

Оригинални научни рад

ВИЗАНТИЈСКИ ЧАСОВНИ СИСТЕМ СРПСКОГ МАНАСТИРА ХИЛАНДАР (И ЦЕЛЕ СВЕТЕ ГОРЕ)

Милутин Тадић *¹

*Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд

Извод: На Светој Гори се користи византијски часовни систем у коме се часови одбројавају од заласка сунца. Подешавање часовника на основу источноевропског времена врши се помоћу таблица које се сваке године штампају у црквеним календарима. Након што је утврђено да те таблице одговарају Атини, у овом раду су израчунате таблице за Хиландар, манастир који је врло битан за историју мерења времена код Срба. Светогорски манастири су концентрисани на малом простору, разлике у локалним временима су занемарљиве, па сви они могу користити хиландарске таблице.

Кључне речи: мерење времена, византијски часовни систем, Хиландар, Света Гора

Предат: 7. новембар 2014; *прихваћен:* 8. децембар 2014.

Часомерна традиција Хиландара

Манастирска заједница почива на строгом реду па је тачност очекивана и цењена монашка врлина. Свакодневне активности – молитва, занимање, обедовање и одмор – сваки монах обавља по устаљеном режиму, у складу са манастирским типиком, у прописани час и у одређеном временском размаку (Lash, 1996). Зато су манастири од свога постанка имали „службе времена”, претече одговарајућих одељења савремених астрономских опсерваторија. Основна помагала монаха чије је задужење било да „чува” манастирско време, и обавезни елементи инвентара сваког манастира, јесу *календар* и *часовник*.

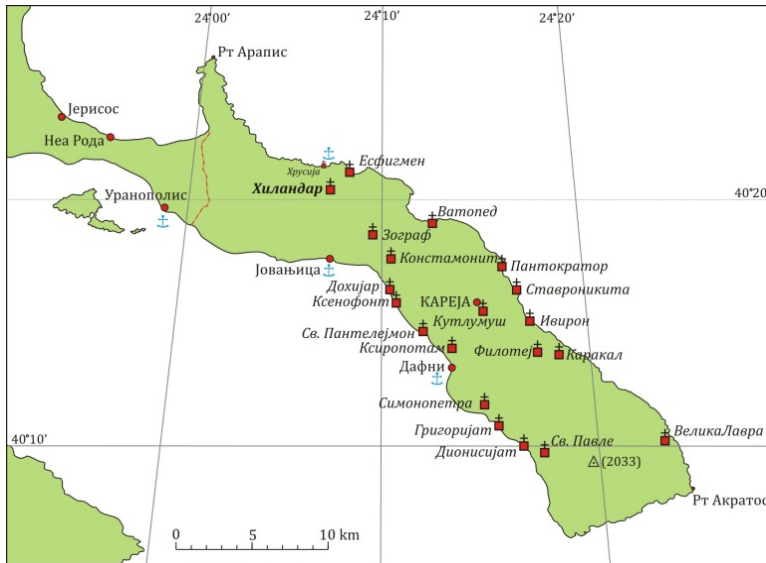
Све то у пуној мери важи и за српски манастир Хиландар (40° 20' 22,8" N, 24° 07' 15,5" E) (сл. 1) за кога су везани почечи, не само српског, него и светогорског часомерја.

Пред улазом у арсану хиландраског утврђења Хрусија (старог манастира Св. Василија) пронађен је најстарији светогорски часовник, сунчани часовник (сл. 3) (Тадић, 2012), док се у 6. глави „Хиландар-

¹ Контакт адреса: tadic@gef.bg.ac.rs

ског типика” Св. Саве (1199) налази најстарији до сада познати помен српске речи *часовник*:

„И тако сви са похвалом и у весељу духовном предајте се сну, док подклесирајте, чувши где часовник избија и сазнавши да је време, не дође к игуману и од њега не прими потребну молитву”.



Слика 1. – Размештај светогорских манастира

Само на основу овог одељка, било би пребрзо тврдити да је у Хиландару, у време Св. Саве, постојао механички часовник, да није једног другог одељка и одговарајуће минијатуре (сл. 2) у другом тому руског илустрованог десетотомног летописа (*Лицевой летописный свод*) из друге половине XVI века:

„В лето 6912, индикта 12. Князь Великий замыслил часник и поставил его на своем дворе за церковью Св. Благовещеньем. Сей часник наречется часомерье; на всякий же час ударяет молотом в колокол размера и рассчитывая часы ночные и дневные; не во человек ударяще, но человековидно, самозвонно, страннолепно сотворено есть человеческою хитростью, преимечтатно и преухрещенно. Мастер же и художник сему быше некоторый чернец, иже от Святыя горы пришедший, родом Сербин именем Лазарь”.

Бројчаник чини дванаест црквенословенских слова у улози бројки: А = 1, В = 2, Г = 3, итд. Важно је уочити да се бројка 12 (VI) не налази у највишој тачки диска бројчаника, закренута је у лево, па се

може претпоставити и да часови нису читаван од поноћи (или поднева) него од заласка сунца, на византијски начин, уобичајан на Светој Гори са које је дошао монах Лазар.



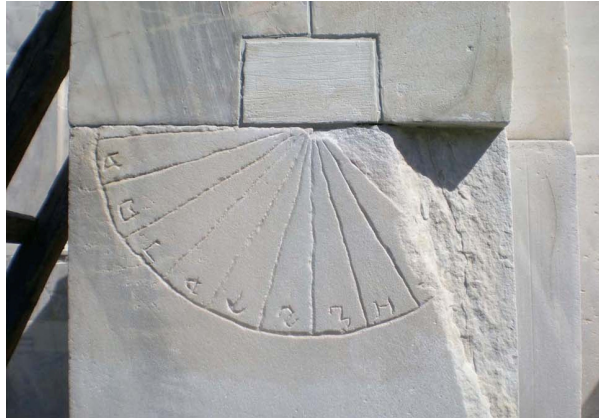
Слика 2. – Москва 1404. године: Српски монах Лазар показује Великом кнезу свој механички часовник (лево – цела слика, у средини и десно – увећани детаљи) (Лицевой летописный свод, Остермановский том II, л. 587, сл. 1175)



Слика 3. – Сунчани часовник хиландарског утврђења Хрусича (*insitu*)

За историју српског часомерја важно је навести да се најстарији сачувани српски часовник, и јужнословенски часовник уопште, налази у манастиру Студеници. То је сунчани часовник који је уклесан уз јужни портал Богородичине цркве (сл. 4), крајем XII, почетком XIII века – у доба Св. Саве. Тако, сунчани часовник Богородичине цркве манастира Студенице, сунчани часовник хиландарског утврђења Хрусича, и наведени одељак Хиландарског типика, сведоче да се часовничар Лазар 1404. годи-

не није појавио ниоткуда, него да је иза себе имао два века дугу српску часомерну традицију. Утемељење те школе непосредно су везане за Св. Саву и манастир Хиландар (Станић и Тадић, 2014).



Слика 4. – Сунчани часовник Богородичине цркве манастира Студенице

Данас у Хиландару и на целој Светој Гори важе Јулијански календар („стари” календар) и византијски часовни систем по коме нови дан и одбројавање часова традиционално почиње од заласка сунца², док се државне службе придржавају Грегоријанског календара („новог” календара) и источноевропског времена који су званични временски систему и Грчкој³.

Византијски часовни систем

Током целог старог и средњег века временски размаци у оквиру дана мерени су темпоралним часовима који су били одређени као дванаестине обданице (дневни темпорални час) и дванаестине ноћи (ноћни темпорални час) па им се зато дужина мењала у складу са променом дужине обданице. Први дневни час је почињао са изласком сунца, шести се завршавао у подне, а дванаести са заласком сунца (када је почињао први ноћни час). Темпорални часовни систем био је озваничен и у средњовековној Србији о чему сведоче називи молитвених часова и бројни примери у старим српским натписима и записима

² Изузетак је манастир Ивиرون у коме се међусобно једнаки часови традиционално одбројавају од изласка сунца.

