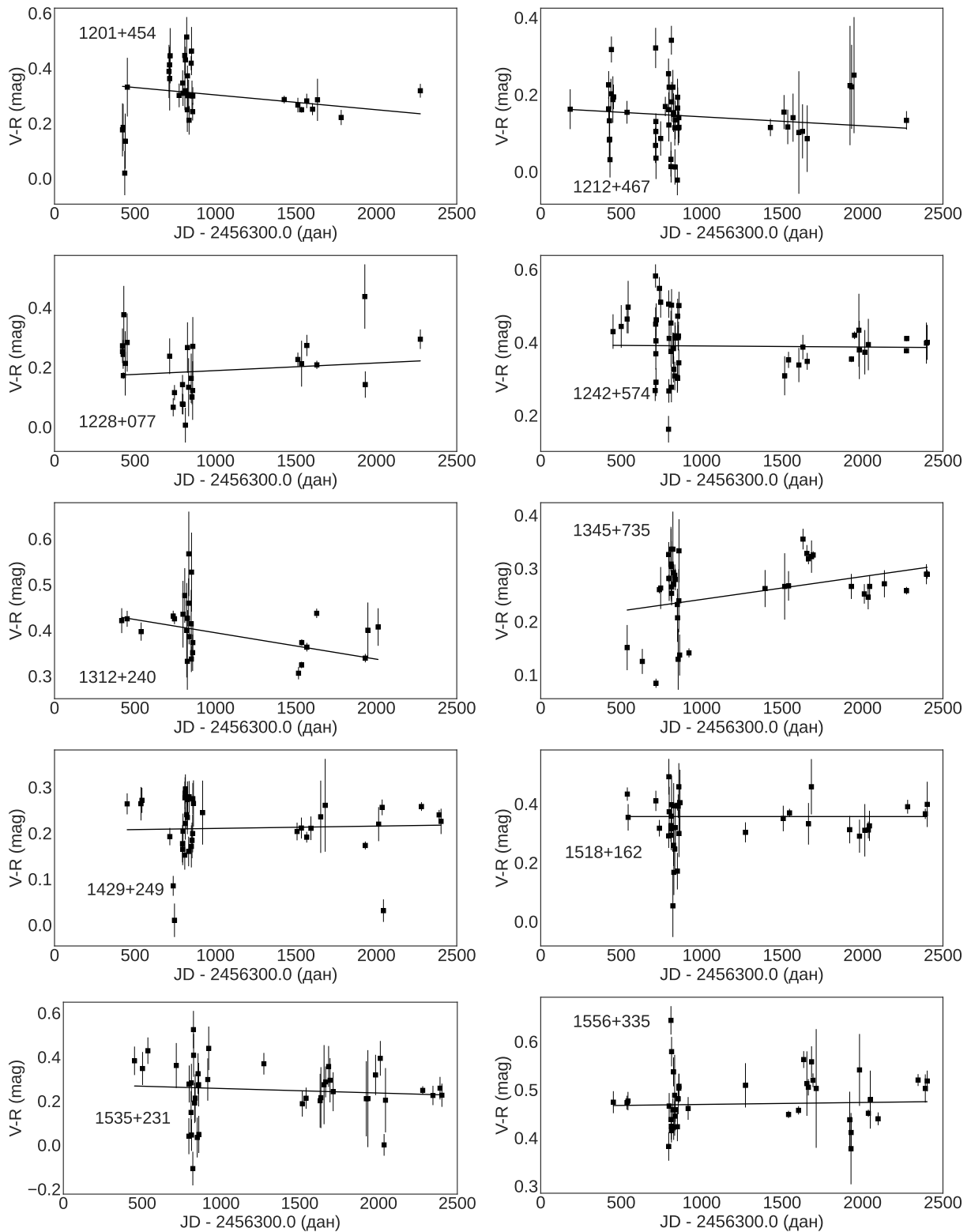


Слика Г.1-1: Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом за објекте 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294.

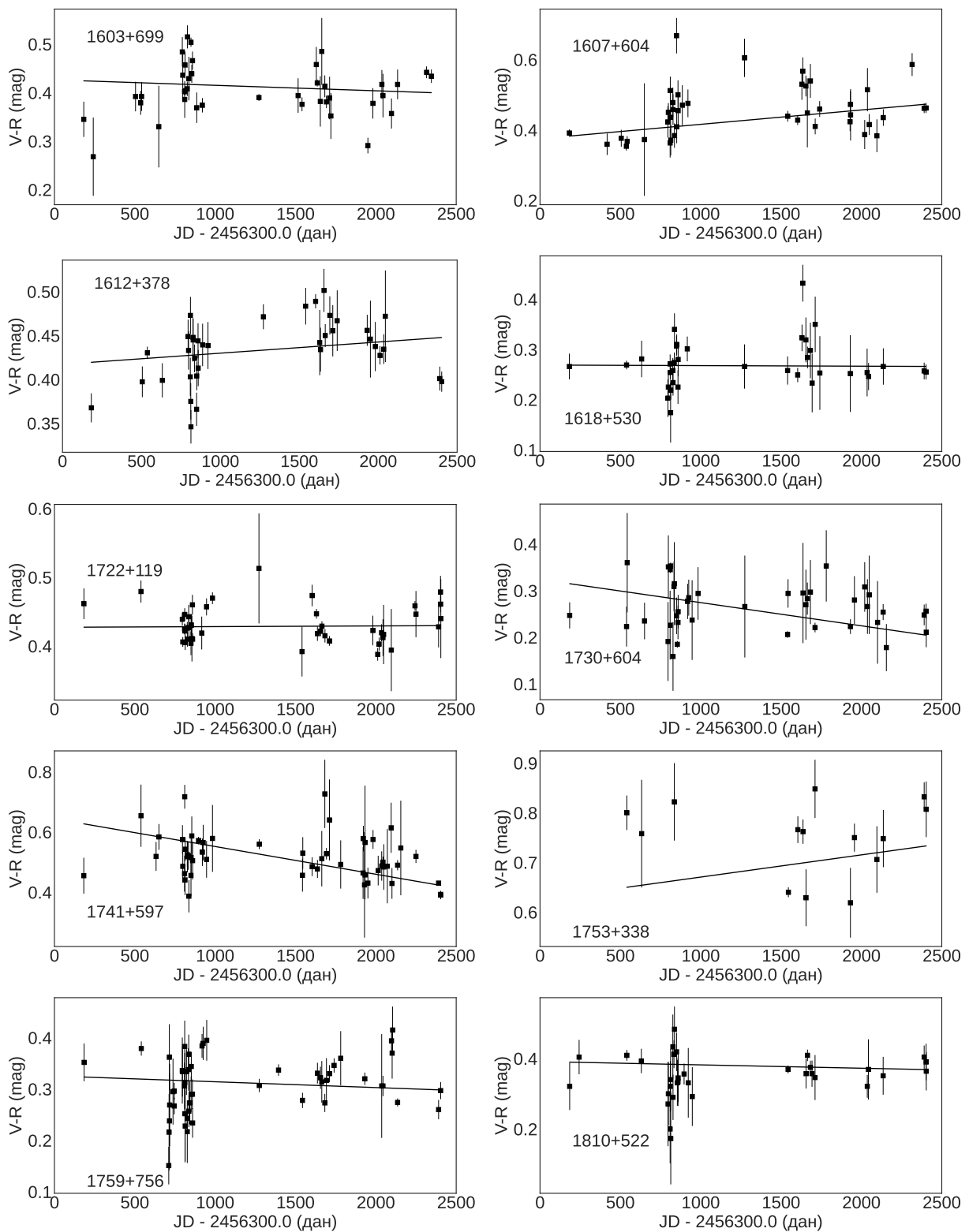


Слика Г.1-2: Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом за објекте 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321.

