

**МАТЕМАТИЧКА ГИМНАЗИЈА  
У БЕОГРАДУ**

**МАТУРСКИ РАД  
из астрономије  
КАЛЕНДАРИ**

**ментор: Слободан Спремо**

**ученик : Иван Фајгељ, IVa**

**Београд, мај 2017.**

## САДРЖАЈ

<b>1. УВОД.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ПОЈМОВИ .....</b>	<b>2</b>
2.1 Дан .....	2
2.2 Месец.....	3
2.3 Година .....	3
2.4 Назив.....	4
<b>3. ПОДЕЛЕ.....</b>	<b>5</b>
3.1 По цикличности.....	5
3.2 По појавама .....	6
<b>4. ИСТОРИЈА.....</b>	<b>7</b>
4.1 Праисторија .....	7
4.2 Месопотамија .....	7
4.3 Египат .....	8
4.4 Кина .....	10
4.5 Јеврејски календар .....	11
4.6 Рим .....	12
4.7 Ислам.....	14
4.8 Средња Америка.....	14
<b>5. САВРЕМЕНИ.....</b>	<b>17</b>
5.1 Грегоријански календар.....	17
5.2 Миланковићев календар .....	17
5.3 Предлог реформе .....	18
<b>6. ЗАКЉУЧАК .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>20</b>

# 1. УВОД

Још од давнина, јавља се потреба за квантификацијом разних физичких особина материјала, предмета, тела... У трговини, како мерити масу, дужину? У архитектури, како мерити површине, запремине, углове? У пољопривреди, како мерити време од сетве до жетве? Дакле, како мерити? И како те мере стандардизовати? Касније та потреба прераста, због потреба филозофа (а касније научника), у проблем квантификације целе природе – свих појава, где се као први и основни намећу простор и време.

Због једноставности, прве јединице мере простора, односно дужине, су се најчешће заснивале на деловима људског тела, или на раздаљини коју човек пређе за неко време. Данас се, због стандардизације и прецизности, као основна мера дужине широм света углавном узима **метар**, дефинисан као дужина путање коју светлост пређе у апсолутном вакууму за тачно  $\frac{1}{299\,792\,458}$  s.<sup>1</sup>

По питању времена, у антици је запажено да постоје неке астрономске појаве које се периодично понављају, па је закључено да се оне могу користити за рачунање времена. Најпростији примери су **смена дана и ноћи**, **промене фаза Месеца** и **смена годишњих доба**. На тај начин појавиле су се три природне јединице за мерење времена. То су **дан**, везан за ротацију Земље око своје осе, **месец**, везан за кретање Месеца око Земље, и **година**, везана за кретање Земље око Сунца. Те три јединице су у основи великог броја календара. Данас је стандардна јединица мере за време **секунда**, дефинисана као трајање од 9.192.631.770 периода зрачења које одговара прелазу између два хиперфина нивоа основног стања атома цезијума 133 на нула степени келвина.<sup>2</sup>

У овом раду ће прво бити тачно дефинисани потребни појмови, приказане различите поделе календара, затим календаре кроз историју разних цивилизација, њихове употребе, и на крају савремене календаре и питање реформе.

Често ће се користити ISO 8601 (енг. *ISO – International Organization for Standardization*, међународна организација за стандардизацију) стандард за записивање датума и времена:

YYYY-MM-DDThh:mm:ss; нпр. 2017-05-07T21:20:18.

Y – енгл. *year*; година, од 0000 до 9999, где 0000 означава 1 годину п.н.е. (не постоји нулта)

M – енгл. *month*; месец у години, од 01 до 12

D – енгл. *day*; дан у месецу, од 01 до 31

T – гранични знак, раздваја датум и време

h – енгл. *hour*; час, од 00 до 24, где 24 означава крај (поноћ) календарског дана

m – енгл. *minute*; минут, од 00 до 59

s – енгл. *second*; секунда, од 00 до 60, где 60 означава преступну секунду

---

<sup>1</sup> Дефиниција по Међународном систему јединица, франц. *Système international d'unités*, или СИ. У раду ће све јединице мере бити по дефиницијама СИ, изузев ако је наглашено супротно.

<sup>2</sup> Дефиниција по СИ.

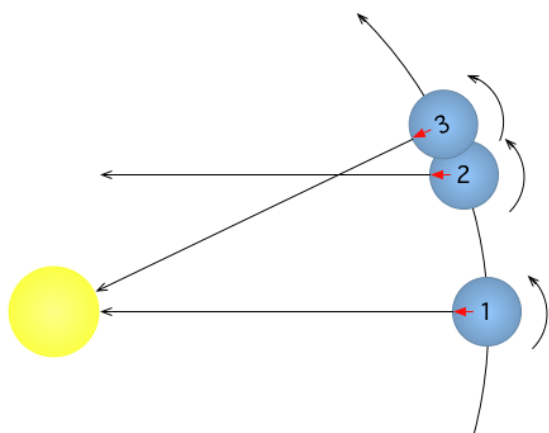
## 2. ПОЈМОВИ

### 2.1 Дан

У општем смислу, реч дан има два главна значења: временски период док је Сунце изнад хоризонта, и период који траје 24 часа. У астрономији постоји више различитих, јасно дефинисаних дана.

**Звездани (сидерички<sup>3</sup>) дан** је време за које се Земља, ротацијом око своје осе, врати у исти положај у односу на удаљене звезде. То је стварни период ротације Земље, траје приближно 23,9344699 сати (од позиције 1 до позиције 2 на слици 1).

Пошто је свакодневни живот везан за кретање Сунца, практичније је везати дужину дана за Сунце. Стога је погоднији **прави сунчани дан**: време између две узастопне горње кулминације средишта Сунчевог диска. Он је увек око 4 минута дужи од звезданог зато што се Земља за време једне ротације мало помери по путањи око Сунца. Правац Земља-Сунце заклапа угао од око  $1^\circ$  у односу на правац ка удаљеним звездама, па је Земљи (која ротира око своје осе брзином од приближно  $15^\circ$  на час;  $1^\circ$  за 4 минута) потребно још око 4 минута да заузме исти положај према Сунцу (од 1 до 3 на слици 1).



слика 1

Међутим, дужина правог сунчаног дана се мења у току године. Мења се брзина кретања Земље по елиптичкој путањи око Сунца (други Кеплеров закон) и раван еклиптике<sup>4</sup> је нагнута у односу на раван екватора, па је дневно померање Сунца по еклиптици, пројектовано на небески екватор, краће у близини еквиноција<sup>5</sup> него у близини солстиција<sup>6</sup>.

