

## დროის გაზომვის საფუძვლები

### საერთო მოსაზრებები დროისა და მისი გაზომვის შესახებ

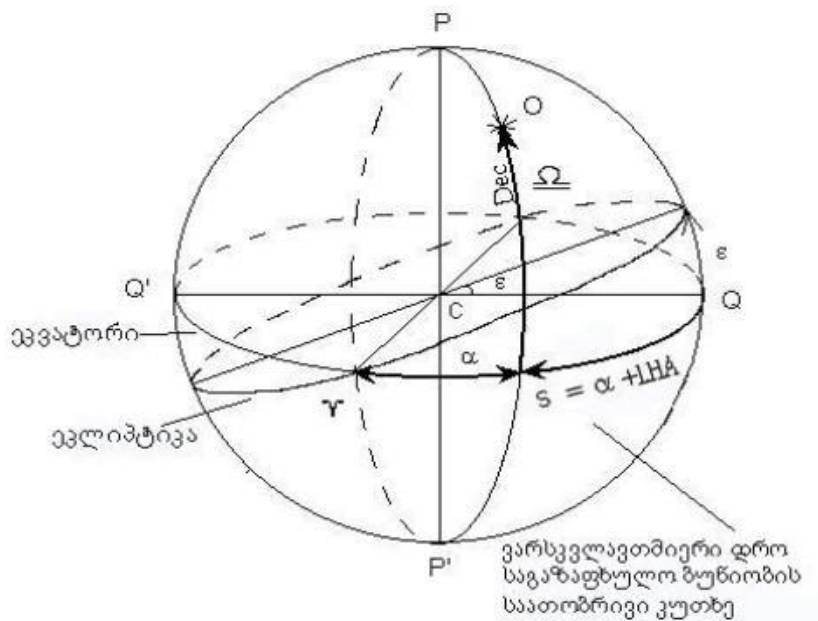
დიალექტიკური მატერიალიზმის თანახმად ბუნებაში ყველაფერი მუდმივ მოძრაობაშია, აბსოლუტური სიმშვიდე არ არსებობს. ნებისმიერი მატერიალური წერტილის მდგომარეობა და მდებარეობა შეიძლება განიხილებოდეს მხოლოდ დროის გარკვეული მომენტისთვის.

მატერია არსებობს სივრცეში და დროში. დრო იზომება მხოლოდ ერთი მიმართულებით - წარსულიდან  $\rightarrow$  მომავლისკენ. დროსთან შესაბამისად იცვლება ყველა ცვალებადი სიდიდე, რომელიც ახასიათებს ამა თუ იმ ფიზიკურ პროცესს; იცვლება ასევე ნებისმიერი ფიზიკური ობიექტის მდებარეობაც, მათ შორის, ციური ობიექტებისაც. ყველაფერი ეს მოითხოვს დროის ერთეულის დაწესებას და დროის გაზომვის მეთოდების შემოღებას. ნებისმიერი ფიზიკური სიდიდის გაზომვისთვის ისეთი ერთეული უნდა დადგინდეს, რომელიც ხელსაყრელი იქნება პრაქტიკული გამოყენებისათვის და აუცილებლად უცვლელი. ძველთაგანვე დროის ერთეულად მიღებული იყო დედამიწის ერთი სრული ბრუნის პერიოდი, ან ციური სფეროს ერთი სრული ბრუნის პერიოდი რაც დროში ერთი და იგივეა - ერთი დღედამე. პრაქტიკულად, ეს ერთეული მუდმივია.

როცა ერთეული დადგენილია, ისიც უნდა დადგინდეს თუ საიდან, რომელი წერტილიდან დაიწყოს დროის გაზომვა. პრაქტიკულ ასტრონომიაში ასეთ საწყის წერტილად მიღებულია საგაზაფხულო ბუნიობის წერტილი ( $\Upsilon$ ) და მისი მოძრაობა სფეროზე ან მზე. საგაზაფხულო ბუნიობის წერტილის მოძრაობით იზომება ვარსკვლავთმცირი დრო, ხოლო მზის მოძრაობით - მზისმცირი.