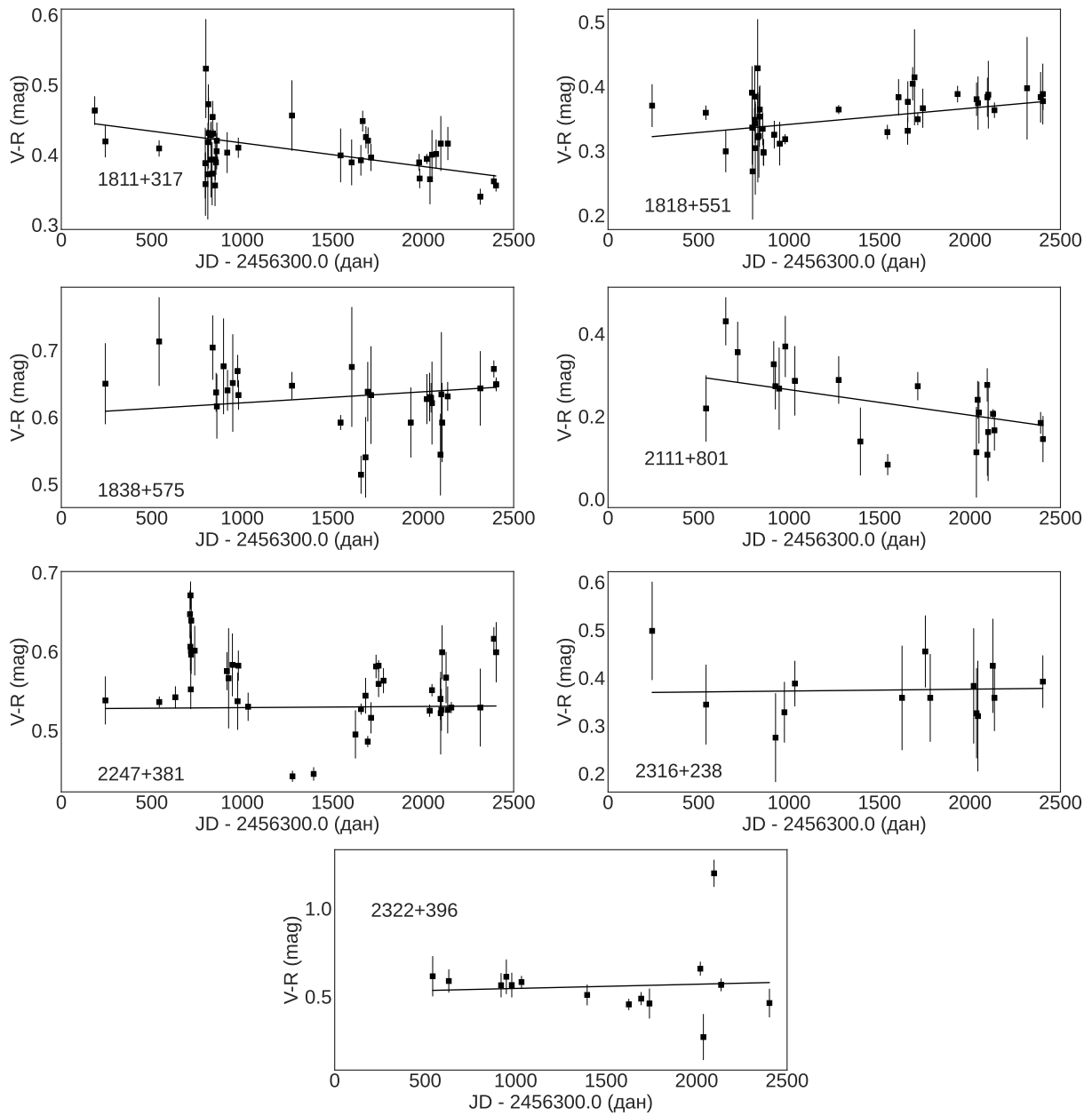




Слика Г.1-3: Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом за објекте 1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335.

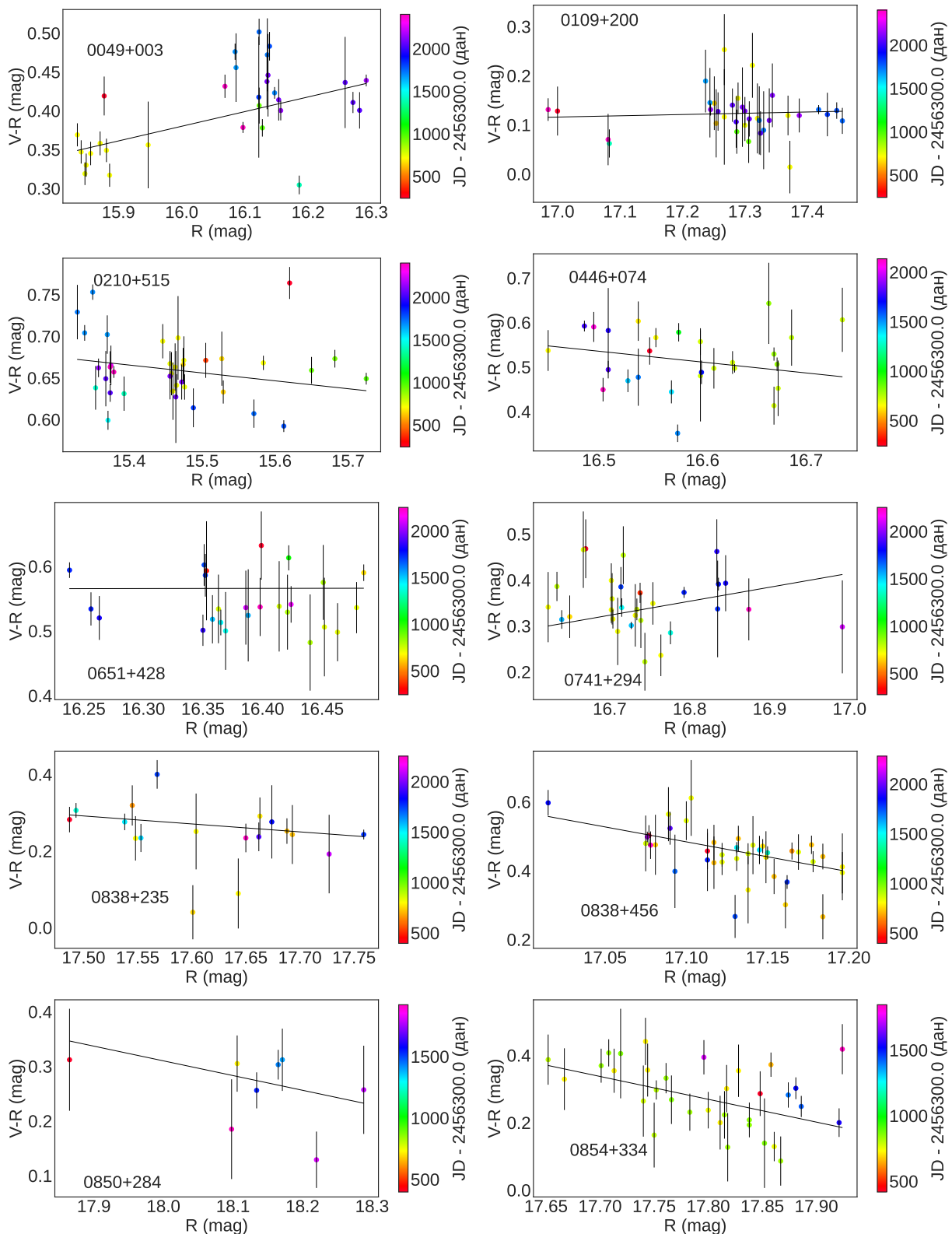


Слика Г.1-4: Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом за објекте 1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522.

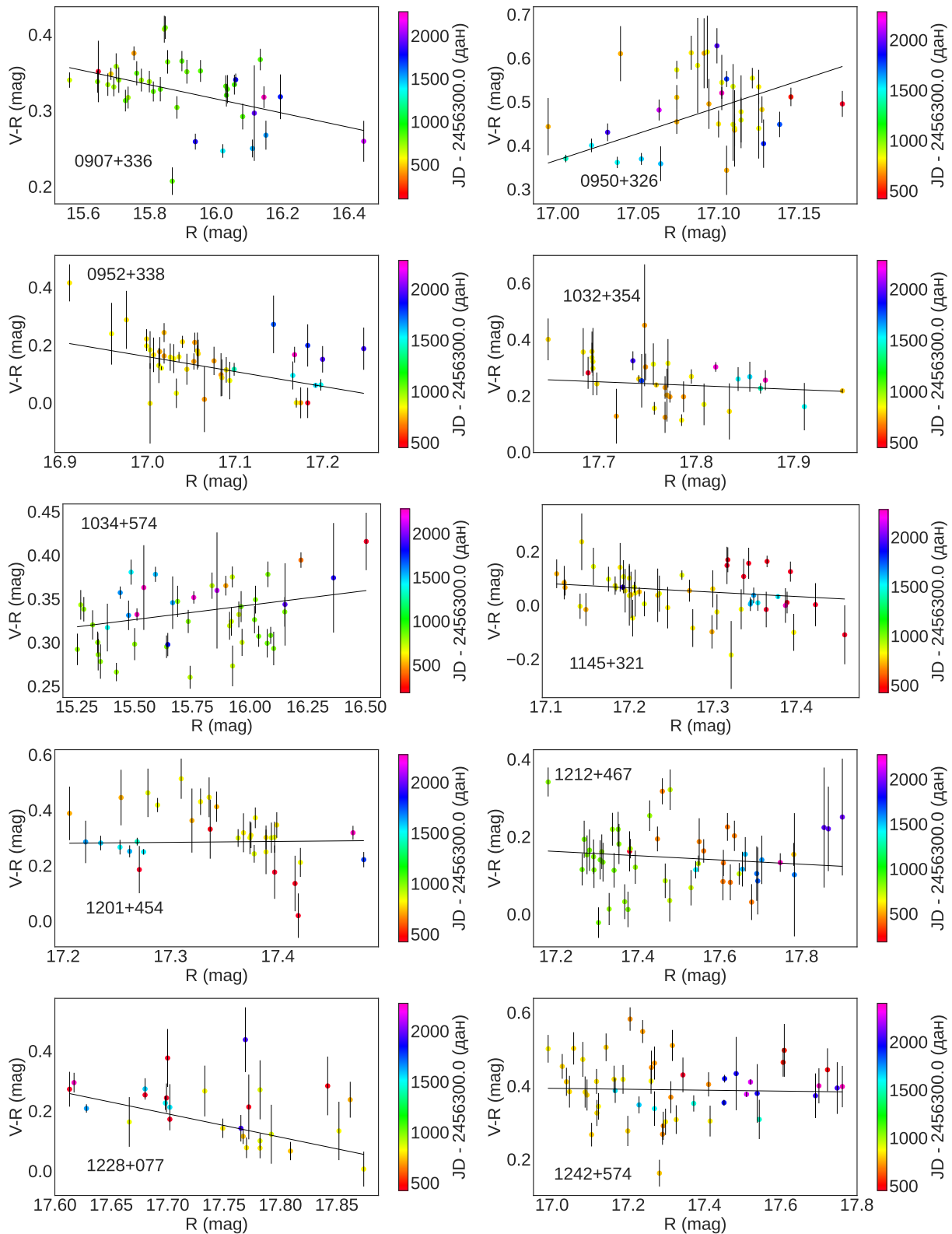


Слика Г.1-5: Промена колор индекса ( $V - R$ ) са временом за објекте 1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.