Да би се ови недостаци уклонили, уведена су две фиктивне тачке: **средње еклиптичко сунце** и **средње екваторско сунце**.

**Средње еклиптичко сунце** се креће равномерно по еклиптици, а кроз апогеј<sup>7</sup> и перигеј<sup>8</sup> пролази са правим Сунцем. Овом тачком се елиминише први недостатак. **Средње екваторско сунце** (средње сунце) је тачка која се равномерно креће по екватору и пролази кроз тачке пролећне и јесење равнодневице заједно са средњим еклиптичким сунцем, што отклања и други недостатак.

**Средњи сунчани дан** је време између две узастопне горње кулминације средњег сунца, и приближно је једнак средњој вредности свих правих сунчаних дана у току године. Пошто средњи дан почиње горњим проласком средњег сунца кроз локални меридијан,

<sup>3</sup> Из латинског: *sidera*, звезда.

<sup>4</sup> Раван у којој се Земља креће око Сунца.

<sup>5</sup> Тачке на еклиптици у којима Сунце пролази кроз пресек еклиптике и екватора; равнодневице, око 20. марта пролећна и 23. септембра јесења.

<sup>6</sup> Тачке на еклиптици у којима Сунце достиже највећу и најмању висину у години; око 21. јуна летња дугодневица (дан најдужи) и око 22. децембра зимска краткодневица (дан најкраћи).

<sup>7</sup> Тачка у којој је Сунце најдаље од Земље.

<sup>8</sup> Тачка у којој је Сунце најближе Земљи.

он почиње у (средње) подне. Такав дан би значио да преподне припада једном дану, а послеподне припада следећем, па је из практичних разлога уведено **грађанско време** које се рачуна од претходне (средње) поноћи. Средњи дан је трајао тачно 86400 СИ секунди око 1820. године, а данас приближно траје 86400,002 секунди зато што ротација Земље успорава (за око 1,4 ms по дану по веку).

Значајна је и **астрономска секунда**:  $\frac{1}{86\,400}$  део средњег дана, што је мало дуже од атомске (СИ) секунде, која не зависи од кретања Земље. Ова разлика је за приближно годину дана прераста у једну СИ секунду, па се повремено крајем јуна или децембра уводи преступна секунда.

**Ефемеридски дан** је временски период од 86400 СИ секунди (даље у раду се дан односи на ефемеридски, сем ако је наглашено).

## 2.2 Месец

**Сидерички месец** је орбитални период Месеца око Земље, време потребно да се Месец ротацијом око Земље врати у почетни положај у односу на далеке звезде. Траје приближно 27,321661 дана.

**Синодички<sup>9</sup> месец** (лунација) је просечни период револуције Месеца у односу на линију која спаја Сунце и Земљу. Траје приближно од 29,18 до 29,93 дана, са средњом вредношћу приближно 29,530587981 дана. Дужи је од сидеричког јер се Земља (и Месец) крећу око Сунца у истом смеру као што се Месец креће око Земље. Стога се Сунце привидно креће у односу на звезде, па је потребно још приближно 2,2 дана да би Месец стигао у исти привидни положај у односу на Сунце. Како је синодички месец везан за Сунце, користи се за предвиђање циклуса помрачења.

**Тропски<sup>10</sup> месец** просечни период револуције Месеца у односу на пролећну равнодневицу. Због прецесије<sup>11</sup>, померају се и равнодневице, па је Месецу потребно мање времена да се врати у исту тачку (него у односу на далеке звезде). Траје 27,321582 дана.

## 2.3 Година

**Сидеричка година** је орбитални период Земље око Сунца, време потребно да се Земља ротацијом око Сунца врати у почетни положај у односу на далеке звезде. Траје приближно 365,25636 дана.

**Тропска година** је време између два узастопна проласка Сунца кроз тачку пролећне равнодневице (гама тачке). Траје приближно 365,242189 дана, што је 365,24217 средњих сунчаних. Због прецесије тропска година је за око 20 минута и 24 секунде краћа од сидеричке.

---

<sup>9</sup> Из грчког: *συνωδικός* (сунодикос), који се односи на синод, тј. сусрет (Сунца и Месеца).

<sup>10</sup> Из грчког: *τροπικός* (тропикос), окрет, окретање.

<sup>11</sup> Прецесија је спора, периодична промена у оријентацији осе ротације Земље (за око 50,2" годишње у сусрет Сунцу), са периодом од приближно 27000 година; из латинског: *praecedere*, претходити.

Лунарна година је период од 12 синодичких месеци, што је око 354,367056 дана.

У табели 2.1.1 се виде разлике у дужини наведених дана, месеца и година, у СИ (основним и изведеним) јединицама.

временски период	трајање у СИ јединицама
сидерички дан	23 часа 56 минута 4,0916 секунди
средњи сунчани дан	86400,002 секунди
ефемеридски дан	86400 секунди
сидерички месец	27 дана 7 часова 43 минута 11,5 секунди
синодички месец	29 дана 12 часова 44 минута 2,8016 секунди
тропски месец	27 дана 7 часова 43 минута 4,7 секунди
сидеричка година	365 дана 6 часова 9 минута 10 секунди
тропска година	365 дана 5 часова 48 минута 45 секунди
лунарна година	354 дана 8 часова 48 минута 34 секунде

Табела 2.1.1

Ниједан од наведених временских периода (различитих дана, месеца и година) није међусобно самерљив, што је довело до многих проблема са рачунањем времена, па самим тим и до разних решења. **Интеркалација (емболизам)** је поступак додавања преступног дана, недеље или месеца у неке од година у календару, по неком правилу, у циљу усаглашавања календара са појавама. На пример: додавање дана на сваких пар година да би календар био усаглашен са годишњим добима или месечевим менама.

## 2.4 Назив

**Календе** (лат. *kalendae*) је био први дан сваког месеца у старом Риму. Тада би понтифи најавили преостали број дана до следећег месеца код храма где се чекао млад месец (лат. *Curia Calabra*). Такође, задужени су морали на овај дан да отплате своје дугове. Дугови су записивани у **календарију** (лат. *kalendaria*).