საწყის წერტილად მიღებულია საგაზაფხულო ბუნიობის წერტილის (იგივე ვერძის წერტილი), ან მზის მიერ დამკვირვებლის მერიდიანის სიბრტყის კვეთა, ვინაიდან ეს სიბრტყე თანემთხვევა გეოგრაფიულ მერიდიანს, რომლის მდებარეობა განისაზღვრება დედამიწაზე დამკვირვებლის გეოგრაფიული გრძედით.

ამიტომაც ყოველ სისტემაში დრო იმაზეა დამოკიდებული, თუ რომელი მერიდიანია მიღებული საწყისად - გრინვიჩის, ადგილობრივი თუ კიდევ რომელიმე სხვა.



ნახ.29 ვარსკვლავთმცირი დრო

ოცხოვრებაში გამოიყენება მზისმცირი

დრო. დროის აღრიცხვა იწყება შუაღამიდან ანუ მზის ქვედა კულმინაციის მომენტიდან. გასაგებიცაა, რატომ - იმიტომ, რომ თარიღის გამოცვლა უმჯობესია

ღამით ხდებოდეს, როცა ერთი სამუშაო დღე დამთავრებულია და მეორე ჯერ არ

დაწყებულია.

ასტრონომიულ ობსერვატორიაში სამეცნიერო მიზნებისთვის გამოიყენება ვარსკვლავთმომიერი დრო, რომელსაც ზომავენ და ანგარიშობენ არა მზის, არამედ ვარსკვლავებიანი ცის ხილული დღედამური მოძრაობის მიხედვით. ასეთი დღელამე არა არის თანაბარი.

ვარსკვლავთმომიერი დღელამე - ეს არის დროის შუალედი გაზაფხულის ბუნიობის წერტილის (იგივე ვერძის წერტილი) -  $\Upsilon$  ორ თანმიმდევრულ ზედა კულმინაციების მემენტებს შორის დამკვირვებლის მოცემულ მერიდიანზე.

ვარსკვლავთმომიერი დრო (S) - ეს არის გაზაფხულის ბუნიობის წერტილის (იგივე ვერძის წერტილის -  $\Upsilon$ ) ზედა კულმინაციის მომენტიდან მოცემულ მომენტამდე განვლილი დრო ანუ ვარსკვლავთმომიერი დროის საზომი ერთეულების (საათების, წუთების და წამების) რაოდენობა.

ვარსკვლავთმომიერი დრო ჩაიწერება ასე:

$$S=7 \text{ საათი } 46 \text{ წუთი } 18 \text{ წამი}$$

ვარსკვლავთმომიერი დრო ჩვეულებრივ, პრაქტიკულ ცხოვრებაში არ გამოიყენება, ამიტომ მას არ აქვს კალენდარულ ი თარიღი იმის გამო, რომ ციური სფერო მოძრაობს თანაბარზომიერად გაზაფხულის ბუნიობის წერტილის ზედა კულმინაციის მომენტიდან განვლილი დროის შუალედი რიცხობრივად უდრის ვერძის წერტილის - ( $\Upsilon$ ) დასავლური საათობრივი კუთხის მნიშვნელობას გრადუსულ ერთეულებში ანუ არსებობს დამოკიდებულება:

$$S = LHA_{\Upsilon}^{\circ}$$

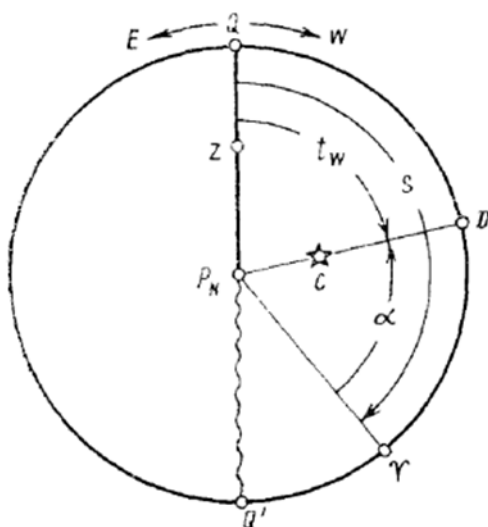
აქედან გამომდინარე შეიძლება ვარსკვლავთმომიერი დრო გამოისახოს როგორც გრადუსულ ერთეულებში, ასევე საათობრივში:

$$\begin{aligned} \text{ამგვარად } 24 \text{ საათი} &= 360^{\circ} \\ 1 \text{ საათი} &= 15^{\circ} \\ 1 \text{ წუთი} &= 15' \\ 1 \text{ წამი} &= 1'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 360^{\circ} &= 24 \text{ საათი} \\ 1^{\circ} &= 4 \text{ წუთი} \\ 1' &= 4 \text{ წამი} \end{aligned}$$

დროის ასეთი გამოსახვა საჭიროა ასტრონავიგაციური ამოცანების ამოხსნისთვის.

## დროის ძირითადი ფორმულა



თუ განვიხილავთ სფეროზე მნათობ C და ვერძის წერტილის - ( $\Upsilon$ ) ურთიერთმდებარეობას (ნახ.31), რომელიდაც მომენტში, დავრწმუნდებ ით, რომ  $\Upsilon =$   $YD$ , ანუ მივიღებთ დამოკიდებულებას ( $S, t_w$  და  $\alpha$ ) ვარსკვლავთმომიერი დროის დასავლურ საათობრივ კუთხისა და პირდაპირი აღვლენის სიდიდეებს შორის.

$$S = HA_w - \alpha$$

ერთდამევე მომენტში ვარსკვლავთმომიერი დრო ( $S$ ) ნებისმიერი მნათობის დასავლური საათობრივი კუთხის და მისი პირდაპირი აღვლენის ჯამის ტოლია, ამ გამოსახულებას დროის ძირითადი ფორმულა ჰქვია. საზღვაოსნო ასტრონომიაში ამ ფორმულას

ხშირად

ნახ.30 დროის ძირითადი ფორმულა

იყენებენ ვარსკვლავთა საათობრივი კუთხის გამოსათვლელად:

$$HA_w^* = S - \alpha$$

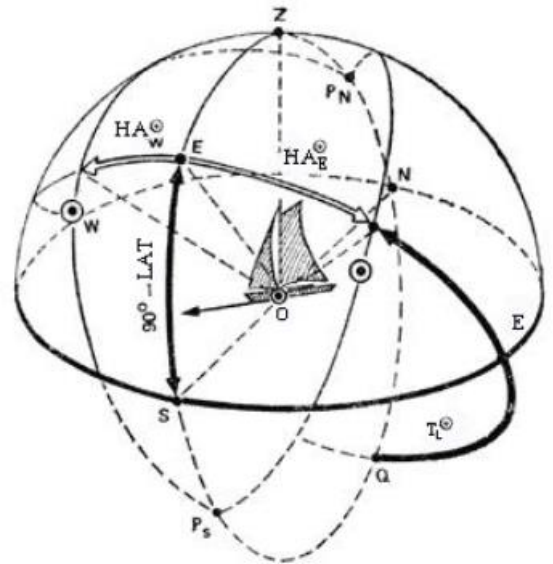
გამოთვლების გამარტივების მიზნით ტოლობის მარჯვენა ნაწილს მივუმატოთ  $360^\circ$  (ანუ  $0^\circ$ ). შემდეგ კი  $360^\circ - \alpha^*$ , შევცვალოთ  $SHA^*$  და ბოლოს მივიღებთ:

$$HA_w^* = S + SHA^*$$

$SHA^*$ -ს ვარსკვლავურ დამატებას ეძახიან და მისი მნიშვნელობა ნავიგაციურ ალმანახში არის მოცემული ძირითადი ნავიგაციური ვარსკვლავებისათვის ყოველდღიურ ცხრილებში. ალმანახის ინგლისურ ვარიანტში (The Nautical Almanac) ეს სიდიდე წოდებულია:  $SHA$  – Siderial Hour Angle.