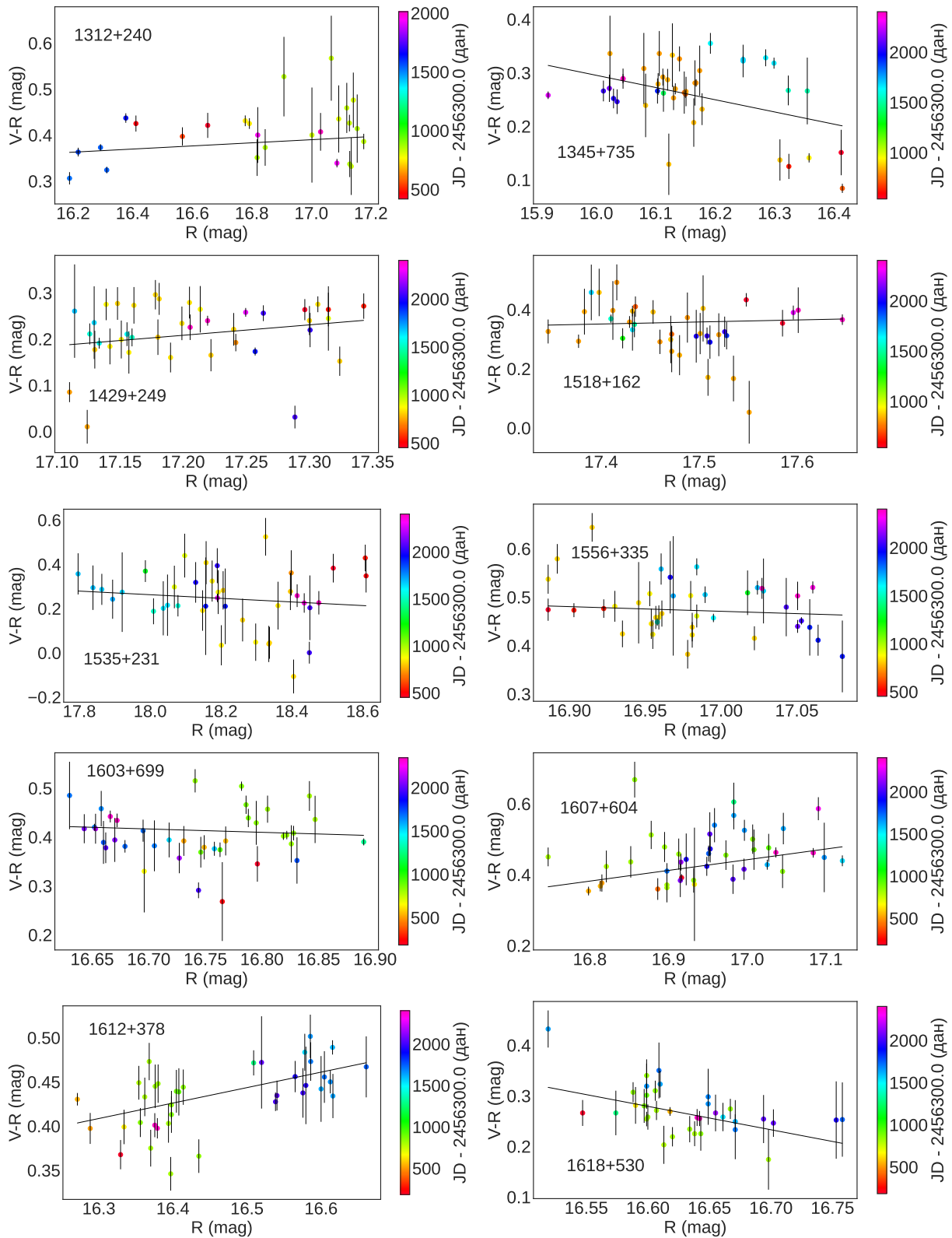
## Г.2 Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду $R$



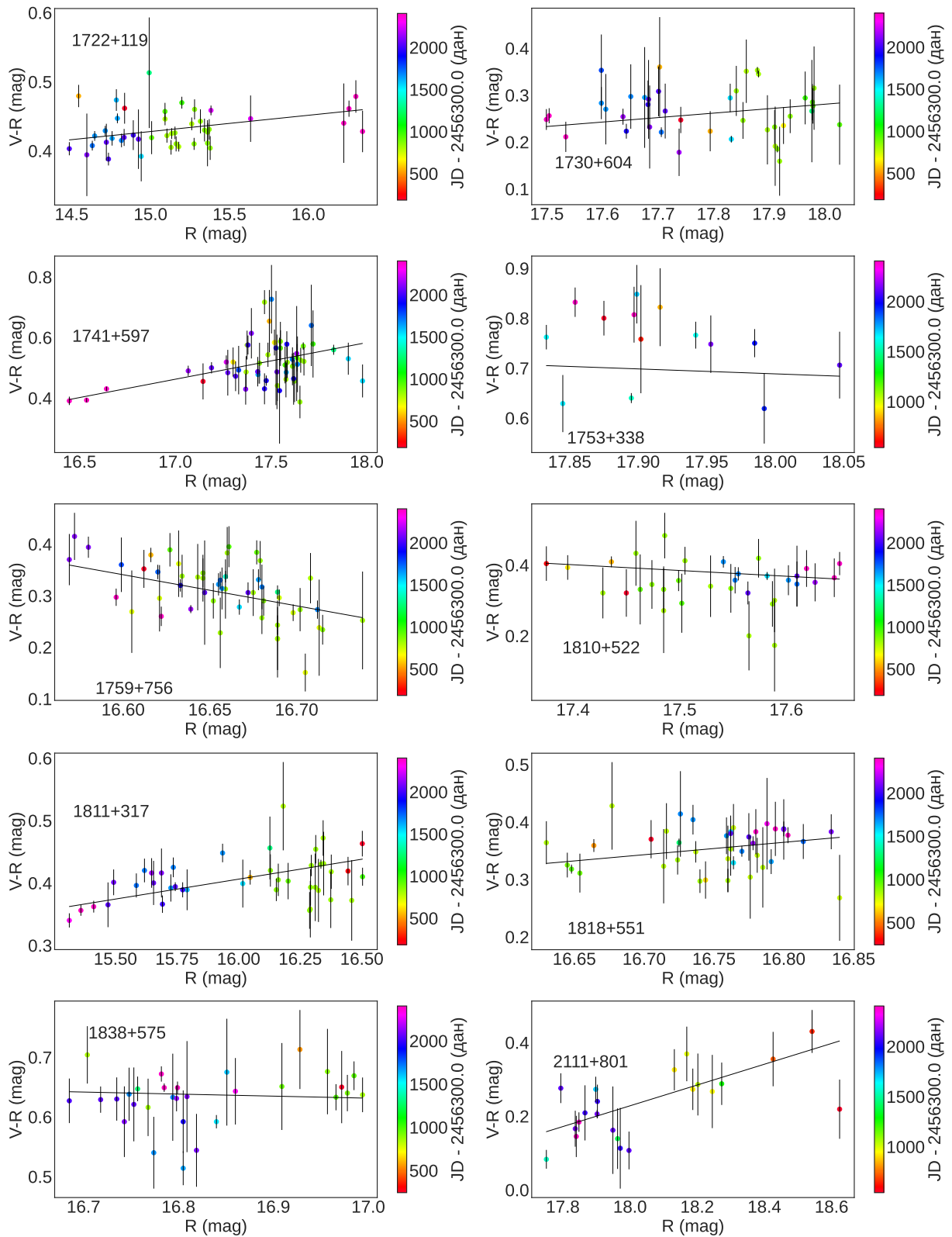
Слика Г.2-6: Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$  за објекте 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428, 0741+294, 0838+235, 0838+456, 0850+284 и 0854+334.