³ У наставку су у тексту коришћене скраћенице: Јулијански календар – ЈК, Грегоријански календар – ГК, источноевропско време (*Eastern European Time*) – *EET*.

(Тадић, 1987), међу којима је вероватно најпознатији натпис на мраморном стубу на Косову у коме је деспот Стефан Лазаревић навео тачно време погибије свога оца, кнеза Лазара:

„Лета 6897 (1389), индикта 12, месеца јунија, 15. дан, у уторак, а час је био шести или седми, не знам, Бог зна” (Стојановић, 1984, стр. 45).

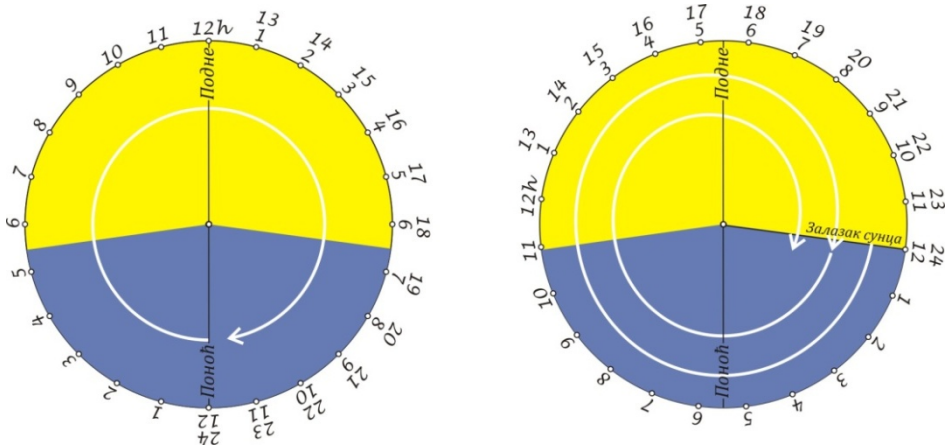
Са проналаском механичког часовника постепено престаје мерење доба дана темпоралним часовима. За разлику од сунчаних, механичке часовнике немогуће је било подесити да раде у сезонски променљивом ритму дневног и ноћног темпоралног часа, па се са постепено прешло на савремени часовни систем са међусобно једнаким „еквинокцијским” часовима (сатима)⁴. Скоро све до половине 19. века владала је велика шароликост у примени новог часовног система. Почетни тренутак за одбројавање еквинокцијских часова разликовао се од града до града, негде се као почетни тренутак узимало подне или поноћ, а негде тренутак изласка или заласка⁵ сунца.

У византијском свету часови су одбројавани вавилонским начином (Hannah, 2005), од заласка сунца, што је у складу са Старим заветом: „И светлост назва Бог дан, а таму назва ноћ. И би вече и би јутро, дан први” (Постање, 1:5). Такав начин одбројавања часова, византијски часовни систем, некада је примењиван у италијанским, чешким, и градовима исламског света (староиталијански, старочешки, а ла турка систем), а до данас се као званични часовни систем задржао на Светој Гори. „Светогорским” се може назвати само условно будући да се користи и у манастиру Св. Саве Освећеног (манастир Мар Саба) у Палестини (Западна обала). Византијски часовни системима исту јединицу (час, сат) и исти начин двоструког обележавања (два пута по 12 часова) као и савремени часовни систем, с том разликом што се часови одбројавају, не од поноћи, него од заласка сунца (сл. 6). С обзиром да се заласци сунца стално помичу током године (лети ка поноћи, а зими ка подневу), један те исти византијски час пада у различите тренутке савременог часовног система.

⁴ Истовремено се са *правог сунчевог времена* прешло на *средње сунчево време* засновано на замишљеном средњем сунцу, које креће, не по еклиптици као право сунце, него по екватору, и то равномерном брзином.

⁵ Једно од објашњења везано је за првобитни, лунарни календар, у коме је нови месец почињао с фазом младог месеца. Млади месец је први пут уочљив уочи заласка сунца и отуда произилази да са заласком сунца почиње нови дан и одбројавање часова.

У Хиландару сунце најраније залази око краткодневице, у 16 h 57 min, а најкасније око дугодневице, у 19 h 57 min (у 20 h 57 min по летњем ЕЕТ) (сл. 9), што значи да се нулти тренутак византијског часовног система током године помера у распону од три пуна часа ЕЕТ. Дневни помак није исти: око краткодневице и дугодневице једва да се уочава, док у септембру достиже максималну вредност, 1 min 41 s.



Слика 5. – Графички приказ савременог (лево) и византијског часовног система истог летњег дана

Византијски часовни систем је практичан јер кориснику пружа и додатну информацију потребну за планирање дневних активности на отвореном простору. Када, на пример, казалька механичког часовника показује пет „дневних” часова (17 часова по пуном означавању) (сл. 6) корисник констатује – *Прошло је 17 часова од последњег заласка сунца* – и додаје – *преостаје ми седам часова да обавим послове пре наредног заласка сунца*⁶.

Хиландарске таблице: прерачунавање ЕЕТ у византијско време

Данас, у време живе комуникације Свете Горе са спољним светом, лако је сазнати датум по ГК и час ЕЕТ: календари, часовници, мобилни телефони, па и интернет, доступни су скоро свима, и монасима и ходочасницима. Док је датуме лако превести из једног у други календар, за одређивање византијских дневних часова потребно је конструи-

⁶ Заправо, тачније је ако се каже „преостаје ми седам и по часова да обавим послове” – јер се дневно осветљење продужава око пола часа након заласка сунца (колико траје мали сумрак).

сати сунчани часовник, јер само сенка сунчаног часовника „без навијања” може показивати часове система чији се нулти тренутак током године стално помера. Без сунчаног часовника, и без астрономских посматрања и мерења, византијско време се одређује на основу познатог ЕЕТ, с тим да је потребно знати и тренутак претходног заласка сунца по ЕЕТ у одређеном месту. Треба нагласити „у одређеном месту” јер је византијско време, локално време, па сваки манастир има „своје”.

По византијском часовном систему, нула часова је у тренутку заласка сунца и тада по црквеном календару почиње нови дан, тј. нови датум; по световном календару нови дан, нови датум, наступа тек у поноћ, када је нулти тренутак за ЕЕТ. Од заласка сунца до 24 h, од нула часова византијског до нула часова ЕЕТ, постоји интервал Δt чија се дужина мења током године: најдужи је за време краткодневице (залазак сунца најближи подневу), затим се скраћује до дугодневице када достиже минимум (залазак сунца најближи поноћи), а онда се опет продужава до краткодневице (сл. 7, сл. 9). На географској ширини Хиландара, Δt се мења у распону од 7 h 02 min (децембар) до 4 h 02 min (јун)⁷. Толико, за Δt , часовници који раде по византијском часовном систему увек иду напред у односу на часовнике који показују ЕЕТ.

Када су познати ЕЕТ и Δt , лако је одредити византијско време (T_v) (сл. 6),

$$T_v = \text{ЕЕТ} + \Delta t,$$

па је у ту сврху у табели 1 дата његова вредност у часовима и минутима, за Хиландар, за сваки дан у години (2013).

Када је подне, 12 h, по ЕЕТ⁸, онда је $T_v = 12\text{h} + \Delta t$. При двоструком означавању часова (два пута од 1 h до 12 h), византијско подне једнако је Δt .

⁷ У табели 1, у периоду летњег времена, Δt је умањено за један час.