### მზისმიერი დრო. საშუალო მზისმიერი დრო

ჩვენი პლანეტის მოსახლეობის ყოველდღიური ცხოვრება ორგანიზებულია მზის მიხედვით - დამოკიდებულია დღელამის ნათელ და ბნელ პერიოდებზე. ამის გარდა მზის ხილული წლიური სრბოლის გამო, რომელიც ყოველდღიურად ჩამორჩება ვერძის წერტილს  $1^\circ$ -ით, ანუ 4 წუთით, ვარსკვლავთმიერი დღელამის დასაწყისი იცვლება, ასე მაგალითად: 21 მარტს ვარსკვლავთმიერი დღელამის დასაწყისი იქნება შუადღე, 22 ივნისს - დილა, 23 სექტემბერს - ღამე, 22 დეკემბერს - საღამო. ასეთი სისტემის ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოიყენება შეუძლებელია. ამიტომ ვარსკვლავთმიერი დრო გამოიყენება მხოლოდ თეორიულ დასკვნებში და საზღვაოსნო ასტრონომიის ამოცანებში.



ნახ.31 მზისმიერი დრო

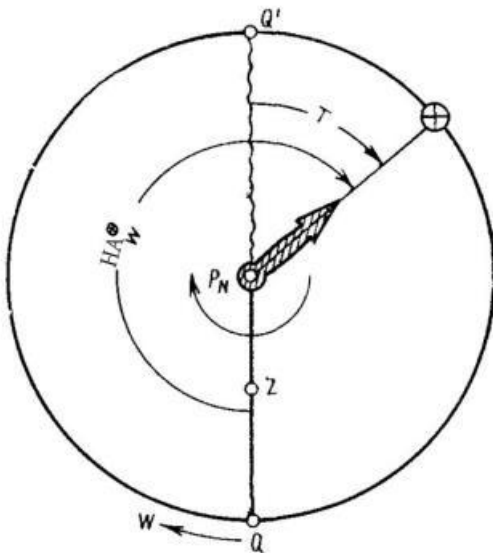
უფრო მიზანშეწონილი იქნება, თუ დროის საზომ ერთეულად მივიღებთ დროის შუალედს მზის ორი (ან ქვედა, ან ზედა) თანმიმდევრული კულმინაციების მომენტებს შორის. დროის ასეთ შუალედს მზისმიერი ანუ ჭეშმარიტი დღელამე ჰქვია, ეს დღელამე ვარსკვლავთმიერზე დაახლოებით 4 წუთით ხანგრძლივია. მაგრამ მზის პირდაპირი აღვლენა წლის განმავლობაში თანაბრად არ იცვლება და, მაშასადამე, ჭეშმარიტი, ანუ მზისმიერი დღელამეც არ არის ერთნაირი ხანგრძლიობის. სხვაობა მაქსიმალური და მინიმალური ხანგრძლიობის მზისმიერ დღელამეს შორის თითქმის  $51$  წამს აღწევს. ასეთი ცვალებადი სიდიდის გამოყენება ზუსტი დროის საზომ ერთეულად შეუძლებელია.

ჭეშმარიტი მზე არ შეიძლება „აიძულო ირბინოს“ ეკლიპტიკაზე თანაბარი სიჩქარით. დროის საზომი ზუსტი ერთეულის მისაღებად საჭიროა მზე შეიცვალოს სფეროზე წლის განმავლობაში თანაბარი სიჩქარით მოძრაობა, რაღაც, პირობითი წერტილით. მაგრამ ეკლიპტიკის დახრილობის გამო ასეთი პირობითი წერტილიც ვერ „ირბენს“ მსზე თანაბარი სიჩქარით.

ამიტომ შემოდებული იქნა ფიქტიური, განსაკუთრებული წერტილი, რომელიც მოძრაობს არა ეკლიპტიკაზე, არამედ ეკვატორზე იმავე მიმართულებით, რა მიმართულებითაც ჭეშმარიტი მზე მოძრაობს ეკლიპტიკაზე. ასეთ ფიქტიურ წერტილს საშუალო მზე ( ) დაერქვა.