**Календар** је:

1. Систем поделе времена заснован на главним астрономским појавама, као што су револуција Земље око Сунца или Месеца око Земље.
2. Табеларни списак дана у години са означеним славама, црквеним или државним празницима итд.
3. Прецизан програм одвијања неке акривности у расположивом времену.

## 3. ПОДЕЛЕ

### 3.1 По цикличности

Потпун календарски систем сваком дану даје јединствену ознаку – **датум**. Тиме, на пример, седмични циклус није сам по себи потпун календар: понедељак данас, и понедељак за 7 дана се зову исто (морао би бити забележен и број недеље, почев од неког дана). Из истог разлога, систем у којем се сваки дан у години назива друкчије, није потпун ако не прецизира годину.

Најједноставнији календарски систем само рачуна време од неког тренутка, забележава:

- број дана – нпр. јулијански датум
- број секунди – нпр. уникс време

**Јулијански датум** је број протеклих дана од нултог дана: поднева 01.01.4713. п.н.е. по јулијанском календару (24.11.4714. п.н.е. по грегоријанском). Тај датум претходи скоро свим битним историјским датумима. Такође, на тај дан почињу и соларни и лунарни циклуси, и индикт<sup>12</sup> - средњевековни 15-годишњи фискални циклус. Коришћен је у астрономији и у историји за прерачунавање датума између различитих календара. **Јулијански период** је период од 7890 година. После толико година, опет се покlope горенаведени циклуси. Пошто је прва година била 4713. п.н.е, 2017. година (по грегоријанском) је 6730. у тренутном јулијанском периоду. Следећи период почиње 3268. године, и та година је прва, тог периода.

**Уникс време** (енглески: *Unix time*) је број протеклих секунди од поноћи на нултом меридијану уторка, 01.01.1970 (не рачунајући преступне секунде). Користи се на *Unix* и сличним оперативним системима. Пошто му је максимална вредност 2.142.483.647 ( $2^{31} - 1$ , тј. 32 бита коришћена за записивање, први означава знак + или -), 2038-01-19T03:14:08 ће прећи у негативне вредности (-2.142.483.647, тј. 1901-12-13T20:45:53) што би довело до разних проблема, стога се до тада мора заменити.

За 2017-05-07T21:20:18, јулијанском датум је 2457881.3891, а уникс време је 1494192018.

Једине значајне разлике између оваквих система јесу у тренутку од ког се рачуна време, и јединице времена које прате. Углавном се узимају ближи тренуци да би бројеви били што мањи. Рачун подразумева само сабирање и одузимање, па се врло често користе на рачунарима.

Остали календари користе један или више већих јединица времена.

Календари са једним нивоом циклуса:

- седмица и дан у седмици – без година, број недеља се само повећава, ретко коришћен систем
- година и редни број дана унутар године – нпр. *ISO 8601* ординални (редни) датум (2017-05-07 постаје 2017-127)

Календари са два нивоа циклуса:

---

<sup>12</sup> Из латинског: *indictio*, проглас.

- година, месец и дан – већина система, укључујући и грегоријански календар (па и јулијански), исламски календар, Шамси Хиџри (и остали ирански, персијски календари) и јеврејски календар
- година, седмица и дан у седмици – као *ISO 8601* седмични датум (2017-05-07 постаје 2017-W18-7), коришћен у финансијама за фискалне године

### 3.2 По појавама

Циклуси могу бити у складу са периодичним појавама:

- лунарни календари – усклађени са кретањем Месеца (менама), нпр. исламски календар
- соларни календари – засновани на примећеној промени годишњих доба и њиховом усклађеношћу са привидним кретањем Сунца, нпр. грегоријански, персијски
- лунисоларни календари – засновани на кретањима и Сунца и Месеца, нпр. кинески, хинду, јеврејски

Слично, седмични циклус није усклађен са спољашњим појавама, али је вероватно изведен из Месечевих мена.

Често календар укључује више од једне врсте циклуса, или има и цикличне и ацикличне елементе. Такође, већина календара се састоји од сложенијих циклуса. На пример, велики број календара бележи године, месеце, недеље и дане; седмодневна недеља је скоро свеprisутна, иако њена примена варира.

**Соларни календари** додељују датум сваком сунчаном дану. Дан може бити период између изласка и заласка Сунца, са додатним периодом ноћи, или период између два изласка (или заласка) Сунца.

**Лунарни календари** додељују датум сваком дану унутар једног Месечевог циклуса. Пошто дужина лунарног месеца није самериљива дужини тропске године, лунарни календари убрзо излазе из склада са годишњим добима. Код Екватора, годишња доба се не разликују значајно, па су се ту дуже и чешће користили. У складу су са плимом и осеком, појавом која скоро у потпуности зависи од кретања Месеца.

**Лунисоларни календари** су лунарни календари који надокнађују губитак дана у односу на тропску годину додавањем додатног месеца када је то потребно, да би се ускладили са годишњим добима.



## 4. ИСТОРИЈА

### 4.1 Праисторија

За многе праисторијске структуре се сматра да су биле коришћене за рачунање времена, углавном везане за соларну (тропску) годину. Ово укључује многе мегалитске структуре и реконструкције још из неолита. Најстарији „календар” за који се зна је 12 јама и кружни лук пронађени у Абердинширу, Шкотској 2013. године. Стар је око 10000 година, и сматра се да је пратио кретања и мене Месеца.

### 4.2 Месопотамија

**Вавилонски календар** је лунисоларни календар који дели годину на 12 лунарних месеци, чији бројеви дана зависе од посматрања.

Дан је подељен на 12 часова: 6 дневних (шестине обданице), 6 ноћних (шестине ноћи), што је значило да се дужина сати мењала из месеца у месец. Дневни сати су краћи зими, а дужи лети. Почев од младог Месеца, сваки 7. дан је „свети”, на које су многе активности забрањене. На сваки од њих, приносе се дарови различитим боговима.

Месеци почињу појавом младог Месеца. Имали су многа имена због религијске разноврсности, па су често називани „први месец”, „други месец” итд. Имена месеца су у табели 4.2.1.

Година почиње на пролеће. Да би усагласили трајање лунарне године са тропском, периодично се додаје месец. Такође, сваких 6 година се додаје месец од 62 дана. На слици 2 се налазе остаци једног вавилонског календара, били су кружног облика.



слика 2

грешака. У циклусу од 19 година, додаван је месец адару 2, осим у 17. години по циклусу, када је убациван месец улулу 2. Током овог периода, први у сваком месецу (почев од заласка сунца) је био дан кад се појављивао нов млад Месец.