⁸ Треба разликовати поменуто „подне” од правог сунчевог поднева одређеног дана (средине обданице) које се по византијском времену (T_v) одређује се као збир правог сунчевог поднева по ЕЕТ (T_M) и интервала Δt , по формули,

$$T_v = T_M + \Delta t = [12\text{h} - e + (30 - \lambda)^\circ \cdot 4\text{min}] + \Delta t,$$

у којој је e временско изједначење.

У Хиландару се право сунчево подне помера у распону од 31 минут. По ЕЕТ, најраније пада у 12 h 07 min (крајем октобра и почетком новембра), а најкасније у 12 h 38 min (прва половина фебруара), а по византијском времену од 4 h 28 min (прва половина јуна) до 7 h 21 min (прва половина децембра) (сл. 7, сл. 9).

У складу с тим, ни права поноћ није у 0 h ЕЕТ него је то тренутак који је 12 h „удаљен” од правог сунчевог поднева, тако да током године варира у истом распону као и право подне. Из тог разлога, тренутак изласка сунца по византијском времену (T_i) није једнак $2 \Delta t$ (сл. 6).

Табела 1. – Византијско „подне” Δt (h:min) у Хиландару за сваки дан у години⁹

ГК	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Септ.	Окт.	Нов.	Дец.
1.	6:51	6:18	5:44	4:11	3:41	3:12	3:02	3:21	4:04	4:54	6:39	7:02
2.	6:51	6:16	5:43	4:10	3:40	3:11	3:02	3:23	4:06	4:55	6:40	7:02
3.	6:50	6:15	5:42	4:09	3:39	3:11	3:02	3:24	4:07	4:57	6:41	7:02
4.	6:49	6:14	5:41	4:08	3:38	3:10	3:03	3:25	4:09	4:59	6:42	7:02
5.	6:48	6:13	5:40	4:07	3:37	3:09	3:03	3:26	4:11	5:00	6:44	7:02
6.	6:47	6:11	5:39	4:06	3:36	3:09	3:03	3:27	4:12	5:02	6:45	7:02
7.	6:46	6:10	5:38	4:05	3:34	3:08	3:03	3:28	4:14	5:03	6:46	7:02
8.	6:45	6:09	5:37	4:04	3:33	3:08	3:04	3:30	4:15	5:05	6:47	7:02
9.	6:44	6:08	5:36	4:03	3:32	3:07	3:04	3:31	4:17	5:07	6:48	7:02
10.	6:43	6:07	5:35	4:02	3:32	3:07	3:05	3:32	4:19	5:08	6:49	7:02
11.	6:42	6:05	5:33	4:01	3:31	3:06	3:05	3:33	4:20	5:10	6:50	7:02
12.	6:41	6:04	5:32	4:00	3:30	3:06	3:06	3:35	4:22	5:11	6:50	7:02
13.	6:40	6:03	5:31	3:59	3:29	3:05	3:06	3:36	4:24	5:13	6:51	7:02
14.	6:39	6:02	5:30	3:58	3:28	3:05	3:07	3:37	4:25	5:14	6:52	7:02
15.	6:38	6:01	5:29	3:57	3:27	3:04	3:07	3:39	4:27	5:16	6:53	7:01
16.	6:37	5:59	5:28	3:56	3:26	3:04	3:08	3:40	4:29	5:17	6:54	7:01
17.	6:35	5:58	5:27	3:55	3:25	3:04	3:08	3:41	4:30	5:19	6:55	7:01
18.	6:34	5:57	5:26	3:54	3:24	3:03	3:09	3:43	4:32	5:20	6:55	7:00
19.	6:33	5:56	5:25	3:53	3:23	3:03	3:10	3:44	4:34	5:22	6:56	7:00
20.	6:32	5:55	5:24	3:52	3:22	3:03	3:10	3:46	4:35	5:23	6:57	7:00
21.	6:31	5:54	5:23	3:51	3:21	3:03	3:11	3:47	4:37	5:25	6:57	6:59
22.	6:30	5:52	5:22	3:50	3:20	3:02	3:12	3:49	4:39	5:26	6:58	6:59
23.	6:28	5:51	5:21	3:49	3:19	3:02	3:13	3:50	4:40	5:27	6:58	6:58
24.	6:27	5:50	5:20	3:48	3:18	3:02	3:14	3:52	4:42	5:29	6:59	6:57
25.	6:26	5:49	5:19	3:47	3:18	3:02	3:15	3:53	4:44	5:30	6:59	6:57
26.	6:25	5:48	5:18	3:46	3:17	3:02	3:15	3:55	4:45	5:31	7:00	6:56
27.	6:24	5:47	5:17	3:45	3:16	3:02	3:16	3:56	4:47	6:33	7:00	6:55
28.	6:22	5:46	5:16	3:44	3:15	3:02	3:17	3:58	4:49	6:34	7:01	6:55
29.	6:21	(5:45)	5:15	3:43	3:14	3:02	3:18	3:59	4:50	6:35	7:01	6:54
30.	6:20		5:14	3:42	3:14	3:02	3:19	4:01	4:52	6:37	7:01	6:53
31.	6:19		4:13		3:13		3:20	4:02		6:38		6:52
<i>Оквирни период летњег времена</i>												

Изразак сунца по византијском времену

У темпоралном часовном систему јасно се разликују дневни и ноћни часови, и у комуникацији није могло бити забуне. У савременом часовном систему, при двоструком означавањем од 1 до 12, један те исти редни број часа се понавља два пута, и да не би било забуне, дају

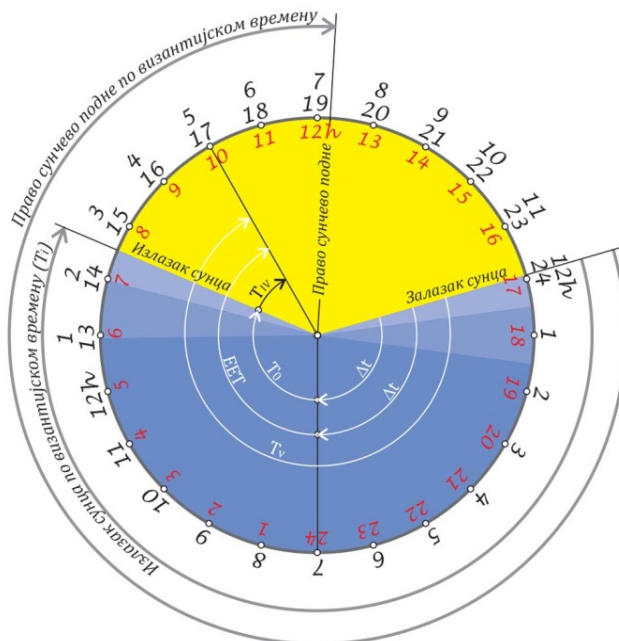
⁹ Узето у обзир летње време у периоду март–октобар.

се додатна одређења – „после поноћи”, „пре подне”, „после подне” и др. У византијском часовном систему та појашњења немају смисла јер поноћ није нулти тренутак, па се примењују појмови „дневни час” и „ноћни час” преузети из темпоралног часовног система. Али, то није једноставно као у темпоралном часовном систему, у коме и ноћ и дан (обданица) увек имају по 12 растегљивих часова. У византијском часовном систему, ноћним часовима се могу назвати сви часови који про- текну до изласка сунца, остали часови су дневни (сл. 6–7, сл. 9). Трен- тутак изласка сунца по византијском времену (T_i) израчунава се као збир тренутка изласка сунца (T_0) по ЕЕТ и интервала Δt ,

$$T_i = T_0 + \Delta t,$$

што је, заправо, дужина ноћи (а надопуна до 24 h – дужина обданице).