ამრიგად, საშუალო მზეს ახასიათებს შემდეგი ნიშნები:

- იღებს მონაწილეობას სფეროსთან ერთად დღედამურ მოძრაობაში.
- აქვს საკუთარი წლიური მოძრაობა ეკვატორზე დღედამური მოძრაობის საპირისპიროდ.
- მისი დღედამური გადაადგილება ეკვატორზე მუდმივია და უდრის ჭეშმარიტი მზის ეკვატორზე პროექციის წერტილის საშუალო წლის განმავლობაში, დღედამურ გადაადგილებას. ეს სიდიდე 3 წუთისა და 56,56' ტოლია, ანუ მიახლოებით 1°-ია.
- ჭეშმარიტი და საშუალო მზის მერიდიანები დიდი მანძილით არ არიან ერთმანეთზე დაშორებული ამიტომ მათი კულმინაციის მომენტები დიდად არ განსხვავდებიან.



ამ ჩამონათვალის შემდეგ შეიძლება განისაზღვროს: საშუალო დღედამე - ეს არის დროის შუალედი საშუალო მზის ორი თანმიმდევრული ქვედა კულმინაციების მომენტებს შორის. საშუალო დღედამის საწყისად მიღებულია საშუალო მზის ქვედა კულმინაციის მომენტი - თარიღის ცვლა ღამით ყოველდღიურ ცხოვრებაში უფრო მიზანშეწონილია.

საშუალო დღედამე იყოფა 24 საშუალო საათად; 1 საათი = 60 საშუალო წუთად და 1 წუთი = 60 საშუალო წამად.

საშუალო ანუ სამოქალაქო დრო - ეს არის საშუალო საათების, საშუალო წუთების და საშუალო წამების რაოდენობა საშუალო მზის

ქვედა კულმინაციის მომენტიდან მოცემულ მომენტამდე. საშუალო დროს აუცილებლად თან უნდა ახლდეს თარიღი. საშუალო დროის მომენტის უთარილოდ ჩაწერა უაზრობაა.

საშუალო დრო ასე ჩაიწერება: 06.03 T = 19ს.27წ.18წმ. ვინაიდან საშუალო დრო აითვლება დამკვირვებლის მერიდიანის საშუალოდამისო ნაწილიდან, ხოლო დასავლური საათბრივი კუთხე - დამკვირვებლის მერიდიანის საშუალოდამისო ნაწილიდან, ამიტომ:

$$T = HA \pm 12 \text{ სთ}$$

$$HA = T \pm 180^\circ$$

ნიშანს „+“ ან „-“ ისე ირჩევენ, რომ შედეგი არ მიიღონ 24 საათზე (360°) მეტი.

საშუალო დრო ვარსკვლავთმეორისგან განსხვავებით მხოლოდ საათობრივ ერთეულებში გამოისახება.

საშუალო დრო ძირითადია, როგორც ყოველდღიურ ცხოვრებაში, ტექნიკაში, მეცნიერებაში, ასევე ასტრონავიგაციაში.

საზღვაო ფლოტში გამოყენებული დროის საზომი ყოველი ინსტრუმენტი



საშუალო დროს (საათს, წუთს და წამს) უზენებს.

## დრო სხვადასხვა მერიდიანზე. ადგილობრივი დრო

დღეღამის დასაწყისი იღება ვერძის წერტილის ან საშუალო მზის კულმინაციის მომენტიდან, ანუ მათ მიერ დამკვირვებლის მერიდიანის გადაკვეთიდან. ციური მერიდიანის სიბრტყე გეოგრაფიული მერიდიანის პარალელურია, ან მისი გაგრძელებაა. ამიტომ როგორც ვარსკვლავთმცერი, ისე საშუალო დრო დამკვირვებლისათვის სხვადასხვა მერიდიანზე სხვადასხვა მომენტებში იწყება.

ეს იმის დამამტკიცებელია, რომ სხვადასხვა მერიდიანზე ერთდამავე მომენტში დრო სხვადასხვაა და სხვადასხვა გრძედზე მყოფი დამკვირვებლისთვის დროებს შორის არის გარკვეული დამოკიდებულება.