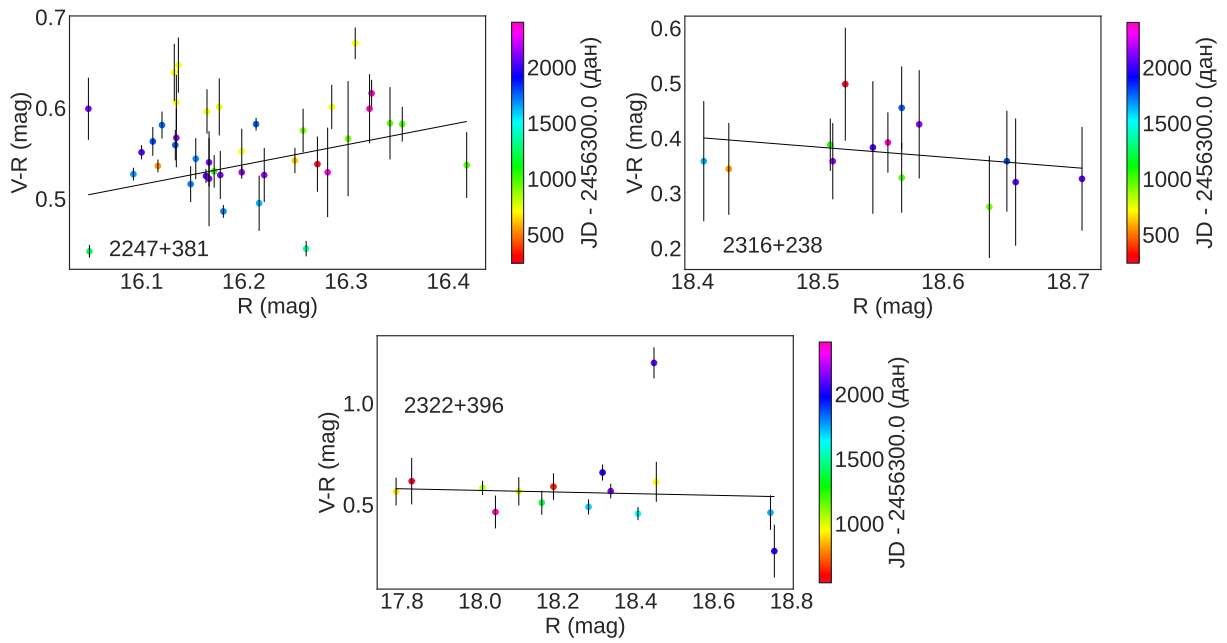
Слика Г.2-7: Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$  за објекте 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574, 1145+321, 1201+454, 1212+467, 1228+077 и 1242+574.



Слика Г.2-8: Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$  за објекте 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699, 1607+604, 1612+378 и 1618+530.



Слика Г.2-9: Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$  за објекте 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756, 1810+522, 1811+317, 1818+551, 1838+575 и 2111+801.



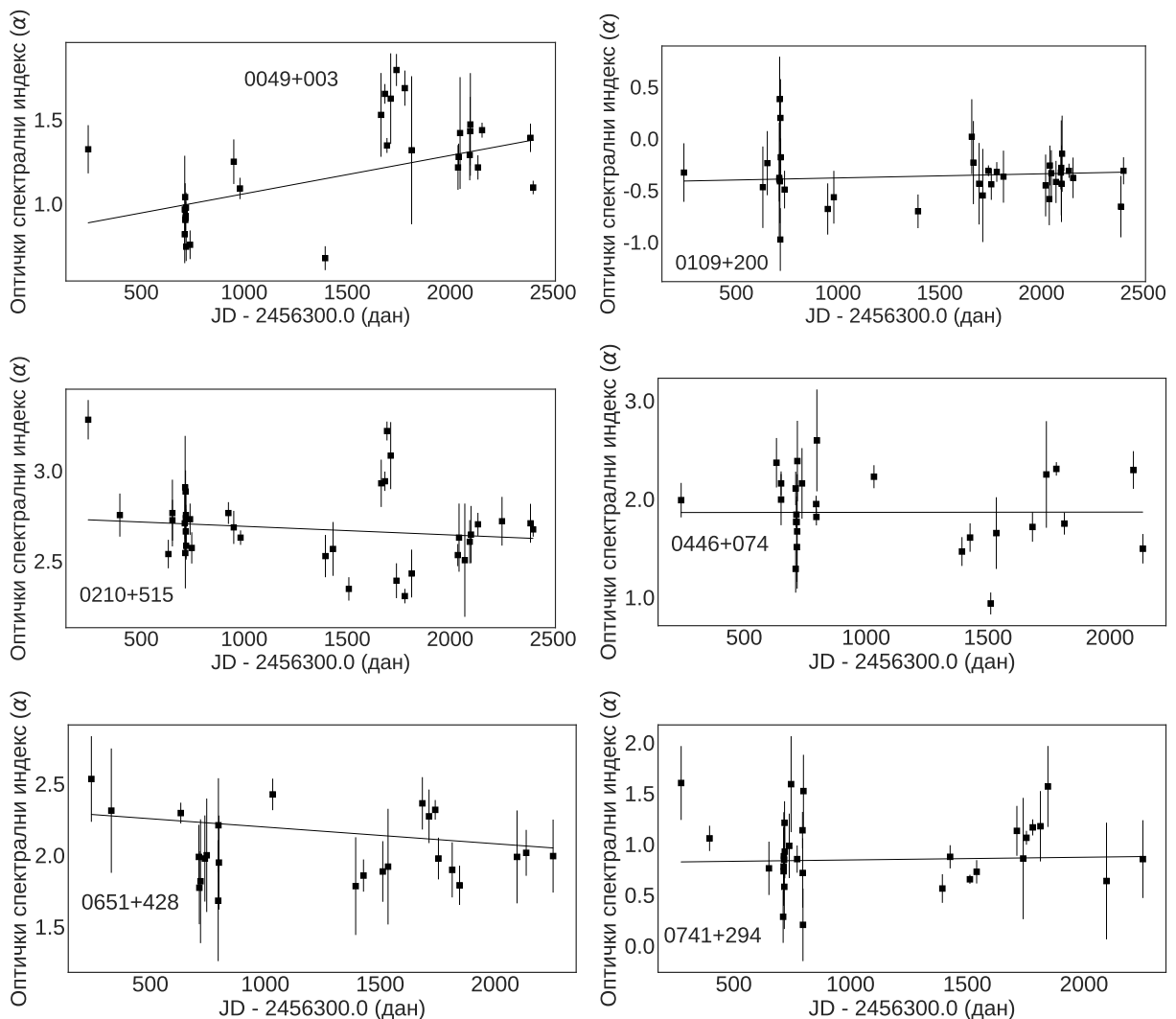
Слика Г.2-10: Зависност колор индекса ( $V - R$ ) у односу на магнитуду  $R$  за објекте 2247+381, 2316+238 и 2322+396.