У Хиландару, по ЕЕТ сунце излази у распону од 4h 53min (у 5 h 53 min по летњем времену) до 7 h 47 min (сл. 9), а по византијском времену, од 8 h 56 min до 2 h 42 min (14 h 42 min) (таб. 2). То значи да у Хиландару (на Светој Гори) може бити највише 15 непуних ноћних, и 15 пуних дневних часова (сл. 9).

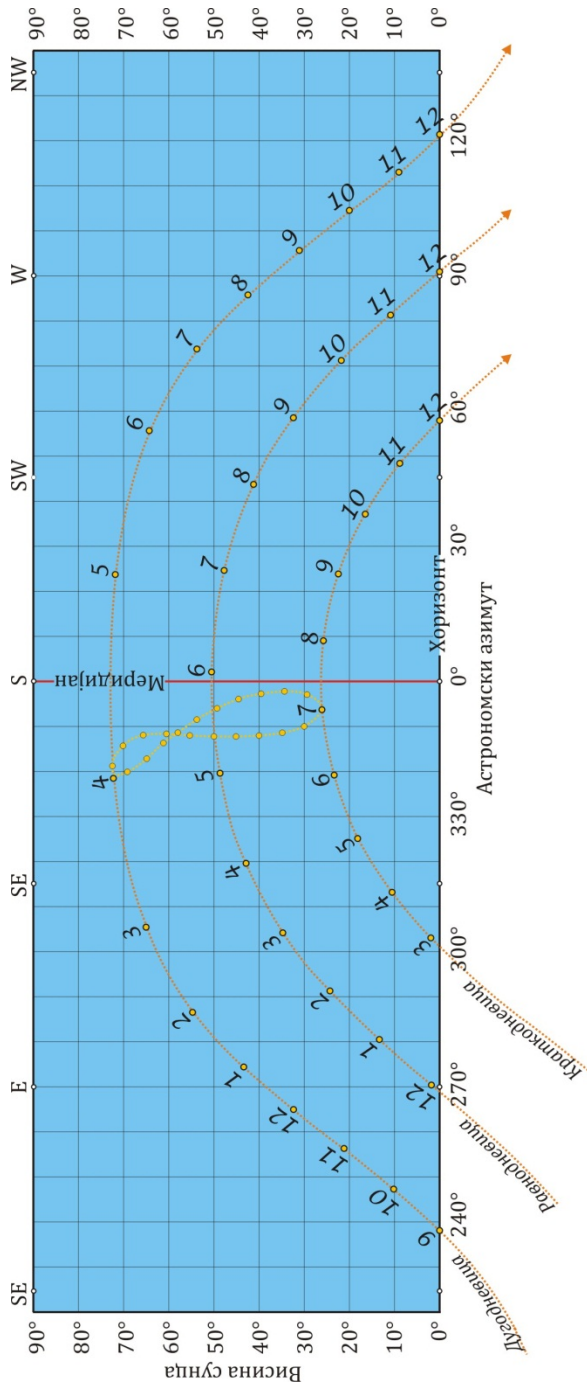


Слика 6. – Графички приказ тренутака изласка и залазак сунца, и правог сунчевог поднева, у Хиландару, на Ваведење (21. јануар ЈК), по византијском и ЕЕТ часовном систему

Табела 2. – Тренуци изласка сунца (T_i) ($h:min$) у Хиландару по византијском времену, са пуним означавањем (1–24h)

ГК	Јан.	Феб.	Мар.	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.
1.	14:39	13:52	12:44	11:18	10:03	9:08	9:00	9:43	10:56	12:14	13:33	14:29
2.	14:38	13:50	12:41	11:16	10:01	9:06	9:00	9:45	10:58	12:17	13:35	14:30
3.	14:38	13:48	12:38	11:13	9:58	9:05	9:01	9:47	11:01	12:19	13:37	14:31
4.	14:37	13:45	12:36	11:10	9:56	9:04	9:02	9:49	11:03	12:22	13:40	14:32
5.	14:36	13:43	12:33	11:08	9:54	9:03	9:03	9:51	11:06	12:25	13:42	14:34
6.	14:35	13:41	12:30	11:05	9:52	9:03	9:03	9:53	11:08	12:27	13:44	14:35
7.	14:34	13:39	12:28	11:02	9:50	9:02	9:04	9:56	11:11	12:30	13:46	14:35
8.	14:33	13:36	12:25	11:00	9:48	9:01	9:05	9:58	11:14	12:33	13:48	14:36
9.	14:32	13:34	12:22	10:57	9:46	9:00	9:06	10:00	11:16	12:35	13:51	14:37
10.	14:31	13:32	12:20	10:55	9:43	9:00	9:07	10:02	11:19	12:38	13:53	14:38
11.	14:30	13:29	12:17	10:52	9:41	8:59	9:09	10:04	11:21	12:40	13:55	14:39
12.	14:29	13:27	12:14	10:49	9:39	8:58	9:10	10:07	11:24	12:43	13:57	14:39
13.	14:27	13:24	12:12	10:47	9:37	8:58	9:11	10:09	11:27	12:46	13:59	14:40
14.	14:25	13:22	12:09	10:44	9:36	8:58	9:12	10:11	11:29	12:48	14:01	14:40
15.	14:23	13:19	12:04	10:42	9:34	8:57	9:14	10:14	11:32	12:51	14:03	14:41
16.	14:22	13:17	12:01	10:39	9:32	8:57	9:15	10:16	11:35	12:53	14:05	14:41
17.	14:20	13:14	11:58	10:37	9:30	8:57	9:17	10:18	11:37	12:56	14:07	14:41
18.	14:19	13:12	11:56	10:34	9:28	8:56	9:18	10:21	11:40	12:58	14:09	14:42
19.	14:17	13:09	11:53	10:32	9:26	8:56	9:20	10:23	11:43	13:01	14:11	14:42
20.	14:15	13:07	11:50	10:29	9:25	8:56	9:21	10:26	11:45	13:03	14:12	14:42
21.	14:14	13:04	11:48	10:27	9:23	8:56	9:23	10:28	11:48	13:06	14:14	14:42
22.	14:12	13:02	11:45	10:24	9:21	8:56	9:24	10:30	11:50	13:08	14:16	14:42
23.	14:10	12:59	11:42	10:22	9:20	8:56	9:26	10:33	11:53	13:11	14:17	14:42
24.	14:08	12:57	11:40	10:19	9:18	8:57	9:28	10:35	11:56	13:13	14:19	14:42
25.	14:06	12:54	11:37	10:17	9:17	8:57	9:30	10:38	11:58	13:16	14:21	14:41
26.	14:04	12:51	11:34	10:15	9:15	8:57	9:31	10:40	12:01	13:18	14:22	14:41
27.	14:02	12:49	11:32	10:12	9:14	8:58	9:33	10:43	12:04	13:21	14:24	14:41
28.	14:00	12:46	11:29	10:10	9:13	8:58	9:35	10:45	12:06	13:23	14:25	14:40
29.	13:58		11:26	10:08	9:11	8:58	9:37	10:48	12:09	13:26	14:26	14:40
30.	13:56		11:24	10:05	9:10	8:59	9:39	10:50	12:12	13:28	14:28	14:39
31.	13:54		11:21		9:09		9:41	10:53		13:30		14:39

У манастиру Ивирон (сл. 1, сл. 6) часови се традиционално одбројавају од изласка сунца, па је „ивиронско” време: $T_{IV} = EET - T_0 = T_V - T_i$



Слика 7. – Положај сунчевог диска сваког дневног византијског часа над хоризонтом Хиландара за време дугодне-
вице, пролећне равнодневице и краткодневице. Ради поређења са ЕЕТ, на графику је уртана аналема (скуп свих
положаја сунчевог диска у 12h ЕЕТ).