ამ მოვლენის აღმოსაჩენად ავაგოთ ციური სფერო (ნახ. 33) რომელზედაც დავიტანოთ დამკვირვებელთა მერიდიანები რომელთაც აქვთ აღმოსვლეთის გრძედი ( $P_N Z_1 Q_1$ ), დასვლეთის გრძედი ( $P_N Z_2 Q_2$ ) და გრინვიჩზე დამკვირვებლის მერიდიანი ( $P_N Z Q$ ), ასევე ვერძის წერტილის ( $\gamma$ ), საშუალო მზის (+) და რაღაც მნათობის ( $C$ ) ნებისმიერი მდებარეობა.

ნულოვანი მერიდიანის დროს ჰქვია გრინვიჩის ვარსკვლავთმცერი ან საშუალო დრო. საშუალო გრინვიჩის დროს კიდევ მსომ ფლიო დროს უწოდებენ. ავლნიშნოთ ნახაზზე რკალები  $\lambda_E$  და  $\lambda_W$ , მივიღებთ ვარსკვლავთმცერი დროებისთვის დამოკიდებულებას:

$$S_1 = S_{GR} + \text{Long}_E \text{ და } S_2 = S_{GR} - \text{Long}_W$$

საშუალო დროებისთვის:

$$T_1 = T_{GR} + \text{Long}_E \text{ და } T_2 = T_{GR} - \text{Long}_W$$

გარკვეული, მოცემული გეოგრაფიული მერიდიანის დრო ადგილობრივ დროდ იწოდება და აღინიშნება  $S_L$  და  $T_L$ . ჩავწეროთ ეს ცალკეული ფორმულები საერთო ფორმულის სახით:

$$S_L = S_{GR} \pm \text{Long}_W^E$$

$$T_L = T_{GR} \pm \text{Long}_W^E$$

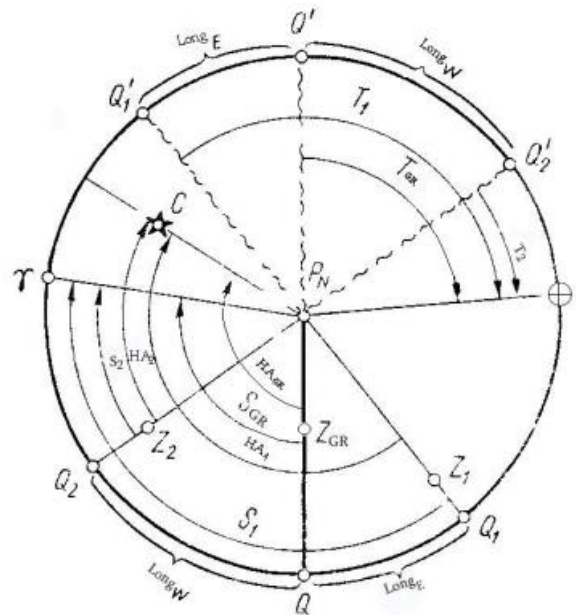
რადგან საათობრივი კუთხეები იზომება დამკვირვებლის მერიდიანის საშუადადისო ნაწილიდან მივიღებთ:

გრინვიჩიდან აღმოსავლეთით დამკვირვებლისთვის:  $LHA_1 = GHA + \text{Long}_E$

გრინვიჩიდან დასავლეთით დამკვირვებლისთვის:  $LHA_2 = GHA - \text{Long}_W$

ან საერთო ფორმულა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$LHA = GHA \pm \text{Long}_{E/W}$$



ამ გამოსახულებაში საათობრივი კუთხეები დასავლეთის სახელწოდებისაა. ნახაზიდან (ნახ.33) და მიღებული ფორმულიდან გამომდინარე:

- დედამიწის ზედაპირზე ერთ მერიდიანზე მყოფი ყველა დამკვირვებლისთვის, ანუ რომლებსაც ერთნაირი გრძედი აქვთ ერთი და იმავე სისტემის ადგილობრივი დრო ერთნაირია;
- მოცემულ მერიდიანზე დრო გრინვიჩის მერიდიანზე დროისგან განსხვავდება გრძედის სიდიდით;
- სხვადასხვა მერიდიანზე დრო განსხვავდება ერთმანეთისგან გრძედების სიდიდეების სხვაობით ამ მერიდიანებს შორის;
- ერთი მერიდიანიდან მეორეზე დროის გადაყვანისას, რომ არ შევცდეთ ნიშანში უნდა გვახსოვდეს, რომ აღმოსავლეთში დრო უფრო მეტია.