До 5. века п.н.е. био је заснован у потпуности на посматрањима, али од око 499. г.п.н.е. месеци се рачунају по лунисоларном циклусу у трајању од 19 година (235 месеци). Овај циклус се често зове **Метонов циклус**<sup>13</sup>, по Метону Атинском, иако је Метон вероватно од Вавилонца преузео циклус. Изузев само 3 случаја, до 380. г.п.н.е. месеци календара су рачунати по циклусу без

<sup>13</sup> Метонов циклус је период од скоро тачно 19 година, што је заједнички садржалац тропске године и синодичког месеца. Грчки астроном Метон Атински је приметио да је период од 19 година врло близу 235 синодичких месеци, са пар сати разлике.

доба године	месец (arḥu)	бог	зодијак	грегоријански
<b>Reš Šatti</b> почетак	Araḥ Nisānu месец светилишта	Ану и Бел	Ован	март, април
	Araḥ Āru месец праведног бика	Еа	Бик	април, мај
	Araḥ Simanu	Син	Близанци	мај, јун
	Araḥ Dumuzu месец Тамуза	Тамуз	Рак	јун, јул
<b>Mišil Šatti</b> средина	Araḥ Abu	-	Лав	јул, август
	Araḥ Ulūlu	Иштар	Девица	август, септембар
	Araḥ Tišritum почетак другог полугодишта	Шамаш	Вага	септембар, октобар
	Araḥ Samna месец постављања темеља	Мардук	Шкорпија	октобар, новембар
<b>Kīt Šatti</b> крај	Araḥ Kislimu	Нергал	Стрелац	новембар, децембар
	Araḥ Ṭebētum месец изласка воде	Пап-сукал	Јарац	децембар, јануар
	Araḥ Šabaṭu	Раман	Водолија	јануар, фебруар
	Araḥ Addaru ~ Araḥ Adār месец Адара	Дибара (Адар)	Рибе	фебруар, март
<b>преступни</b>	Araḥ Makaruša Addari	Ашур	у свакој 17. години циклуса	

Табела 4.2.1

### 4.3 Египат

**Египатски календар** је соларни календар са 365 дана, подељених на 12 месеци од по 30 дана, где се на крају сваке године додаје пет **епагоменалних дана**. Месеци су груписани у три годишња доба, односно три пољопривредна циклуса: време поплаве (*Akhet*), сетве (*Peret*) и жетве (*Shemu*). Године се рачунају од почетка владавине тренутног фараона.

У старом Египту су користили фиксну грађанску годину од тачно 365 дана, и два лунисоларна календара - један регулисан појавом Сиријуса и други шематски, усклађен са грађанском годином.

Египћани су у ранијем периоду користили лунарни календар, али када су открили неслагање између лунарног календара и смене годишњих доба, прешли су на календар заснован на изливању Нила. Прво изливање према овом календару забележено је у првој египатској престоници Мемфису, у исто време када и хелијакални излазак<sup>14</sup> Сиријуса.

У лунарном календару је сваки дан био именован, а разликоване су и четири Месечеве мене, мада није постојала подела на мање јединице попут недеља. Египћани су дан започињали изласком Сунца, јер се почетак месеца (а тиме и дана) рачунао од нестанка

<sup>14</sup> Први тренутак у години кад је звезда видљива изнад источног хоризонта, тренутак пред излазак Сунца, након периода кад није била видљива.

старог Месеца пред зору. Као код вавилонског календара, обданица и ноћ су подељени на по 12 часова, чија се дужина мења током године и који су мерени воденим (клепсидра) и сунчаним сатовима. Имена месеца су у табели 4.3.1. На слици 3 се налази део хијероглифског календара у Храму у Ком Омбу са месецима од 12. до 1, без епагоменалних дана.

Египатски астрономи су приметили да су хелијакални излазак Сиријуса и изливање Нила сваке године били све касније у календару, док се после 1460 година нису вратили у исту тачку календара. Приметили су да им недостаје једна година, и из тога су први закључили да је разлика између тропске и грађанске године око 1 дан на сваке 4 године, тј. да тропска година траје 365,25 дана, што је близу стварних 365,2425 дана. Након овог открића, задржан је и лунарни календар, регулисан изласцима Сиријуса, за верске, пољопривредне и свакодневне сврхе, док је грађански 365-дневни календар коришћен у управи и администрацији. Египћани су такође знали да је 309 лунација скоро једнако 9125 дана (25 египатских година), што је вероватно коришћено у прављењу другог лунарног календара, на који је пренесено одређивање верских прослава и дужности. Преступни месец је додаван онда када би лунарна година почињала пре грађанске.



слика 3

доба године	сезонски	Средње краљевство	Ново краљевство	грчки
<b>ḏḥt (Akhet)</b> време поплаве	1 ḏḥt 1. месец поплаве	Tḥy	Dḥwtyt	Θωθ
	2 ḏḥt 2. месец поплаве	Mnht	P-n-ip.t	Φαωφί
	3 ḏḥt 3. месец поплаве	Ḥwt-ḥwr	Ḥwt-ḥwr	Αθύρ
	4 ḏḥt 4. месец поплаве	K3-ḥr-K3	K3-ḥr-K3	Χοιάκ
<b>Prt (Peret)</b> време сетве	1 Prt 1. месец сетве	Sf-Bdt	T3-cb	Τυβί
	2 Prt 2. месец сетве	Rḥ Wr	Mḥyr	Μεχίρ
	3 Prt 3. месец сетве	Rḥ Nds	P-n-imm-ḥtp.w	Φαμενώθ
	4 Prt 4. месец сетве	Rnwt	P-n-rnn.t	Φαρμουθί
<b>Šmw (Shemu)</b> време жетве	1 Prt 1. месец жетве	Ḥnsw	P-n-ḥns.w	Παχών
	2 Prt 2. месец жетве	Hnt-htj	P-n-in.t	Παϋνί
	3 Prt 3. месец жетве	Ipt-hmt	Irip	Ἐπιφί
	4 Prt 4. месец жетве	Wp Rnpt почетак године	Mswt R <sup>c</sup> рођење Сунца	Μεσορή
<b>преступни (επαγομεναлни дани)</b>	-	-	Hryw Rnpt	ἐπαγόμενα

Табела 4.3.1

#### 4.4 Кина

**Кинески календар** је лунисоларни календар заснован на прорачунима положаја Сунца и Месеца. Месеци трају 29 или 30 дана, са једним интеркалационим месецом који се додаје на сваке 2 или 3 године. Пошто је календар заснован на правим положајима Сунца и Месеца, тачност календара зависи од тачности астрономских теорија и прорачуна. Године се рачунају од доласка тренутног цара на власт.