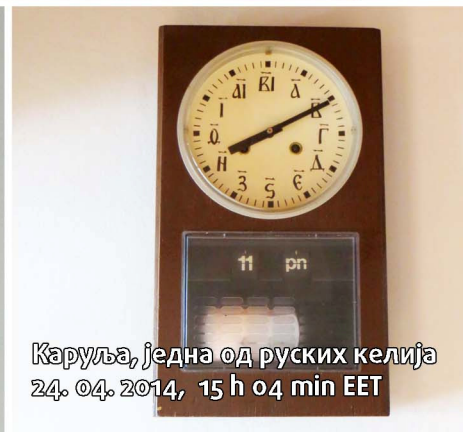
Византијски часовни систем у светогорској пракси

Некада су у светогорским манастирима часовници приближно подешавани на „нулу” при заласку сунца. Манастирима на SW страни полуострва, од Дохијара до Св. Павла, западни сектор хоризонта је отворен према мору и Ситонији тако да су њихови монаси могли непосредно опажати стварне заласке сунца (блиске теоретским) и према њима навијати часовнике. Манастирима на супротној страни полуострва западни сектор хоризонта заклоњен је гребеном Светогорског полуострва, а источни отворен према мору, тако да им је излазак сунца могао послужити као оријентир за подешавање часовника (таб. 2); монаси групе манастира од Пантократора до Велике Лавре залазак сунца близак теоретском посредно су опажали по врху Атоса, обасјаном зрацима залазећег сунца.

Данас су у већини светогорских манастира, скитова и келија на видним местима (при самом улазу, у гостопримницама) постављени зидни часовници који показују византијске часове, а негде су упоредо са њима постављени и часовници који раде по ЕЕТ (сл. 8, доле). Они су намењени, како монасима тако и ходочасницима којих је све више и више на Светој Гори. Зато се у свим обавештењима (богослужење, објед, ред вожње) у манастирима датуми дају по ГК, а часови по ЕЕТ.

Када саопштавају време неке манастирске активности, игумани обично назначе и време по ЕЕТ („грчко” време) и византијско време¹⁰. Данас су у светогорским манастирима мобилни телефон, таблет и компјутер, повезани са интернетом, уобичајна помагала која, између осталог, омогућавају да се непосредно или посредно одреди византијско време и по њему подесе манастирски часовници. Најчешће се, пак, то подешавање врши помоћу таблица (Η ΒΥΖΑΝΤΙΝΗ ΩΡΑ ΕΙΣ ΤΟ ΑΓΙΟΝ ΟΡΟΣ) које се дају у светогорским календарима (ΑΓΙΟΡΕΪΤΙΚΟΝ ΕΓΚΟΛΠΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ) за текућу годину. Таблице садрже податке о изласку сунца (грч. ΑΝΑΤΟΛΗ) и подневу (грч. ΜΕΣΗΜΒΡΙΟΝ) по византијском времену, у размаку од пет дана, по ГК и ЈК. Провера је показала да се ти подаци односе на Атину која се налази два степена јужније, то јесте, да те таблице нису израчунате посебно за Свету Гору (за Кареју, на пример). Иако постоји разлика (од –8 min до +6 min) примена ових таблица на Светој Гори нема никакве практичне последице, поготову када је познато да се ни у једном од манастира часовници не подешавају сваки дан; то се обично ради једном седмично или чак сезонски, неколико пута у години.

¹⁰ Игуман манастира Хиландар, Архимандрит Методије, имао је 2013. ручни часовник са два бројчаника, за ЕЕТ и за византијско време.



Слика 8. – Светогорски часовници (на фотографијама су назначена времена када су направљени снимци)

Закључак

Византијски часовни систем је формални часовни систем на Светој Гори. Часови се одбројавају од заласка сунца, два пута од 1 до 12. С обзиром да се два пута понавља исти редни број, часовна одређења се додатно објашњавају придевима „дневни” и „ноћни” који су преузети из темпоралног часовног система. У Хиландару, и на целој Светој Гори, број ноћних часова (дужина ноћи) током године варира од 9 до 15 тако да неки ноћни часови могу пасти у обданицу, а дневни у ноћ. Зато се наведени придеви не узимају буквално, придев „ноћни” само казује да се ради о часу у првој, а придев „дневни”, о часу у другој дванаестици византијског часовног система.

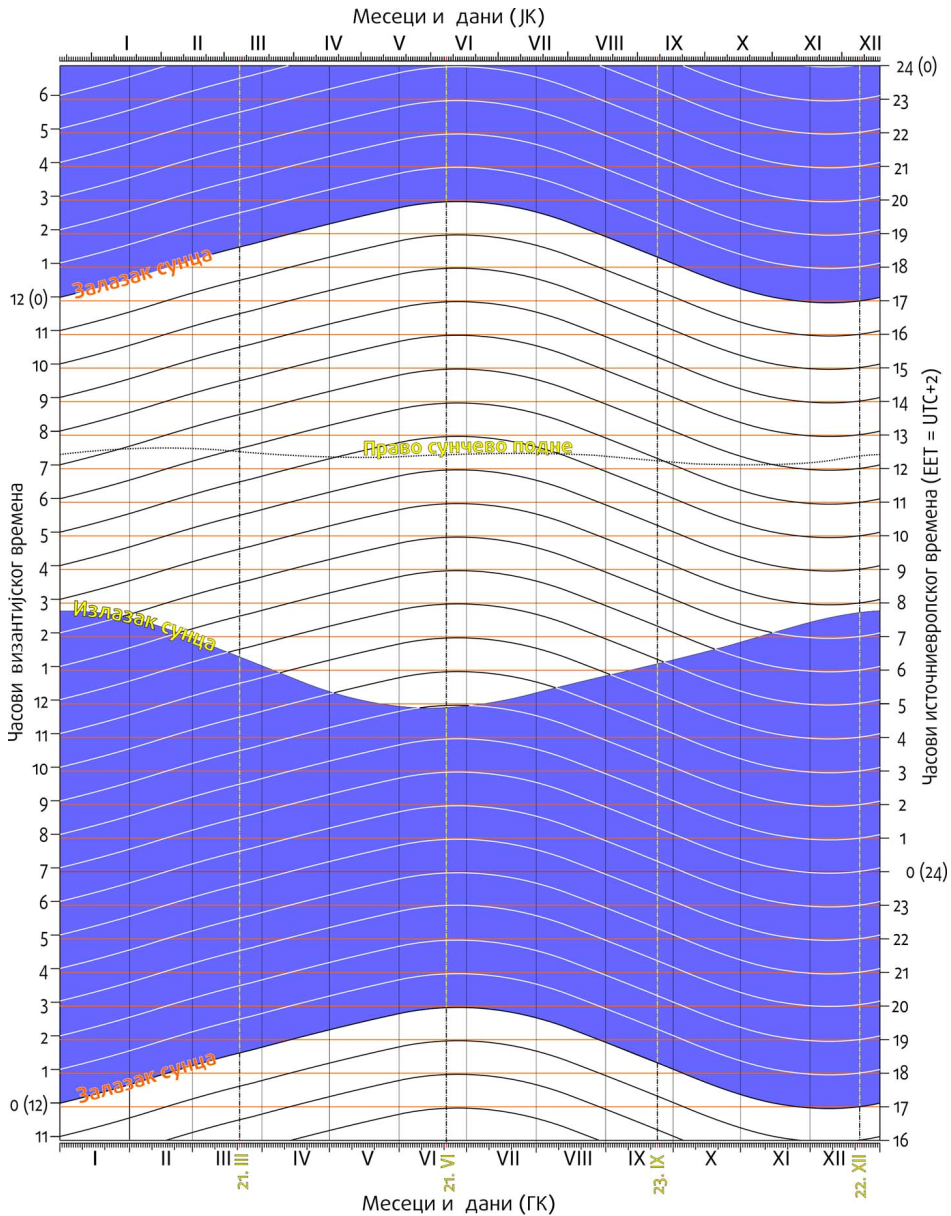
Манастирски часовници се подешавају да показују византијско време на основу таблица које се дају у светогорским календарима. Таблице садрже податке о тренутку изласка сунца и подневу за сваки пети дан у години по византијском времену, међутим, оне нису израчунате за Свету Гору, него за два степена јужнију Атину. Иако разлика није велика (од -8 min до $+6 \text{ min}$), било је неопходно израчунати посебне таблице за Хиландар (таб. 1, таб. 2).