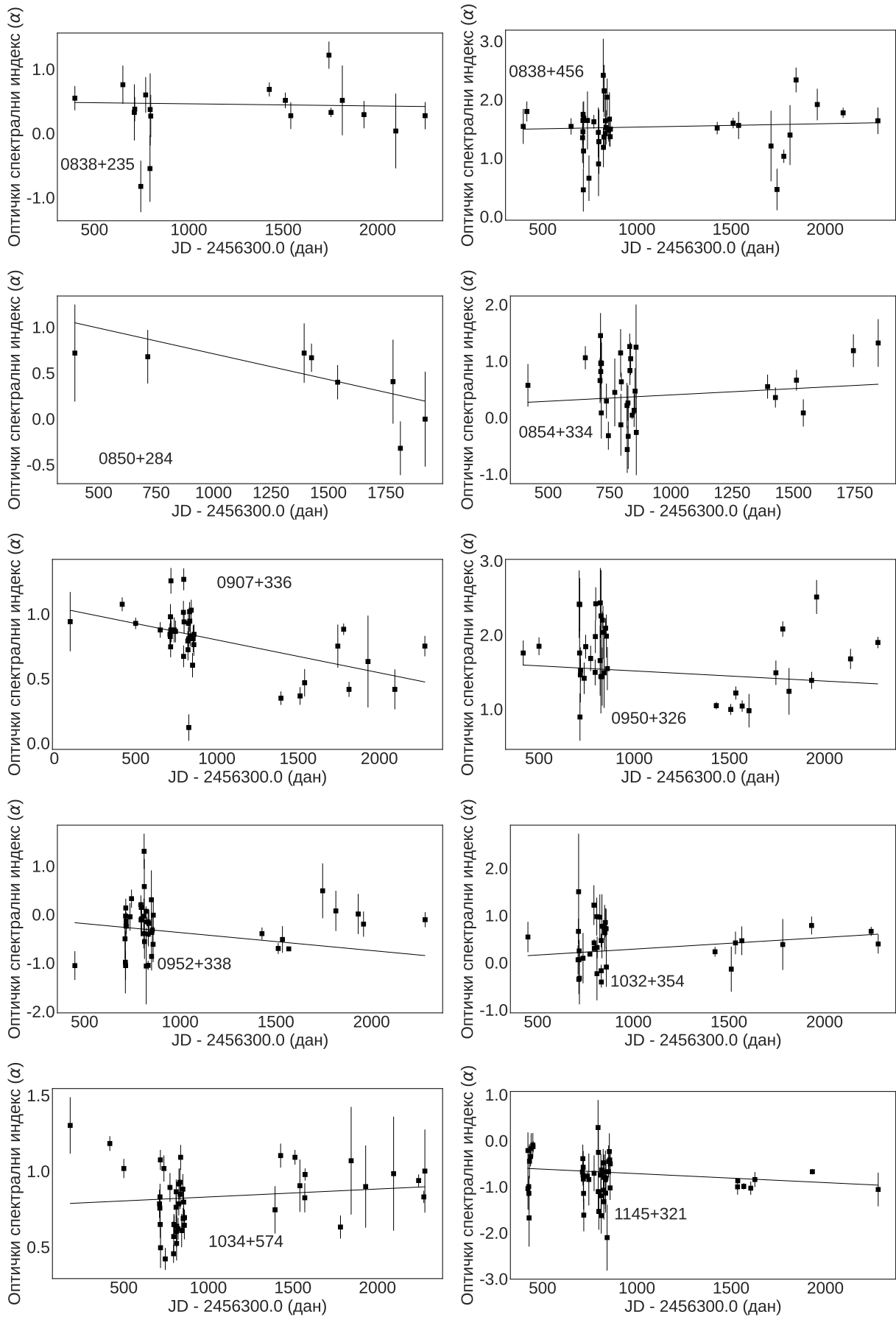
# Додатак Д

## Промена оптичког спектралног индекса $\alpha$

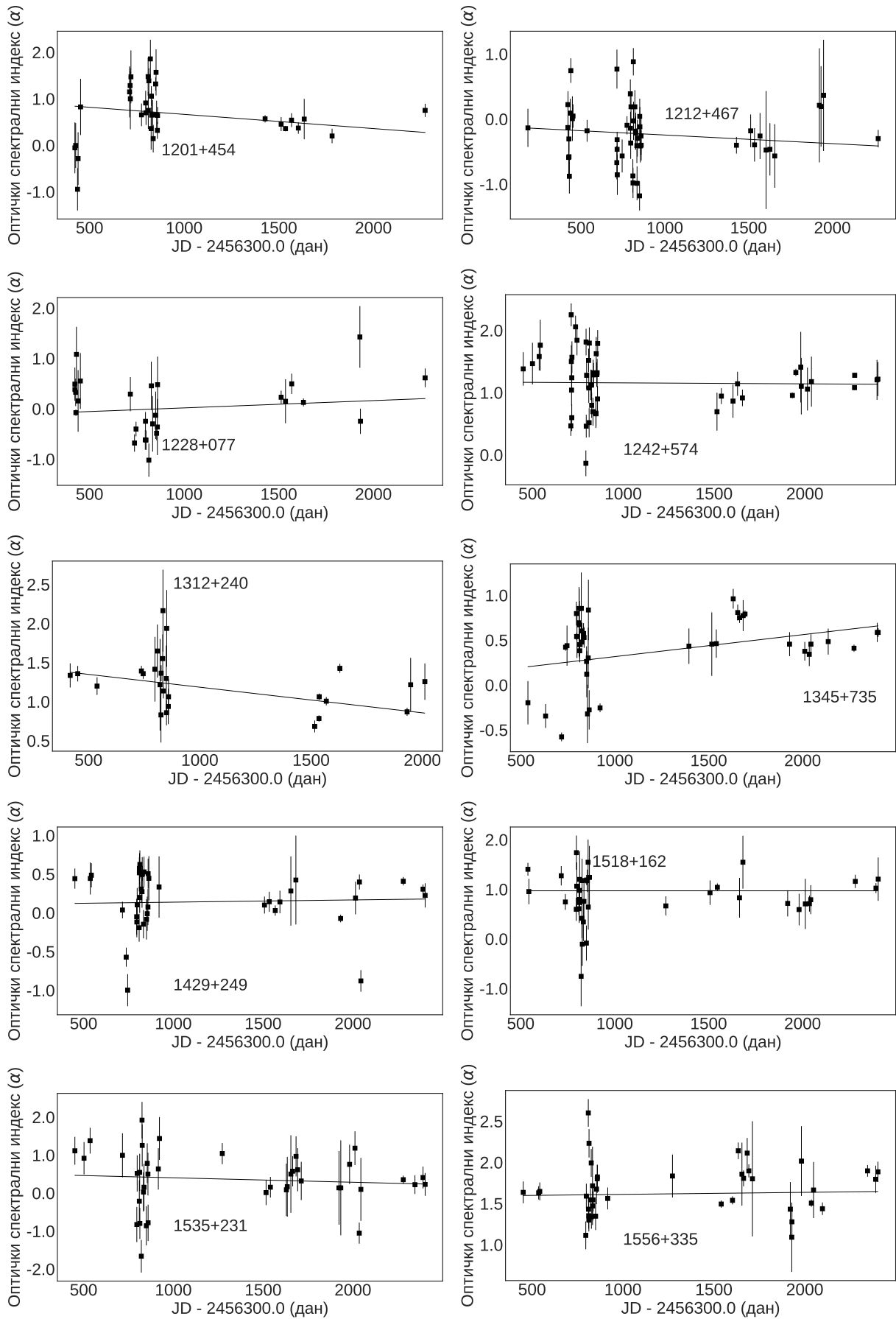
### Д.1 Промена $\alpha$ са временом



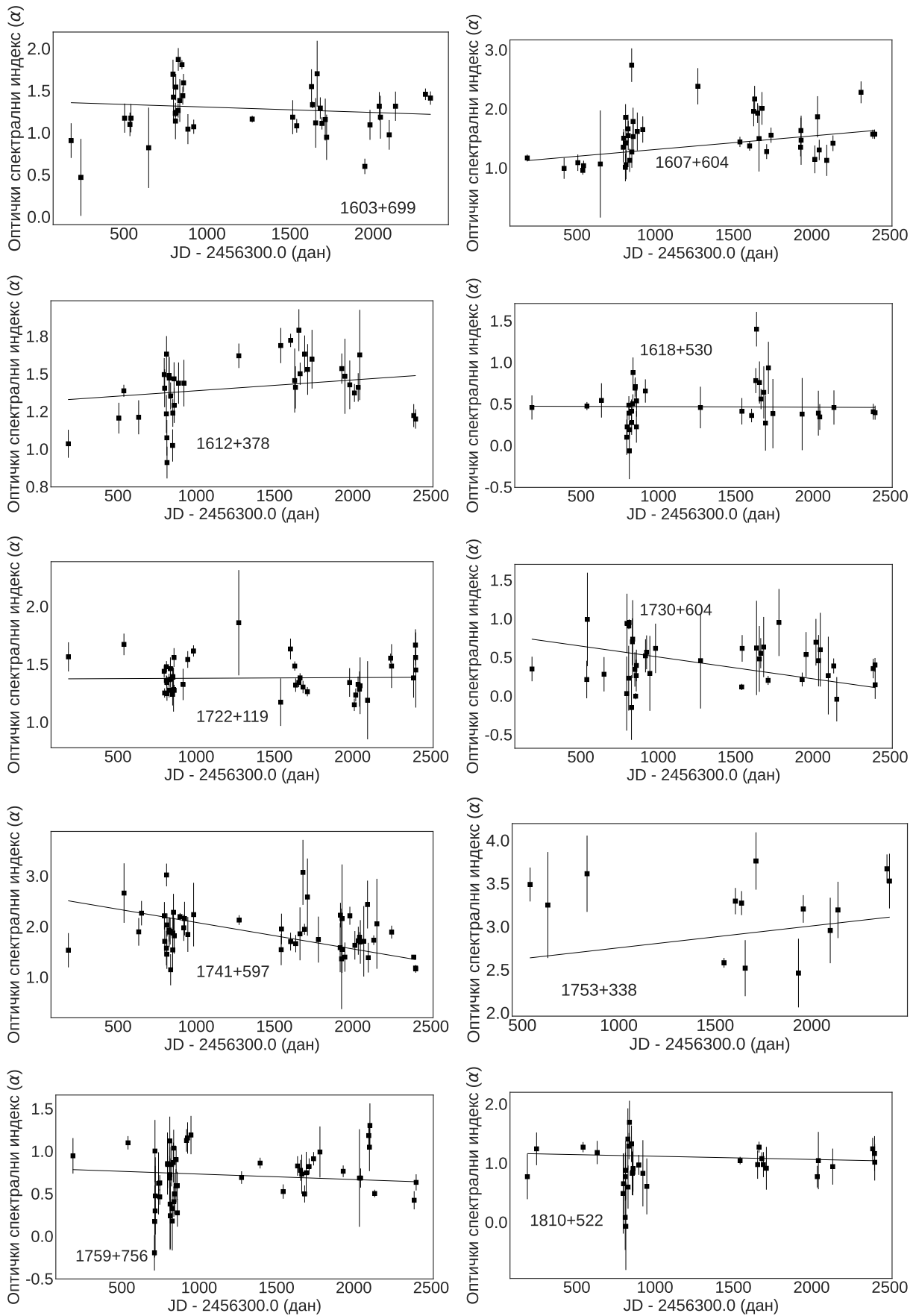
Слика Д.1-1: Промена  $\alpha$  са временом за објекте 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428 и 0741+294.