## ზოლური დრო (სარტყლური). საზაფხულო დრო. გემის დრო

ყოველდღიურ ცხოვრებაში ადგილობრივი საშუალო დროის გამოყენება მეტად მწიფია, რადგან ყველა მოძრავ საშუალებაზე აღმოსავლეთის მიმართულებით მოგვიწევდა საათის ისრების გამუდმებით წინ გადაწევა, ხოლო დასავლეთისკენ სვლის დროს უკან. ამიტომ იყო, რომ 1884 წელს დაიწყო მსოფლიოში დროის ათვლა სარტყლურად.

რა არის ზოლური დრო? დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია 24 სარტყლად. თითოეულ სარტყელში გრძედის  $15^{\circ}$ -ია ანუ 1 საათი. 12 სარტყელი აღმოსავლეთის სახელწოდებისაა, 12 კი - დასავლეთის; მერიდიანები  $0^{\circ}$   $15^{\circ}$   $30^{\circ}$   $45^{\circ}$  და ასე შემდეგ  $180^{\circ}$ -მდე არის ცენტრალური მერიდიანები. იმ სარტყლიდან, რომლის ცენტრალური მერიდიანი გრინვიჩის ანუ ნულოვანი სარტყლის სახელწოდებას ატარებს, ხდება სარტყლების დანომრვა აღმოსავლეთისკენ 12-მდე ჩათვლით და ამდენივე დასავლეთისკენ.

სარტყლის ნომრის საპოვნელად საჭიროა დამკვირვებლის გრძედი გაიყოს 15-ზე.

მთელი განაყოფი იძლევა სარტყლის ნომერს, თუ ნაშთი  $7.5^{\circ}$ -ზე მეტია,

მაშინ ამგვარად გამოთვლილ სარტყლის ნომერს ემატება ერთი ერთეული. ასე,

მაგალითად, თუ დამკვირვებლის გრძედი ქ. ბათუმში  $\lambda=41^{\circ}E$  მაშინ ის

ცხოვრობს მესამე საათობრივ სარტყელში, რადგან  $\quad = \quad = 2^{\circ}E$  და ნაშთია

$11^{\circ}$  ანუ  $7.5^{\circ}$ -ზე მეტი

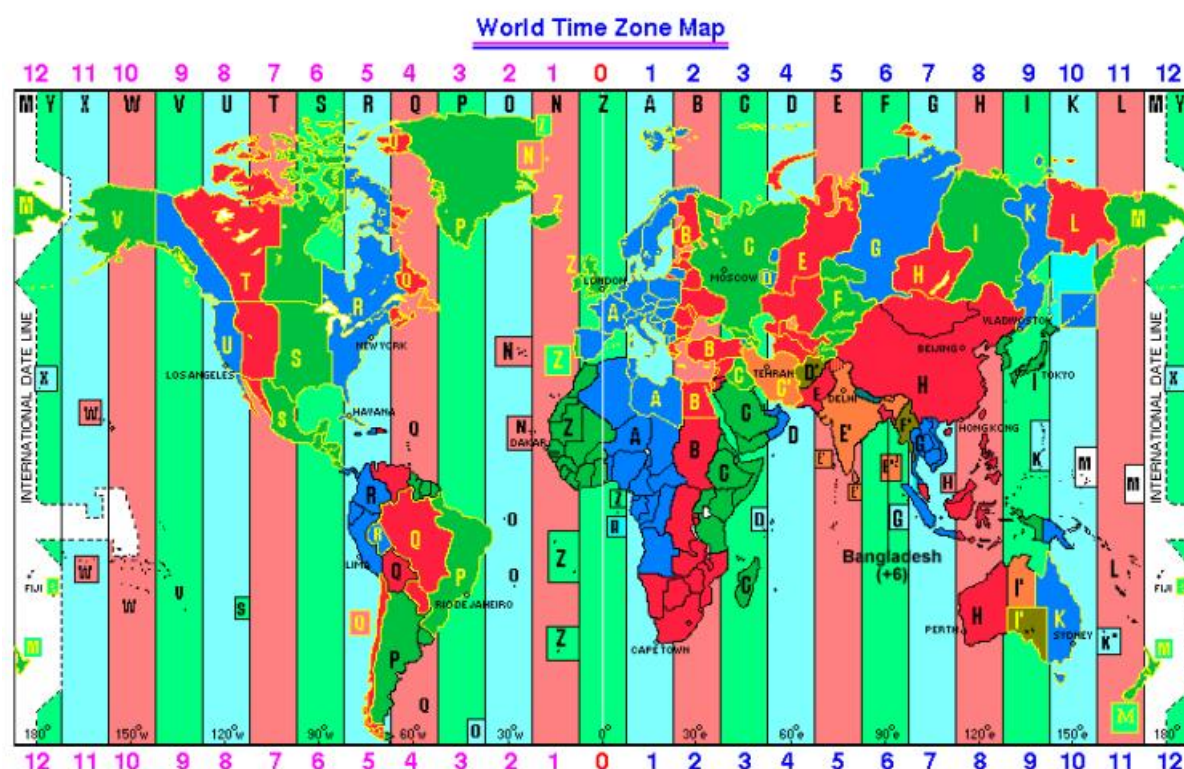
ნახევრის ( $7^{\circ}30'$ ) ტოლია. მაშასდამე ერთ სარტყელში მზის ამოსვლის, ჩასვლის, კულმინაციის ადგილობრივი დროის მომენტები დიდად არ განსხვავდება ზოლური მომენტებისგან.