Најпрактичније је да монах чије је послушање да подешава манастирски часовник по византијском часовном систему (да „чува” византијско време), часовник навија тачно у 12 часова ЕЕТ: једино што треба јесте да казальке намести да показују византијско подне које је, за сваки дан у години, дато у табели 1. Нема потребе да то ради сваки дан: у периоду од новембра до јула (са изузетком јуна), сваке седмице тренутак заласка сунца у просеку се помакне око 7 min , док просечан седмични помак у периоду август-октобар износи око 10 min (таб. 1, сл. 8). Због тога у првом периоду механичке часовнике треба подешавати најмање једном, а у другом периоду најмање два пута седмично; изузетак је јун, током кога је то довољно урадити само једном, средином месеца.

Када је потребно брзо превести ЕЕТ у византијско време, или обрнуто, то се може са довољном тачношћу извести и без таблица, помоћу графикана чијим се „читањем” може стећи комплетна представа о византијском часовном систему (сл. 9).

Светогорски манастири су концентрисани на малом простору, у пољу географске мреже $\Delta\varphi = 11' 31''$, $\Delta\lambda = 15' 43''$ ($\Delta t = 1 \text{ min } 03 \text{ s}$), тако да су разлике између тренутака заласка сунца практично занемарљиве. Разлике у интервалу Δt не прелазе један минут тако да Хиландарске таблице могу да користе сви светогорски манастири.

Византијски часовни систем српског манастира Хиландар (и целе Свете Горе)



Слика 9. – Однос византијских часова и часова стандардног EET током године у Хиландару

Литература

- Ангелопулос, А. (1997). *Монашка заједница Свете Горе*. Манастир Хиландар.
- Мирковић, Л. (1966). *Православна литургија или наука о богослужењу православне источне цркве – I*, Београд: Српски архијерејски синод СПЦ.
- Панајотис, Х. (2009). *Света Гора Атонска*. Београд: Друштво пријатеља Свете Горе Атонске и Задужбина Светог манастира Хиландара.
- Станић, Н., Тадић, М. (2014). Путовање кроз време – прича о сунчаном часовнику манастира Студенице. У М. С. Димитријевић (ур.), *Зборник радова конференције „Развој астрономије код Срба VIII”*, Београд, 18–22. април 2014, Публ. Астр. друштва „Р. Бошкових”, св. 14, у штампи.
- Станојевић, Љ. (1984). *Стари српски записи и натписи (III)*. Београд: САНУ.
- Тадић, М. (1987). *Студенички сунчаници*. Крушевац: Багдала.
- Тадић, М. (1990). Московски часовник српског монаха Лазара (I, II). *Васиона*. 4, 70–72; *Васиона*. 1, 4–7.
- Тадић, М. (2002). *Сунчани часовници*. Београд: Завод за уџбенике.
- Тадић, М. (2012). Сунчани часовник утврђења Хрусија (српски манастир Хиландар, Света Гора). *Зборник радова Географског факултета у Београду*. 59, 281–286.
- Arnaldi, M. (2011). *Tempus et regula: orologi solari medievali italiani: le origini & la storia*. Vol. 1. Ravenna: AMArte
- Fine, J. (1994). *The Late Medieval Balkans: A Critical Survey from the Late Twelfth Century to the Ottoman Conquest*. University of Michigan Press.
- Grant, E. (1996). *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional, and Intellectual Contexts*. Cambridge: University Press.
- Hannah, R. (2005). *Greek and Roman Calendars: Constructions of Time in the Classical World*. London: Duckworth.
- Lash, E. (1996). Athos: a working community. In. A. Bryer and M. Cunningham (Ed.), *Mount Athos and Byzantine Monasticism* (pp. 81–89). Birmingham: Society for the Promotion of Byzantine Studies.
- Ostrogorsky, G. (1963). Byzantium and the South Slavs. *The Slavonic and East European Review*, 42 (98), 1–14.
- Rautman, M. (2006). *Daily Life in the Byzantine Empire*. Westport: Greenwood Publishing Group.
- Robert, F., Taft, S. J. (1986). *The Liturgy of the Hours in East and West: The Origins of the Divine Office and Its Meaning for Today*. Collegeville: The order of St. Benedict.
- Robert, F., Taft, S. J. (1988). Mount Athos: A Late Chapter in the History of the Byzantine Rite, *Dumbarton Oaks Papers*, 42, 179–194.
- Talbot-Rice, T. (1967). *Everyday Life in Byzantium*. London: Batsford.

Original scientific article

BYZANTINE TIME SYSTEM OF THE SERBIAN MONASTERY HILANDAR (AND THE WHOLE MOUNT ATHOS)

Milutin Tadić*¹

* University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade

Abstract: Mount Athos uses Byzantine time system, where hours are counted from sunset. Setting the clock to Eastern European Time is done with tables printed in the church calendar every year. Having determined that these tables correspond to Athens, this paper calculates tables for Hilandar Monastery, which is very important for the history of timekeeping of the Serbs. Mount Athos monasteries are concentrated in a small area, differences in local times are negligible, and so they can all use the Hilandar table.

Key words: timekeeping, Byzantine time system Hilandar, Mount Athos

Date submitted: 7 November 2014 ; *Date accepted:* 8 December 2014

Hilandar's timekeeping tradition

Monastic community relies on strict order, and so the accuracy is an expected and appreciated monastic virtue. Everyday activities - prayer, errands, dining and rest - every monk performs at steady pace, according to the monastery *typikon*, at a prescribed time and in determined time intervals. Therefore, ever since they were first founded, the monasteries have had the "time services", the prototypes of relevant departments of modern astronomical observatories. The basic tools of the monks, whose assignment was to 'keep' the monastery time, and the mandatory inventory elements of every monastery are a *calendar and a clock*.

All this fully applies to the Serbian monastery of Hilandar (40° 20' 22,8" N, 24° 07' 15,5" E) (Fig. 1) which is related to the beginnings, not only of Serbian, but of Athonite timekeeping.

Figure 1 – *Arrangement of Athonite monasteries (see at page 122)*

The oldest Athonite clock, a sundial, was found at the entrance of ar-sana of the Hilandar fortification of Hrusia (St. Basil Old Monastery) (Fig. 3)

¹ Correspondence to: tadic@gef.bg.ac.rs

(Tadić, 2012), while the sixth chapter of the St. Sava “Hilandar typikon” (1199) contains the oldest known reference to the Serbian word *clock*:

“And so everyone, with the praise and spiritual joy, had fallen asleep while paraecclesiarch, having heard the *clock* breaking and found out that it was time, came to the abbot and received from him the required prayers.”

Based on this section only, it would be too soon to claim that Hilandar, at the time of St. Sava, had a mechanical clock, if it was not for another section and the corresponding miniature (Fig. 2) in the second volume of the Russian illustrated ten-volume chronicle (*Лицевой летописный свод*) from the second half of the sixteenth century:

“In the year 6912 (1404) the Grand Duke envisaged a clock and set it in his court behind the Church of the Annunciation. The clock, that kept time, would hit the bell with the mallet every hour, and counted the hours of the night and day; it was not a man who hit it, but something like a man, self-driven and self-propelled, somehow unusual, created by human intelligence, imagination and wisdom. The master and artist was a monk who had recently come from Mount Athos, a native Serb, named Lazarus, and the price was just over 150 rubles”.