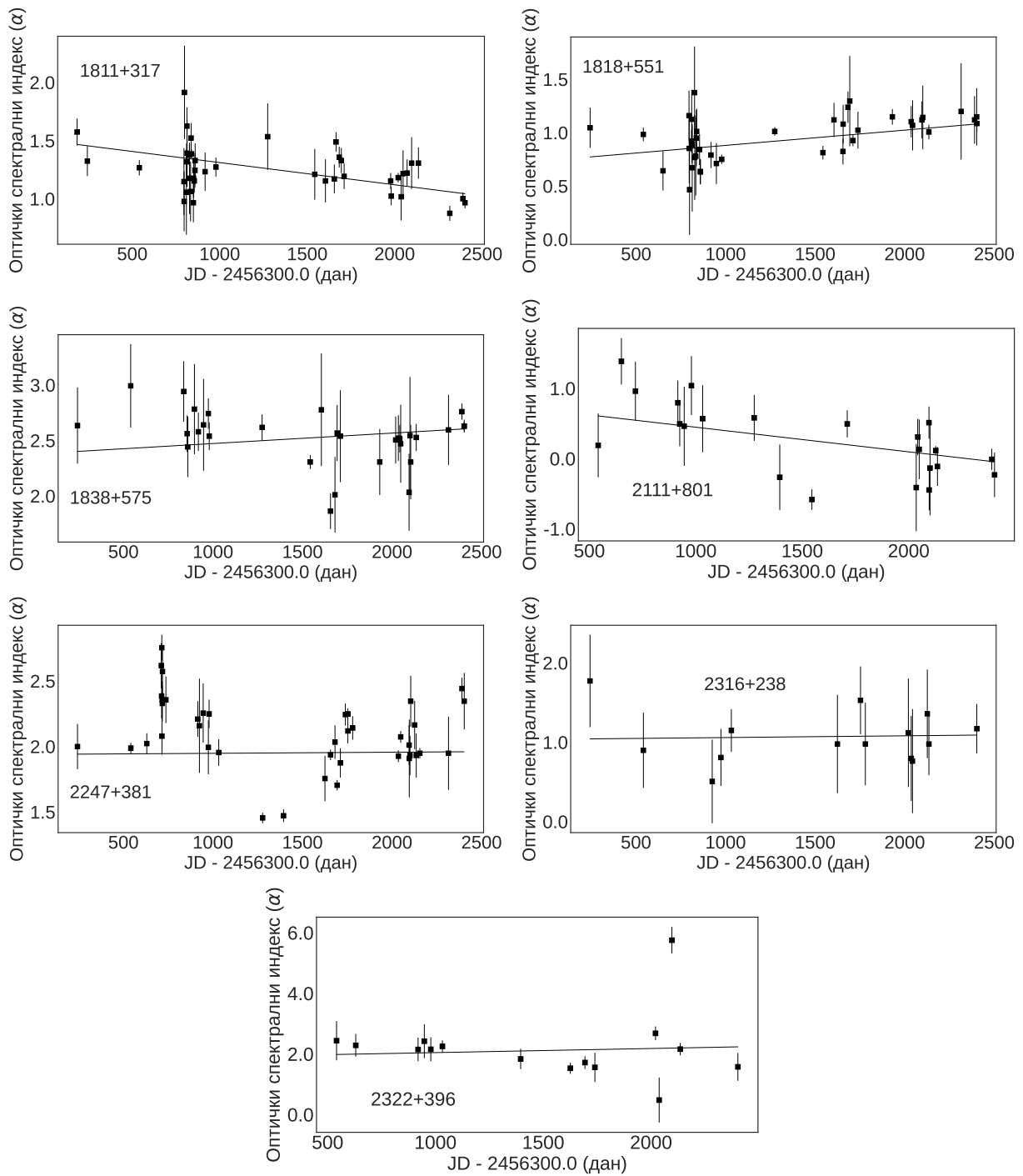
Слика Д.1-2: Промена  $\alpha$  са временом за објекте 0838+235, 0838+456, 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574 и 1145+321.



Слика Д.1-3: Промена  $\alpha$  са временом за објекте 1201+454, 1212+467, 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231 и 1556+335.

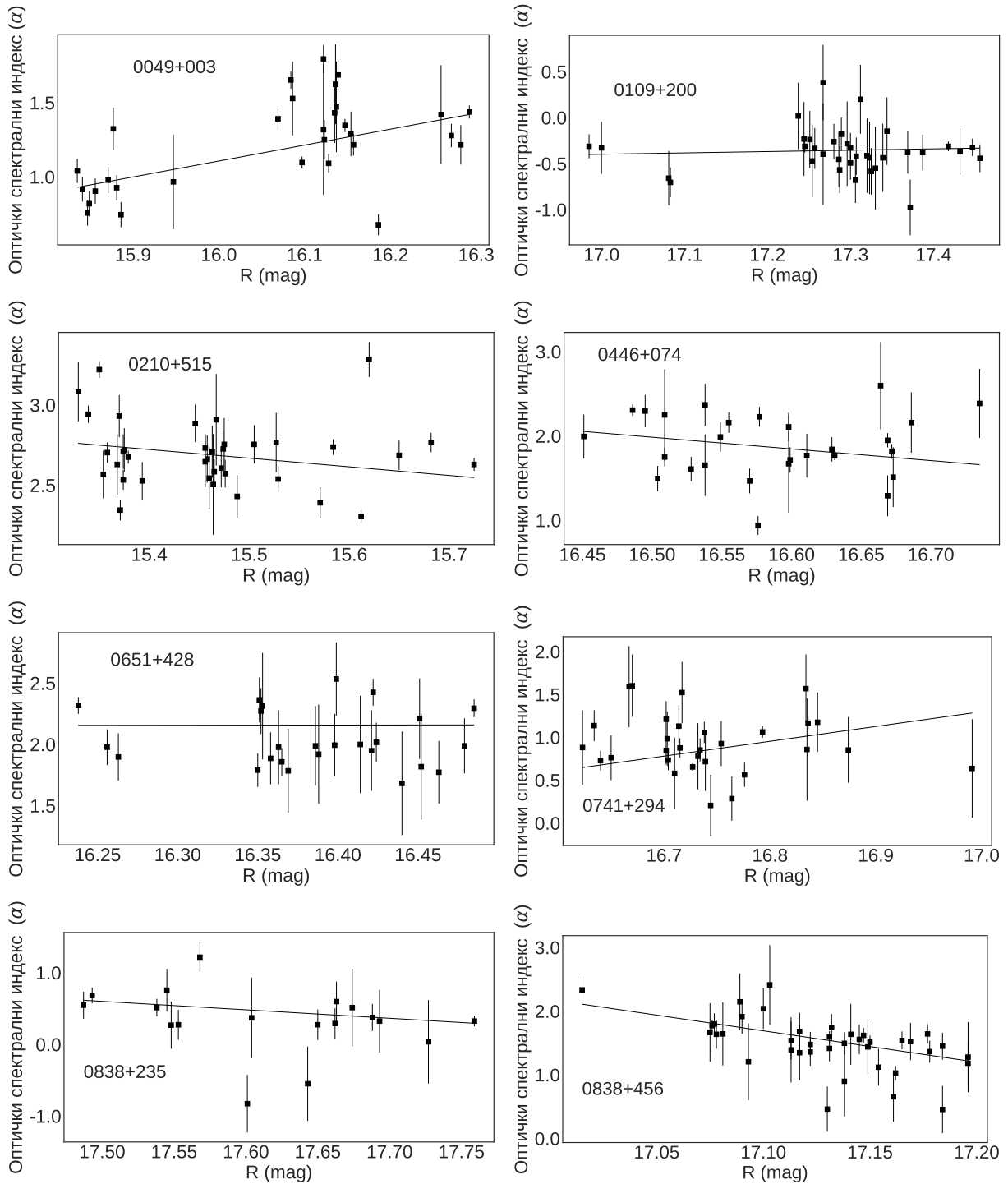


Слика Д.1-4: Промена  $\alpha$  са временом за објекте 1603+699, 1607+604, 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756 и 1810+522.