Дани се рачунају од поноћи до поноћи. Први дан календарског месеца је дан на који се појављује млад Месец. Пошто је просечни размак између младих Месеца приближно 29,53 дана, месеци су од 29 или 30 дана. Месеци су одређени бројевима од 1 до 12. Када се додаје уметнут месец он носи број претходног месеца., али је означен као уметнут. Једна обична година од дванаест месеци има 353, 354 или 355 дана, а преступна година има тринаест месеци - 383, 384 или 385 дана.

Године имају имена која се понављају на 60 година: свака година се обележава именом састављеним од два дела: небеског стабла и земаљског огранка (табела 4.4.1). Имена небеских стабала се не могу превести, док су земаљске гране имена 12 животиња. После шест понављања стабла и пет понављања грана, комплетни циклус парова је завршен, почиње нови циклус.

Прва година циклуса је *jiǎ-zǐ*, друга је *yǐ-chǒu*, трећа *bǐng-yín* итд. Када стигнемо до краја небеских стабала, почињемо круг испочетка: 11. година је *jiǎ-xū*, 12. година је *yǐ-hài*, а 13. година је *bǐng-zǐ* (поновни почетак земаљског огранка). И на крају, 60. година је *guì-hài*. Бројање циклуса од 60 година траје још од 2637. г.п.н.е, када га је, по легенди, цар Хуанг Ди (軒轅; *Xuānyuán*) први пронашао. Тад је календар вероватно и настао. Слично именовање дана и недеља је избачено из употребе, мада се у календарима и даље понекад појављују. Почетна година *jiǎ-zǐ* 78. циклуса почела је 1984-02-02.

Услови за додавање месеца су одређени интервалом појаве младог Месеца у односу на делове тропске године. Тропска година је подељена на 24 **сунчева члана**, у сегменте од по 15° Сунчеве лонгитуде (0° је за време пролећне равнодневице). Ови делови су упарени са дванаест деобних чланова (节气; *Jiéqì*) и дванаест главних чланова (中气; *Zhōngqì*), наизменично. Ови чланови су означени бројевима и дата су им метеоролошка или сезонска имена. Услед елиптичности земљине орбите размак између сунчевих чланова се мења са годишњим добима. Следећа правила се тренутно користе:

1. Први дан месеца је дан појаве младог Месеца.
2. Обична година има дванаест лунарних месеци, преступна година има тринаест.
3. Зимски солстициј увек пада у 11. месец.
4. У преступној години, после месеца у коме нема главног члана се додаје преступни месец. Он добија број претходног месеца, са ознаком уметања. Ако два месеца године са уметањем не садрже главни члан, само се први месец после зимског солстиција сматра уметнутим.
5. Прорачуни су дати за источни меридијан на 120°.

Данас се месеци називају први месец, други месец итд. У табели 4.4.1 су такође архаични називи и њихова значења.

месец	значење	Небеска стабла	Земаљске гране
正月 (zhēngyuè)	први месец	甲 (jiǎ)	子 (zǐ) - пацов
杏月 (xìngyuè)	месец кајсије	乙 (yǐ)	丑 (chǒu) – во
桃月 (táoyuè)	месец брескве	丙 (bǐng)	寅 (yín) – тигар
梅月 (méiyuè)	месец шљиве	丁 (dīng)	卯 (mǎo) – зец
榴月 (liúyuè)	месец нара	戊 (wù)	辰 (chén) – змај
荷月 (héyuè)	месец лотуса	己 (jǐ)	巳 (sì) – змија
兰月 (lányuè)	месец орхидеја	庚 (gēng)	午 (wǔ) – коњ
桂月 (guìyuè)	месец цимета	辛 (xīn)	未 (wèi) – овца
菊月 (júyuè)	месец хризантема	壬 (rén)	申 (shēn) – мајмун
良月 (liángyuè)	добар месец	癸 (guì)	酉 (yǒu) – петао
冬月 (dōngyuè)	зимски месец	-	戌 (xū) – пас
腊月 (làyuè)	последњи месец	-	亥 (hài) – свиња

Табела 4.4.1

#### 4.5 Јеврејски календар

**Јеврејски календар** је лунисоларни календар. За прву годину АМ 1 (*Anno Mundi* – светска година) се узима 3761. г.п.н.е, као година стварања света.

Године могу бити обичне (353, 354 или 355 дана) са 12 месеци, или преступне (383, 384 или 385 дана) са 13 месеци. Такође, године могу бити непотпуне, регуларне или комплетне. У регуларној години, број дана у месецу се смењује наизменично са 29 на 30. У комплетној се додаје 1 дан месецу хешвану, а у непотпуној одузимањем дана из месеца кислева. Наизменично смењивање дужине месеца осигурава да ако година почиње младим Месецом, почињаће и сваки месец у њој. Називи месеца и њихове дужине су у табели 4.5.1.

Година је преступна ако број година при дељењу са бројем 19 даје остатке 0, 3, 6, 8, 11, 14 или 17. Месец Адар I се појављује само у преступној години, Адар II се само назива Адар.

Хебрејски дан почиње или у сутон, или када се на небу појаве три одређене звезде, у зависности од верских прилика. Као и код вавилонског и египатског календара, дужина часа се мења у зависности од годишњег доба. Прати се седмични поредак.

Почетак године пада на 1. тишри и одређује се према следећим правилима:

1. Нова година почиње на дан младог Месеца (Молад) који је 354 дана (или 384) после 1. тишриа претходне.
2. Ако се млади Месец појављује после поднева тог дана, почетак следеће године се одлаже 1 дан.
3. Ако то због тога година почиње недељом, средом или петком, одлаже се опет за 1 дан, због празника.
4. Ако је размак између почетака узастопних година 356 или 382 дана, почетак се одлаже за 1 дан.