Figure 2 – (on the left – the entire picture, in the middle and on the right – enlarged details). Moscow 1404: Serbian monk Lazarus is showing his mechanical clock to the Grand Duke (Лицевой летописный свод, Остермановский том II, л. 587, сл. 1175) (see at page 123)

The dial consists of twelve Church Slavonic letters that present numbers: A = 1, B = 2, Г = 3, etc. It is important to note that the number 12 (BI) is not at the highest point of the clock dial, and it is tilted to the left, so it can be assumed that hours were not counted from the midnight (or noon) but from the sunset, based on the Byzantine tradition, common on Mount Athos, the monk Lazarus had come from.

Figure 3 – Sundial of the Hilandar fortification of Hrusia (in situ) (see at page 123)

For the history of Serbian timekeeping it is important to note that the oldest preserved Serbian clock, and the South Slav clock in general, is in Studenica Monastery. It is a sundial carved along the south portal of the Church of the Holy Virgin (Fig. 4) in the late twelfth, early thirteenth century - in the time of St. Sava. Thus, the sundial of the Church of the Holy Virgin of Studenica Monastery, the sundial of Hilandar fortification of Hrusia and the mentioned section of Hilandar typikon, testify that in 1404 the clockmaker Lazarus did not appear out of nowhere, but continued a two century long tradition of Serbian timekeeping. The establishment of that school is directly related to the St. Sava and Hilandar Monastery (Stanic and Tadic, 2014).

Figure 4 – *Sundial of the Church of the Holy Virgin of Studenica Monastery (see at page 124)*

Today the Julian calendar (the “old” calendar) is applicable in Hilandar and throughout Mount Athos, as well as Byzantine time system by which a new day begins and hours are counted traditionally from the sunset², while the civil services adhere to the Gregorian calendar (the “new” calendar) and Eastern European Time, which are the official time systems in Greece³.

Byzantine time system

Throughout the Ancient Time and Middle Ages, time intervals within a day were measured by temporal hours that had been determined as one twelfth of a day (day temporal hour) and one twelfth of a night (night temporal hour) and thus their length varied in accordance with a change in the day length. The first day hour began with sunrise, the sixth ending at noon, and the twelfth with sunset (when the first night hour began). The temporal hour system was formalised in medieval Serbia, as evidenced by the names of prayer hours and numerous examples in the old Serbian inscriptions (Tadić, 1987), among which is probably the most famous inscription on a marble column in Kosovo where Despot Stefan Lazarevic engraved the exact time of the death of his father, Prince Lazar:

"In the year 6897 [1389], indiction 12, the month of June, 15th day, on Tuesday, and the hour was the sixth or seventh, I do not know, God knows" (Stojanovic, 1984, p. 45).

The invention of the mechanical clock gradually led to discontinuation of measuring time with temporal hours. Unlike the sundials, mechanical clocks were impossible to set to work in seasonal fluctuating rhythm of day and night temporal hours, and they gradually gave way to the modern time system of “equinoctial” hours⁴.

Almost until the mid-19th century there was great diversity in the implementation of the new time system. The initial moment of counting equinoctial hours differed from town to town, somewhere the initial moment would be the

² The exception is the monastery of Iviron where the equal hours are traditionally counted from sunrise.

³ The following are abbreviations used in the text: the Julian calendar - JC, Gregorian calendar - GC, Eastern European Time - EET.

⁴ At the same time the *apparent solar time* shifted to *mean solar time* based on the imagined mean sun moving not along the ecliptic as the real sun but along the equator, at a steady speed.

noon or midnight, and somewhere the sunrise or sunset⁵. In the Byzantine world the hours were counted in the Babylon way (Hannah, 2005), from sunset, which is in line with the Old Testament: “And God called the light Day, and the darkness he called Night. And the evening and the morning were the first day” (Genesis 1: 5).

This way of counting hours, Byzantine time system, used to be applied in Italian, Czech, and the towns of the Islamic world (Old Italian Time, Old Czech Time, Alla Turca Time), and to this day has been the official time system of Mount Athos. It can be called “of Mount Athos” only conditionally as it is also used in the monastery of St. Sava the Sanctified (Mar Saba Monastery) in Palestine (the West Bank). Byzantine time system has the same unit (hour) and the same dual marking (12 hours twice) as the modern time system, the only difference being that the hours are counted not from midnight, but from sunset (Fig. 5). Since sunsets are constantly moving during the year (in summer towards midnight and in winter towards noon), the same Byzantine hour falls on different moments of the modern time system.

In Hilandar, the earliest sunset is around winter solstice, at 16 h 57 min, and the latest around summer solstice, at 19 h 57 min (at 20 h 57 min according to daylight saving EET) (Fig. 9), which means that the zero moment of Byzantine time system moves during one year within three full hours of EET. The day shift is not the same: around winter and summer solstice it is hardly noticeable, while in September it reaches the maximum value of 1 min 41 s.

Figure 5 – *Graphic review of the modern (left) and Byzantine time system of the same summer day (see at page 126)*

Byzantine time system is practical because it provides the user with additional information necessary for planning daily activities outdoors. When, for example, the hand of the mechanical clock points five “day” hours (17 hours according to full marking) (Fig. 6), the user notes – *It has been 17 hours since the last sunset* - and adds – *I am left with seven hours to do my chores before the next sunset*⁶.

Hilandar tables: converting EET into Byzantine time

Today, in a time of open communication of Mount Athos with the outside world, it is easy to find out the date according to GC and the hour according to EET: calendars, watches, mobile phones, and the Internet, are available to al-

⁵ One of the explanations is related to the original, the lunar calendar, in which the new month began with the new moon phase. The young moon is first evident before sunset and thus with sunset a new day begins, as well as the counting of hours.

⁶ In fact, more precisely: “*I am left with seven and a half hours to do my chores*” - because daylight stays for about half an hour after sunset (duration of civil twilight).

most everyone, both monks and pilgrims. While the dates are easily translatable from one calendar to another, in order to determine Byzantine day hours, it is necessary to construct a sundial, since only a shadow of a sundial “without winding up” can show hours of the system whose zero moment constantly moves during one year. Without a sundial, and without astronomical observations and measurements, Byzantine time is determined on the basis of the known EET, except that it is necessary to know the moment of the previous sunset according to EET in a certain place. It is necessary to emphasise “in a certain place” because Byzantine time is the local time, and each monastery has its “own”.

According to Byzantine time system, zero hour occurs at the time of sunset and then a new day begins according to the church calendar, i.e. new date; according to the secular calendar, a new day and a new date occur as late as at midnight, when it is the zero moment for EET. From sunset to midnight, from zero hour of Byzantine time to zero hour of EET, there is an interval Δt whose length changes during a year: the longest is during winter solstice (sunset closest to noon), and reaches its minimum during summer solstice (sunset closest to midnight), and then again it lengthens to winter solstice (Fig. 7, Fig. 9). At the latitude of Hilandar, Δt changes, ranging from 7 h 02 min (December) to 4 h 02 (June)⁷. Therefore, the clocks that run according to Byzantine time system are always fast by Δt , compared to the clocks that show EET.

When EET and Δt are known, it is easy to determine Byzantine time (T_v) (Fig. 6),

$$T_v = EET + \Delta t,$$

and for that purpose Table 1 shows its value in hours and minutes, for Hilandar, for each day in a year (2013).

When it is noon, 12 h, according to EET⁸, then $T_v = 12 \text{ h} + \Delta t$. In dual marking (two times from 1 h to 12 h), the Byzantine noon equals the interval Δt (Tab. 1).

⁷ In Table 1, in the period of summer time, Δt is reduced by one hour.