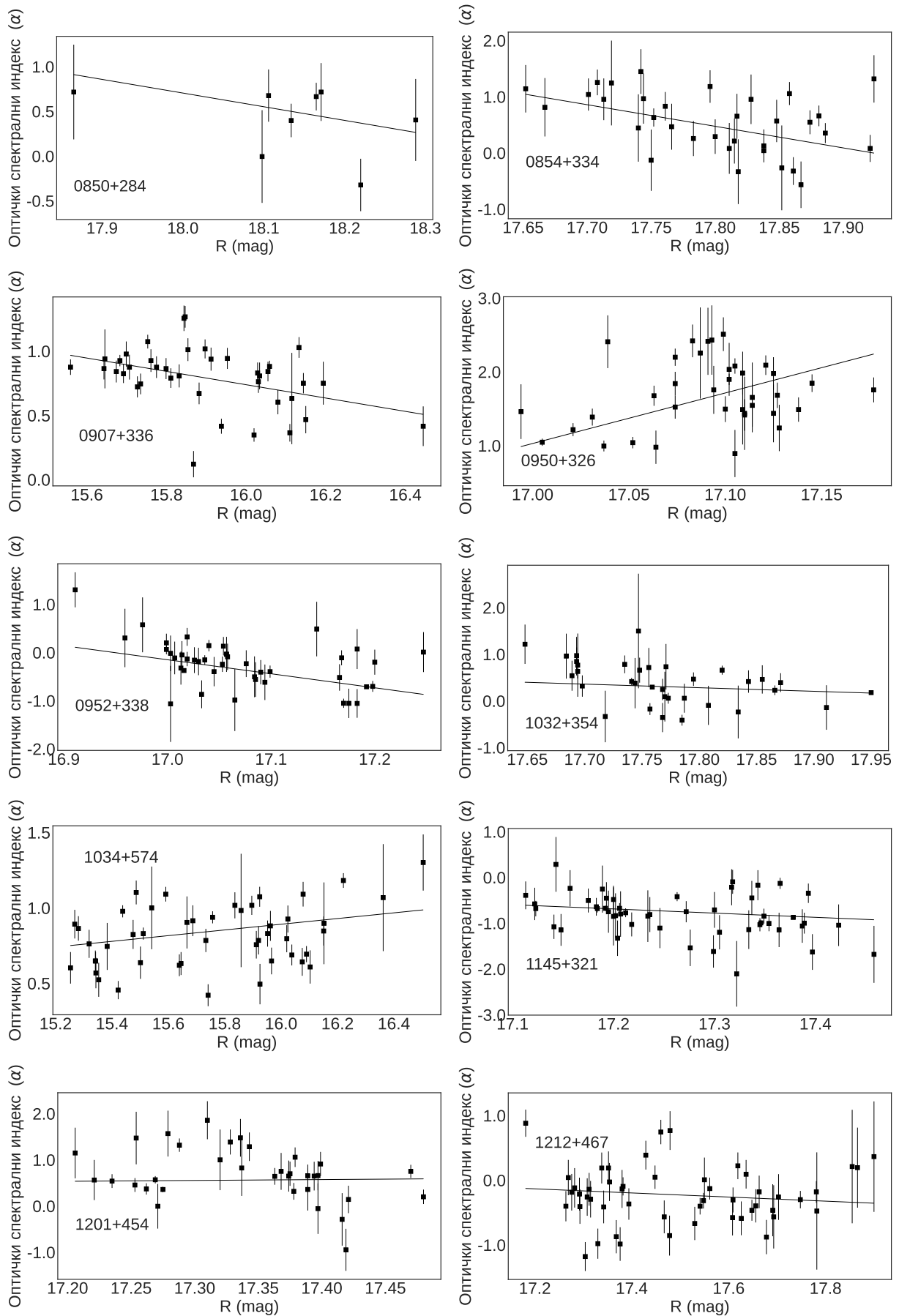


Слика Д.1-5: Промена  $\alpha$  са временом за објекте 1811+317, 1818+551, 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.

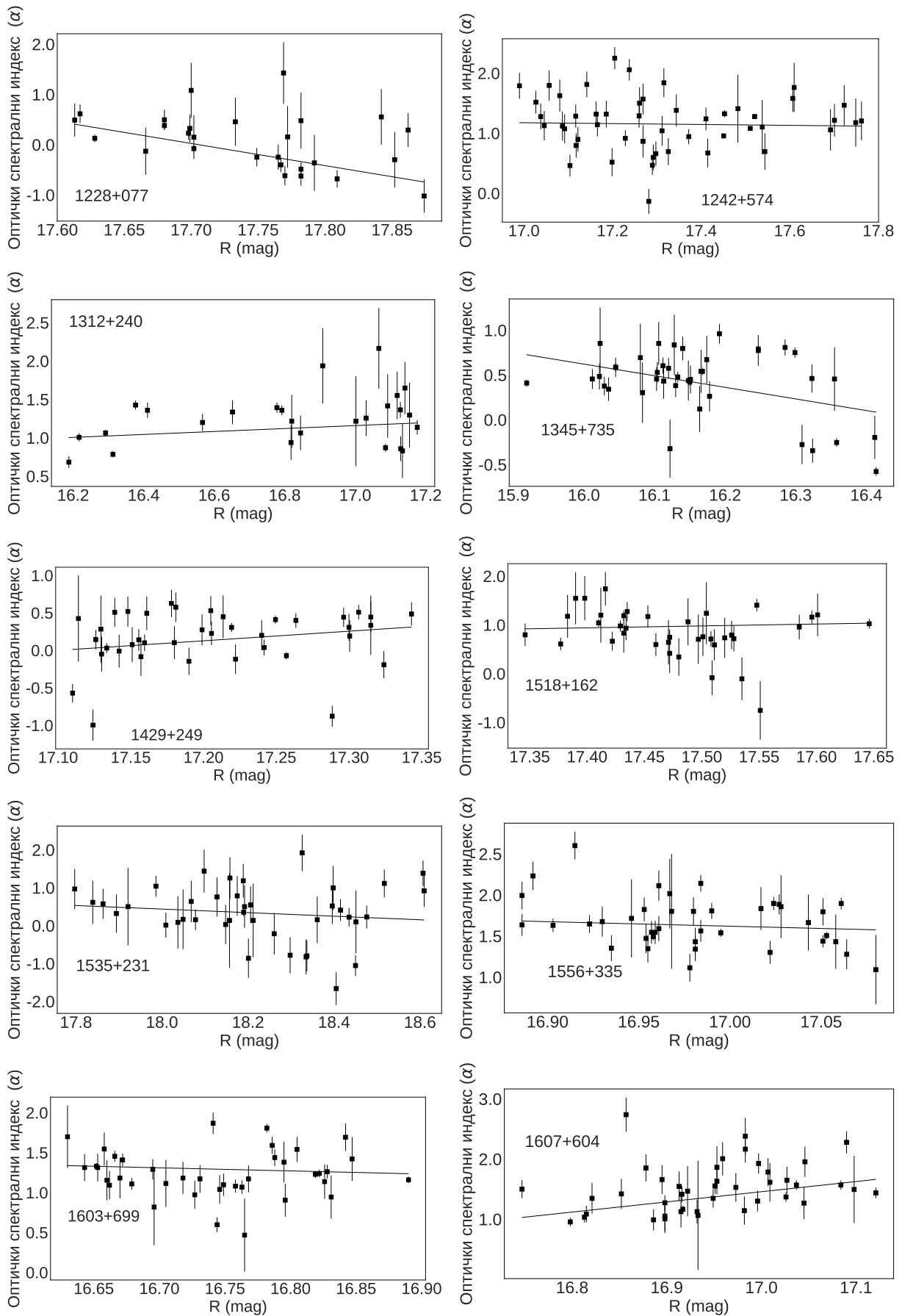
## Д.2 Зависност $\alpha$ у односу на магнитуду $R$



Слика Д.2-6: Зависност  $\alpha$  у односу на магнитуду  $R$  за објекте 0049+003, 0109+200, 0210+515, 0446+074, 0651+428, 0741+294, 0838+235 и 0838+456.