месец	непотпуна година	регуларна година	комплетна година
Тишри תשרי	30	30	30
Хешван מרחשון	29	29	30
Кислев כסלו	29	30	29
Тевет טבת	29	29	29
Шеват שבט	30	30	30
(Адар I) אדר א'	30	30	30
Адар II אדר ב'	29	29	29
Нисан ניסן	30	30	30
Ијар אייר	29	29	29
Сиван סיון	30	30	30
Тамуз תמוז	29	29	29
Ав אב	30	30	30
Елул אלול	29	29	29
<b>укупно дана:</b>	<b>353 или 383</b>	<b>354 или 384</b>	<b>355 или 385</b>

Табела 4.5.1

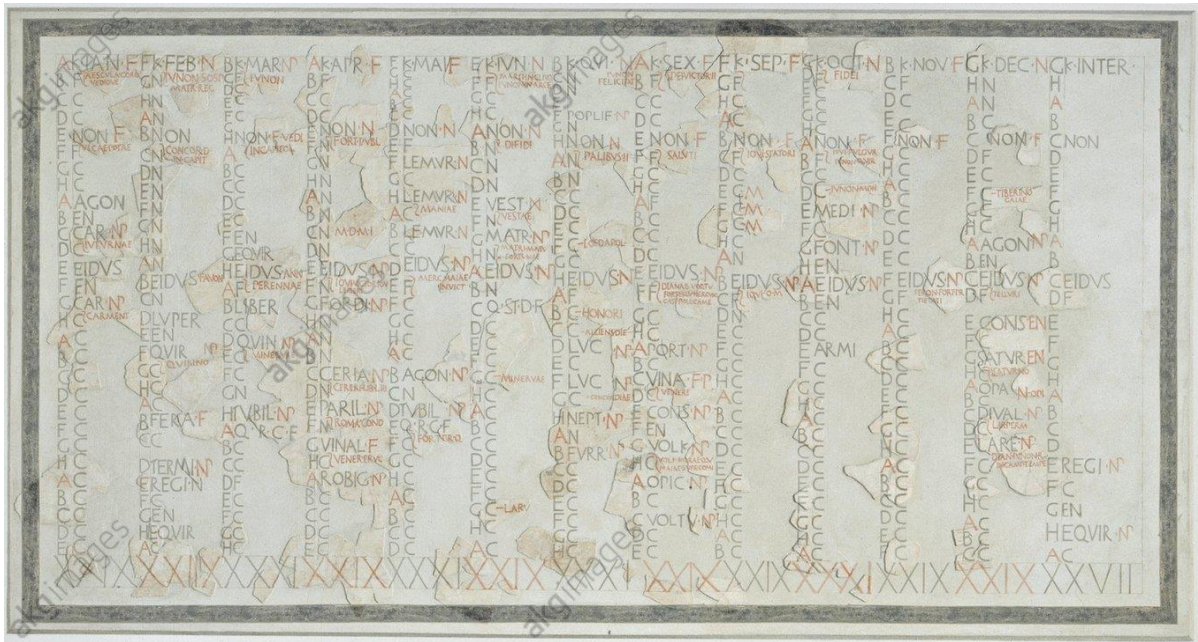
#### 4.6 Рим

Стари римски календар је био соларни, са 10 месеци од по 30 или 31 дан; 304 дана у години. Преосталих око 60 дана нису припадали ниједном месецу, тада је трајала зима. Година је почињала месецом мартом, на пролећну равнодневицу, а завршавала се децембром (десети месец, имена у табели 4.6.1). Касније је календар проширен на 12 месеци од по 30 или 29 дана, са једним додатним даном. Додати су месеци фебруар као 11. и јануар као 12, а 452. г.п.н.е. мењају места. Године се рачунају од 1 А.У.С. (*ab urbe condita*), тј. од оснивања града Рима 753. г.п.н.е.

Током освајања Египта, 48. г.п.н.е. Гај Јулије Цезар је од александријског астронома Сосигена затражио да реформише календар према потребама царства. Календар усвојен 36. г.п.н.е. је добио назив **јулијански календар**. Година има 365 дана, а свака четврта је преступна са 366 дана. Подељена је на 12 месеци од по 30 или 31 дан, изузев фебруара који има 28 дана или 29 у преступној години (најчешће се понављао 24. фебруар). Да би се календар ускладио са природом, Сосиген је предложио да се на годину дода одређен број дана да би се пролећна равнодневица десила око 25. марта, па је 46. г.п.н.е. имала 445 дана. Иако је Цезар желео да година почне пролећном равнодневицом или зимским солстицијем, превагнуо је датум састајања Сената – 1. јануар. Такође је променио имена месеца (табела 4.5.1).



Календе је први дан сваког месеца, ноне су 6 дана после календе у марту, мају, јулу и октобру, а после 4 дана у осталим месецима. Иде су 8 дана после ноне. На слици 4 се налази реконструкција јединог познатог примера старог римског календара у облику насликаног зидног календара из периода између 67. и 55. г.п.н.е.



слика 4

име месеца ( <i>mensis</i> ) у старом	значање	јулијански календар	значање
-	зимски период	<i>Ianuarius</i>	месец Јануса, бога времена и почетака
<i>Martius</i>	месец Марса, бога рата	<i>Februarius</i>	месец Фебруе, празника прочишћења
<i>Aprilis</i>	<i>aperio</i> (отварање, тј. цветање) природе; или месец Венере (Афродите)	<i>Martius</i>	-
<i>Maius</i>	месец Маје, богиње пролећа, раста	<i>Aprilis</i>	-
<i>Iunius</i>	месец Јуноне (Хере), краљице богова	<i>Maius</i>	-
<i>Quintilis</i>	пети месец	<i>Iunius</i>	-
<i>Sextilis</i>	шести месец	<i>Iulius</i>	по Гају Јулију Цезару
<i>September</i>	седми месец	<i>Augustus</i>	по Октавијану Августу
<i>October</i>	осми месец	<i>September</i>	-
<i>November</i>	девети месец	<i>October</i>	-
<i>December</i>	десети месец	<i>November</i>	-
		<i>December</i>	-

Табела 4.6.1

#### 4.7 Ислам

**Исламски календар** је лунарни календар са 12 месеци који се базирају на кретању Месеца. Како 12 синодичких месеци има приближно 354,36 дана, исламски календар увек касни за тропском годином. Заснован је на Курану, и његово поштовање је дужност свих муслимана. Године се броје од Хицре, бекства Мухамеда из Меке у Медину, за које се претпоставља да је било 16.07.622. по јулијанском календару.