ხშირად საათობრივი სარტყლის ზღვრები, განსაკუთრებით ხმელეთზე, ყოველთვის არ ემთხვევა მერიდიანებს. გადახრილია თეორიულისგან, როცა გადის სახელმწიფო ან ადმინისტრაციული საზღვრის ხაზზე, მდინარეებზე, ტბებზე და ასე შემდეგ. ეს ზღვრები დადგენილია სახელმწიფოთა მთავრობის მიერ.

ზოგი ზოლური დრო ატარებს საკუთარ სახელწოდებას. მაგალითად, დასავლეთ ევროპის ბევრი ქვეყანა ცხოვრობს აღმოსავლეთის პირველი სარტყლის დროით, თუმცა მოთავსებულია მთლიანად ან ნაწილობრივ ნულოვან ან მეორე სარტყელში. ასეთ ადგილობრივ დროს - საშუალო ევროპული დრო ჰქვია.

1981 წლის პირველი აპრილიდან პირველ ოქტომბრამდე ჩვენს ქვეყანაში ყველა





## თანაფარდობა საშუალო გრინვიჩის, ზოლურ და ადგილობრივ დროებს შორის

საზღვაოსნო ასტრონომიის პრაქტიკაში გავრცელებულია ისეთი ამოცანები, რომლებიც გამოითვლიან გრინვიჩის საშუალო დროს ზოლურიდან და პირიქით, ასევე ხდება ადგილობრივი დროის ზოლურში ან გემის დროში გადაყვანა და პირიქით. ასეთ გამოთვლებს აკეთებენ გრინვიჩის მიხედვით, ანუ ყოველ შემთხვევაში, ჯერ გრინვიჩის დროს გამოითვლიან.

ხსენებული ამოცანების ამოსახსნელად მიღებულია საერთო, ადგილობრივი დროიდან ზოლურში გადასაყვანი ფორმულები:

$$\left. \begin{aligned} GMT &= LT \mp Long_W^E \\ ZT &= GMT \pm Noz_W^E \end{aligned} \right\}$$

გემის დროიდან ადგილობრივ დროში გადასაყვანი ფორმულები:

$$\left. \begin{aligned} GMT &= ShT \mp Noz_W^E \\ LT &= GMT \pm Long_W^E \end{aligned} \right\}$$

შეცდომების თავიდან აცილების მიზნით ამ ფორმულებით სარგებლობის დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ადგილობრივი დროის გრინვიჩის დროში გადაყვანა ხდება გრძედით, ხოლო ზოლურში, ზაფხულის, გემის დროში - სარტყლის ნომრით.