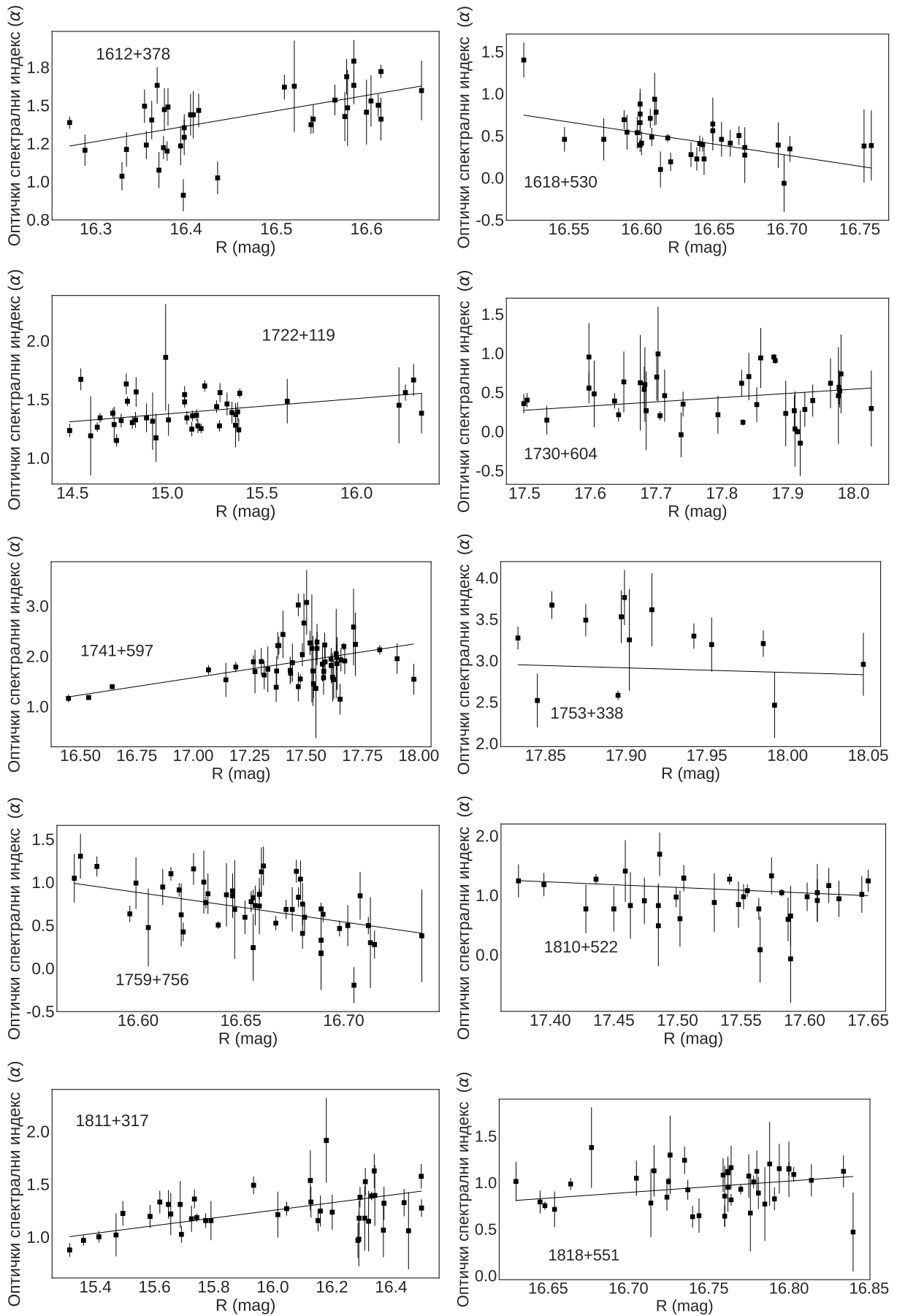


Слика Д.2-7: Зависност  $\alpha$  у односу на магнитуду  $R$  за објекте 0850+284, 0854+334, 0907+336, 0950+326, 0952+338, 1032+354, 1034+574, 1145+321, 1201+454 и 1212+467.

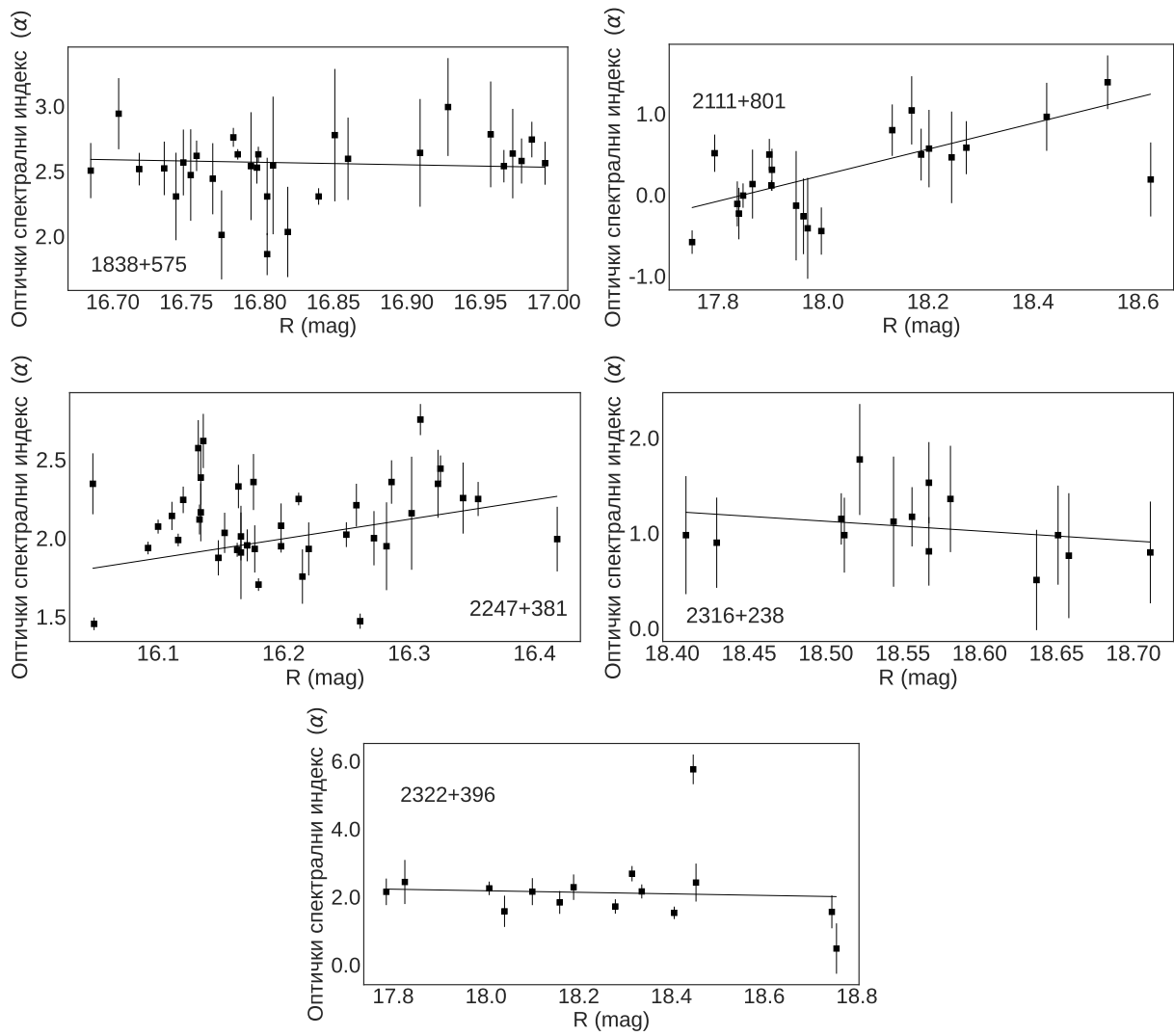


Слика Д.2-8: Зависност  $\alpha$  у односу на магнитуду  $R$  за објекте 1228+077, 1242+574, 1312+240, 1345+735, 1429+249, 1518+162, 1535+231, 1556+335, 1603+699 и 1607+604.





Слика Д.2-9: Зависност  $\alpha$  у односу на магнитуду  $R$  за објекте 1612+378, 1618+530, 1722+119, 1730+604, 1741+597, 1753+338, 1759+756, 1810+522, 1811+317 и 1818+551.



Слика Д.2-10: Зависност  $\alpha$  у односу на магнитуду  $R$  за објекте 1838+575, 2111+801, 2247+381, 2316+238 и 2322+396.

# Биографија аутора

Миљана Јовановић рођена је 1985. године у Београду. Матурирала је 2004. године у Петој београдској гимназији. Исте године уписала се на Математички факултет у Београду, смер астрономија, на коме је дипломирала 2011. године.

На четвртој години студија, паралелно уписује смер професор математике и рачунарства и дипломира у јуну 2012. године, након чега је радила као замена наставника математике у пет основних школа.

Уписала је 2012. године докторске студије на Катедри за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду као студент буџета Републике Србије.

Запослена је на Астрономској опсерваторији од априла 2015. године. Од тада до 2019. г. учествовала је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја ОИ 176011, чији је реализатор била Астрономска опсерваторија. У звање истраживач сарадник изабрана је на 22. седници Научног већа Астрономске опсерваторије у Београду која је одржана 17. 10. 2013. године, реизабрана на 15. седници 21. 12. 2016. г., у звање стручни сарадник изабрана је на 8. седници 22. 01. 2020. г., а у звање виши стручни сарадник изабрана је на 2. седници 21. 2. 2023. године.

Активно учествује у посматрањима квазара од 2016. године на Астрономској станици Видојевица. Била је члан локалног организационог комитета на конференцијама *Second BELISSIMA Workshop: First light of the Milanković telescope*, која је одржана 2016. године, на Видојевици код Прокупља, *18. Српској астрономској конференцији* која је одржана 2017. године у Београду и *20. Конференцији астронома Србије* која је одржана 2023. године у Београду. До сада је објавила 8 радова у врхунским међународним часописима и један у међународном часопису. Учествовала је на више међународних и националних конференција. Од 2017. године била је учесник 5 српско–бугарских билатералних пројеката.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Миљана Јовановић

број уписа 2022/2022

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Промена V и R магнитуда изабраних квазара и повезивање система GAIA са системом ICRF

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 9. 10. 2024. године.

М. Јовановић

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Миљана Јовановић

Број уписа 2022/2022

Студијски програм Астрономија и астрофизика

Наслов рада Промена V и R магнитуда изабраних квазара и повезивање  
система GAIA са системом ICRF

Ментор Др Горан Дамљановић

Потписани Миљана Јовановић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 9. 12. 2024. године.

МЈовановић

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Промена V и R магнитуда изабраних квазара и повезивање система GAIA са системом ICRF

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 9. 10. 2024. године.

M Jevandor A



1. Ауторство - Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.