Сваки месец почиње првом појавом месечевог српа, појединачно за сваког појединца, после фазе младог Месеца. Време видљивости српа је тешко предвидети, иако се време младог Месеца може израчунати прецизно. Зависи од метеоролошких услова, оптичких својстава атмосфере, локације самог посматрача и др. Због тога, неки муслимани зависе од локално одређеног месеца, док други зависе од државних органа, што доводи до различитих почетака месеца у различитим срединама. Имена месеца и значења су у табели 4.7.1.

Скоро је немогуће направити поуздан календар унапред, али су процене ипак неопходне због планирања. Засновани су на процени видљивости Месечевог српа, па месец може почети дан раније или касније од његове стварне појаве.

месец	значење
محرم мухарем	забрањени
صفر сафер	празни
الأول ربیع ребиул-евел	прво пролеће
الأخر ربیع ребиул-ахир	друго пролеће
الأول جمادی цумадел-ула	први исушене земље
الأخر جمادی цумадел-ухра	последњи исушене земље
رجب рецеб	поштовање, почаст
شعبان шабан	расути
رمضان рамазан	спржени
شوال шевал	уздигнути
القعدة ذو зул-каде	примирја
الحجة ذو зул-хице	ходоћашћа

Табела 4.7.1

#### 4.8 Средња Америка

**Мајански календар** користи три система: „дугачко рачунање”, *tzolkin* (пророчки календар) и *haab* (грађански календар). Једино је грађански календар био повезан са дужином тропске године.

Овако изгледа датум 2017-05-07: „13. 0. 4. 7. 18, 3 *Etz'nab*, 16 *Uo*.”



13. 0. 4. 7. 18 је датум „дугачког рачунања”, 3 Etznab је *tzolkin* датум, а 16 Uo *haab* датум.

**Дугачко рачунање** (или „основна серија”) је комбинација представљања бројева протеклих дана у базама 20 и 18, од почетака ере Маја (слично јулијанским данима). Основна јединица је *kin* (дан) који представља последњи члан у „дугачком рачунању”. Са десна на лево, остале компоненте су: *unial*, *tun*, *katun* и *baktun*. Иако нису део „дугачког рачунања”, такође постоје и називи за дуже временске преиоде: *pictun*, *calabtun*, *kinchiltun* и *alautun*. Трајања у табели 4.8.1.

назив периода	трајање	трајање у данима
<i>kin</i>	-	1 дан
<i>unial</i>	20 <i>kina</i>	20 дана
<i>tun</i>	18 <i>uniala</i>	360 дана приближно 1 година
<i>katun</i>	20 <i>tuna</i>	7200 дана приближно 20 година
<i>baktun</i>	20 <i>katuna</i>	144000 дана приближно 394 године
<i>pictun</i>	20 <i>baktuna</i>	2.880.000 дана приближно 7885 година
<i>calabtun</i>	20 <i>pictuna</i>	57.600.000 дана приближно 158000 година
<i>kinchiltun</i>	20 <i>calabtuna</i>	1.152.000.000 дана приближно 3 милиона година
<i>alautun</i>	20 <i>kinchiltuna</i>	23.040.000.000 дана приближно 63 милиона година

Табела 4.8.1

Први датум није 0. 0. 0. 0. 0, већ 13. 0. 0. 0. 0. зато што први сегмент (*baktun*) може бити број од 1 до 13. Није познато који је тачно датум 13. 0. 0. 0. 0, али се наводе три могућа: 13.08.3114. п.н.е, 11.08.3114. п.н.е. и 15.10.3114. п.н.е, по грегоријанском календару. Сматра се да су Маје тим датумом означавале настанак света.

**Tzolkin** је комбинација дужина од две „седмице”: нумерисане и именоване. Нумерисане трају 13 дана, обележених бројевима од 1 до 13. Именоване трају 20 дана, где сваки дан има име (табела 4.8.2). Почиње са *ahau* 1, па *imix* 2, па *ik* 3 итд. Слично именима година у кинеском календару.

0. ahau	5. chicchan	10. oc	15. men
1. imix	6. cimi	11. chuen	16. cib
2. ik	7. manik	12. eb	17. caban
3. akbal	8. lamat	13. ben	18. etznab
4. kan	9. muluc	14. ix	19. caunac

Табела 4.8.2

**Haab** је грађански календар од 18 месеци од по 20 дана, са додатних 5 дана (*uayeb*), што даје годину од укупно 365 дана. У табели 4.8.3 су имена месеца са њиховим значењем. Дани су нумерисани од 0 до 19.

назив месеца	значење	назив месеца	значење
1. <i>pop</i>	асура	11. <i>zac</i>	бело
2. <i>uo</i>	жаба	12. <i>ceh</i>	јелен
3. <i>zip</i>	бик	13. <i>mac</i>	плашт
4. <i>zotz</i>	слепи миш	14. <i>kankin</i>	снажно Сунце
5. <i>tzec</i>	лобања	15. <i>tuap</i>	сова
6. <i>xul</i>	крај	16. <i>рах</i>	музика
7. <i>уахкин</i>	нежно Сунце	17. <i>кауаб</i>	корњача
8. <i>mol</i>	састанак	18. <i>сумки</i>	мрачно божанство
9. <i>chen</i>	извор	19. <i>уаеб</i>	авети
10. <i>уах</i>	зелено	-	-

Табела 4.8.3

Дужина *tzolkin* године је 260 дана, а *haab* 365 дана, што значи да се ови календари понављају на сваких 18980 дана, што се назива **календарски круг**.

## 5. САВРЕМЕНИ

У секуларне сврхе се данас скоро искључиво користи **грегоријански календар**, али се још увек користе и други календари за разне религијске или друштвене сврхе, нпр. јулијански, јеврејски, исламски, разни хинду календари, зороастрички календар.

### 5.1 Грегоријански календар

Због разлике у дужини јулијанске године и тропске године, неслагања око јединственог датума почетка године, римски папа Гргур (*Gregorius*) XIII је 24.02.1582. године прогласио реформу јулијанског календара, по предлогу немачког астронома Кристофера Клавијуса, које се од тада по њему зове **грегоријански календар**. Састоји се из следећих правила:

1. Пошто је пролећна равнодневица (21. март) каснила 10 дана у односу на постојећи календар, одлучено је да се изостави 10 дана из календара: после четвртка 04.10.1582. долази петак 15.10.1582.
2. Преступна година је свака четврта, као и **секуларне године**, тј. године векова (завршавају се са 00) које су дељиве са 400.
3. Додатни дан у преступним годинама је дан после 28. фебруара: 29. фебруар.
4. Мењају се правила одређивања Ускрса.
5. Први дан у години је 1. јануар.