⁸ Distinction should be made between the mentioned “noon” and the apparent noon on a certain day (mid daylight), which by Byzantine time (T_v) is determined as the sum of the apparent noon according to EET (T_M) and interval (Δt), according to the formula,

$$T_v = T_M + \Delta t = [12 \text{ h} - e + (30 - \lambda)^\circ \cdot 4 \text{ min}] + \Delta t,$$

where e is the equation of time.

In Hilandar the apparent noon moves within 31 minutes. According to EET, it is the earliest at 12 h 07 min (late October and early November), and the latest at 12 h 38 min (first half of February), and according to Byzantine time from 4h 28 min (first half of June) up to 7 h 21 min (first half of December) (Fig. 6, Fig. 8).

Accordingly, the apparent midnight is not at 0 h EET but it is the moment that is 12 hours “away” from the apparent noon, and so during the year it varies in the same way as the apparent noon. For this reason, the moment of sunrise, according to the Byzantine rime (T_i) is not equal to $2 \Delta t$ (Fig. 5).

Table 1 - *The Byzantine “noon” Δt (h:min) in Hilandar for each day in a year⁹ (see at page 128)*

Sunrise according to Byzantine time

In the temporal hour system day and night hours clearly differ, and there could not be any confusion in communication. In the modern time system, with dual marking from 1 to 12, the same number of hours repeats twice, and in order to avoid confusion, additional definitions are provided – “a.m.”, “p.m.”, “afternoon”, etc. In Byzantine time system, these explanations do not make sense because midnight is not the zero moment, and thus the concepts of “day hour” and “night hour” are applied, taken from the temporal hour system. However, it is not as simple as in the temporal hour system, where night and day always have 12 expansible hours. In Byzantine time system, night hours are all the hours that elapse until sunrise, and the remaining hours are day hours (Fig. 6-7, Fig. 9). The moment of sunrise by Byzantine time (T_i), is calculated as a sum of the moment of sunrise (T_0) according to EET and the interval Δt ,

$$T_i = T_0 + \Delta t,$$

which is, in fact, the length of night (complementing up to 24 h – the length of day).

In Hilandar, according to EET, sunrise ranges from 4 h 53 min (5 h 53 min Daylight Saving Time) to 7 h 47 min (Fig. 9), and according to Byzantine time, from 8 h 56 min to 2 h 53 min (14 h 53 min) (Tab. 2). This means that in Hilandar (on Mount Athos) there can be a maximum of 15 incomplete night hours, and 15 full day hours (Fig. 9).

Figure 6 – *Graphic presentation of the moments of sunrise and sunset, and the apparent noon, in Hilandar, at the Presentation Day (January 21, JC), according to Byzantine and EET system (see at page 129)*

Table 2 – *Moments of sunrise (T_i) (h:min) in Hilandar, according to Byzantine time, with full marking (1–24 h) (see at page 130)*

In the monastery of Iviron, (Fig. 1, Fig. 6) hours are traditionally counted from sunrise, and thus the Iviron time is: $T_{IV} = EET - T_0 = T_V - T_i$.

Figure 7 – *Location of the solar disk each Byzantine day hour above the horizon of Hilandar during summer solstice, spring equinox and winter solstice. For comparison with EET, the graph contains analema (the set of all positions of the solar disk at 12 h EET) (see at page 131)*

⁹ Summer time, in the period March – October.

Byzantine time system in the practice of Mount Athos

In the monasteries of Mount Athos, clocks used to be approximately adjusted to “zero” at sunset. The monasteries on the SW side of the peninsula, from Dohijar to St. Paul, have the western sector of the horizon open to the sea and the peninsula of Sithonia so that their monks could directly observe the actual sunsets (close to the theoretical ones) and adjust their clocks accordingly. In the monasteries on the opposite side of the peninsula the western sector of the horizon is obscured by the ridge of the Athonite peninsula, and the eastern is open to the sea, so that sunrise could serve them for adjusting the clocks (Tab. 2); the monks of the group of monasteries from the Pantocrator to the Great Lavra used to indirectly observe sunset at the top of Athos, illuminated by rays of the setting sun.

Today, in the majority of Athonite monasteries, skits and cells wall clocks, placed on visible places (at the entrance, in the guest rooms) show Byzantine time, and somewhere near them there are the clocks that operate according to EET (Fig. 8, bottom). They are intended for monks, but also for pilgrims, who are increasingly present on Mount Athos. Therefore, in all the information (worship, meals, and timetable) dates are given according to GC, and hours according to EET.

When they want to announce a time of a certain monastery activity, the abbots usually specify both time according to EET (“Greek” time) and Byzantine time¹⁰. Today, in the Athonite monasteries mobile phones, tablets and computers connected to the Internet, are the usual aids that among other things can directly or indirectly determine Byzantine time and accordingly set the monastery clocks. Most often, however, the setting is done with the help of the tables provided in Mount Athos calendars for the current year. The tables contain information about sunrise and noon according to Byzantine time, at intervals of five days, according to GC and JC. Verification has shown that the data refer to Athens, which is located two degrees south, that is, that these tables are not calculated separately for Mount Athos (Karyes for example). Although there is a difference (from –8 min to +6 min) the application of these tables on Mount Athos has no practical consequences, especially when it is known that there is not a single monastery where clocks are adjusted every day; this is usually done once a week or even seasonally, several times a year.

Figure 8 – *Mount Athos clocks (the photographs indicate the time they are taken)*
(see at page 133)

¹⁰ In 2013, Abbot of the Hilandar monastery, Archimandrite Methodius, used a wrist watch with two dials, for EET and Byzantine time.

Conclusion

Byzantine time system is a formal time system on Mount Athos. Hours are counted from sunset, twice from 1 to 12. Given that the same ordinal number is repeated two times, hours are additionally explained by words “day” and “night” which are taken from the temporal hour system. In Hilandar, and throughout Mount Athos, the number of night hours (length of night) during the year varies from 9 to 15 and so some night hours can fall on the day, and day hours on the night. Therefore, these words are not taken literally, and the word “night” only shows that it is the hour in the first, and the word “day” that it is in the second twelve of Byzantine time system.

The monastery clocks are adjusted according to Byzantine time based on tables provided in Mount Athos calendars. The tables contain information about the time of sunrise and noon for every fifth day of the year according to Byzantine time, but they are not calculated for Mount Athos, but for Athens which is two degrees to the south. Although the difference is not big (from -8 min to $+6$ min), it was necessary to calculate special tables for Hilandar (Tab. 1, Tab. 2).

The most practical way is that a monk whose duty is to adjust the monastery clock according to Byzantine time (to “keep” the Byzantine time) is to set the clock exactly at 12 according to EET: all he needs to do is to set the clock hands to show the Byzantine noon, which is, for each day of the year, given in Table 1. There is no need for him to do that every day: in the period from November to July (with the exception of June), each week a moment of sunset on average moves for about 7 minutes, while an average weekly shift in the period August-October is about 10 min (Tab. 1, Fig. 8). Therefore, in the first period, mechanical clocks should be adjusted at least once, and in the second period at least twice a week; with the exception of June, during which it is enough to adjust it only once, in the middle of the month.

When it is needed to convert EET to Byzantine time, or vice versa, it can be carried out without tables with sufficient accuracy, using the graph whose “reading” can provide a complete idea of Byzantine time system (Fig. 9).

Mount Athos monasteries are concentrated in a small area, in the field of geographical network $\Delta\varphi = 11' 31''$, $\Delta\lambda = 15' 43''$ ($\Delta\lambda = 1$ min 03 s), so that the differences between the moments of sunset are practically negligible. Differences in Δt interval do not exceed one minute so that the Hilandar tables can be used by all Mount Athos monasteries.

Figure 9 – *Ratio of Byzantine hours and hours of the standard EET during a year in Hilandar (see at page 135)*

References (see at page 136)