Грегоријанска година траје 365,2425 дана у просеку (365 дана 5 часова 49 минута 12 секунди), што доводи до грешке од приближно 26,87 секунди годишње, у односу на тропску (1 дан на 3215 година). Пошто је тропска година (365,242189 дана) постепено све краћа, око 5000. године ће трајати 365,24201 дан, тада ће грешка повећати на приближно 50,976 секунди годишње.

### 5.2 Миланковићев календар

У скорије време, предлагане су многе друге реформе календара, а међу значајнијима је реформа јулијанског календара др проф. Милутина Миланковића. Да би се решио проблем кашњења јулијанског календара, на Сабору представника свих православних цркава и држава 01.05.1923. године у Цариграду, донете су следећи закључци о реформисаном календару:

1. Тринаест дана треба одузети од јулијанског календара, што је разлика у рачунању времена од екуменског Сабора у Никеји 325. године: после недеље 30. септембра долази понедељак 14. октобар.
2. Црквени празници падају у дане између 1. и 14. октобра који су изостављени, сви ће се славити 14. октобра, ако надлежни свештеник не предложи другачије.
3. Сви месеци у години ће имати исти број дана и у будуће као и до тада (фебруар 28 у простој, 29 у преступној години).
4. И даље ће постојати две врсте година: **проста** са 365 дана и **преступна** са 366 дана. Преступна ће бити свака четврта година, тј. она дељива са бројем 4 без остатка, изузев секуларних година описаних у тачки 5.
5. Секуларне године (године векова, које се завршавају са 00) биће преступне само ако број векова при дељењу са бројем 9 даје остатак 2 или 6, тј. ако број година

подељен са 900 даје остатак 200 или 600, та година ће бити преступна. Остале су просте.

6. Фиксни световни празници задржаће датуме које су имали до тада.
7. Покретни празници зависе од датума Ускрса, који се слави прве недеље после пуног Месеца после пролећне равнодневице.
8. Ускршњи пун Месец биће одређен прорачуном, у односу на меридијан који пролази кроз куполу Христовог храма у Јерусалиму.

Просечна дужина овакве године је приближно 365,24222 дана, што је разлика од 2 секунде годишње у односу на тропску годину, што је значајно прецизније од грегоријанског. Тек после 43200 година ће разлика бити један дан. Календар су неке православне цркве прихватиле, а неке не.

### 5.3 Предлог реформе

*„Ново време захтева календар који је лак за употребу и прецизнији у дугом временском периоду. Нови календар би имао 13 месеци, са по 28 дана, односно 4 седмице. Сваки месец неке године почињао би истим даном у седмици. Свака проста година би имала на почетку додатни новогодишњи дан, док би преступне године имале два додатна новогодишња дана. Правила о простим и преступним годинама из грегоријанског календара, допуњују се условима да је година проста, ако је дељива са 4000 и ако је дељива са 16400.”*

Ово је предлог реформе календара професора Слободана Спрема. Оваква реформа би поделила 364 дана на 52 седмице, и 52 седмице на 13 месеци са по 4, уместо на 12 са по  $4\frac{1}{3}$ . Сваки месец има 28 дана, а преостали 1 дан у простој години (или 2 у преступној) били би додати на почетак године као новогодишњи дани, који поштују седмични ток. На овај начин се поштује седмични ритам у целој години, што је значајно у многим религијама.

Такође, сваки месец у једној години би почињао истим даном у седмици. На пример, сваки месец 2023. године би почињао понедељком (табела 5.3.1). Оваквом поделом се омогућава лако одређивање дана и датума у години: сваки 1. дан сваког месеца је понедељак, или сви понедељци су 1, 8, 15. или 22. у свим месецима (као у табели 5.3.1) итд.

понедељак	уторак	среда	четвртак	петак	субота	недеља
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Табела 5.3.1

Додавањем предлога да је година проста ако је дељива са 4000 и ако је дељива са 16400 (на грегоријанска правила), дужина године у овом календару је 365,242189 дана, што се поклапа са дужином тропске године. Питање именовања 13. месеца није решено.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Када би синодички месец трајао 30 дана, а тропска година 365, не би било потребе за компликованим правилима интеркалације. Сви календари би били исти.

Како ова два временска преиода нису самерљива, очигледно је да су календари значајно обликовани потребама друштва и религије, што доводи до многих непотребно компликованих календара. Најкоришћенији данашњи календари су резултат више реформи, како због нових открића, тако и због грешака, и било је потребно много времена и напора да се они прихвате.

Увођење новог календара, или реформисање старог, такође подразумева прерачунавања мноштва већ постојећих датума из прошлости, увођење на све врсте рачунара (личне рачунаре, сервере, телефоне, сателите) и сличне проблеме. Било каква значајна реформа, колико год била неопходна, би довела до тежег прихватања календара. Међутим, данас је неопходно да датуми, и уопште време буде врло прецизно одређено и усаглашено широм света. Из тог разлога, потребан је што прецизнији, једноставнији календар који би се свуда лако прихватио.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- проф. др Атанацковић Олга, „Астрономија : уџбеник за четврти разред гимназије природно-математичког смера“, Београд: „Klett“, 2016.
- проф. Спремо Слободан, Предлог реформе календара, часопис „Настава физике“ број 4, Београд: „Klett“, 2017, стр. 209-212
- Драговић И. Драго, Драговић Р. Иван, „Календар кроз историју“, Београд, 2001.
- „Велика општа илустрована енциклопедија Larousse“, Београд: „Моно и Мањана“, 2010.
- Преступна секунда, <http://tycho.usno.navy.mil/leapsec.html>, 08.05.2017.
- „Најстарији календар на свету“ откривен у шкотском пољу, <http://www.bbc.com/news/uk-scotland-north-east-orkney-shetland-23286928>, 17.05.2017.
- Календари, проф. др Шеган Стево, <http://astro.matf.bg.ac.rs/oap/kalendari/kalend1.html>, 15.05.2017.
- О календару, проф. Милић Љиљана, <http://static.astronomija.org.rs/kalendar/nastanak/index.htm>, 16.05.2017.
- Дефиниције јединица мере по СИ, [https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/si\\_brochure\\_8.pdf](https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/si_brochure_8.pdf), 08.05.2017.