

## Практикалық жұмыс №1

### Шырақтардың шарықтауы. Жұлдызды аспан көрінісі

Аспан сферасының тәуліктік қозғалысы *көрінетін қозғалыс* болып табылады. Оның себебі Жердің өз осі бойымен аспан айналысына қарама-қарсы бағытта нақты айналады. Сондықтан Жер бетіндегі қай нүктеден қарасақ та, аспан сферасы Жер осіне параллель түзу болып табылатын әлем осін айнала қозғалатынын көреміз, яғни бақылаушы Жер бетіндегі орнын ауыстырғанда әлем осінің аспан сферасына қатысты бағыты өзгермейді. Ал ілме сызығының аспан сферасына қатысты бағыты бақылаушының қай географиялық ендікте тұрғанына тәуелді болады да, айналу осімен әртүрлі бұрыштарды құрайды. Осы себепті аспан сферасының әлем осімен және ілме сызығымен байланысты нүктелері мен шеңберлерінің де өзара орналасуы бақылаушының қай ендікте тұрғанына байланысты болады.

Әлем полюсінің биіктігі  $h_p$  бақылау орнының астрономиялық ендігіне (жердің географиялық ендігіне)  $\varphi$  тең:

$$h_p = \varphi$$

Аспан экваторының жазықтығы мен аспан параллельдерінің жазықтығы математикалық көкжиек жазықтығына

$$|\delta| \geq (90^\circ - |\varphi|) \text{ немесе } i = 90^\circ - \varphi$$

бұрышпен көлбеу орналасады.

Аспан сферасының кез келген нүктесінің  $h$  биіктігі мен зениттік қашықтығы  $z$ , оның ішінде кез келген шырақтың да арасынада өзара тәуелділік болады:

$$h + z = 90^\circ.$$

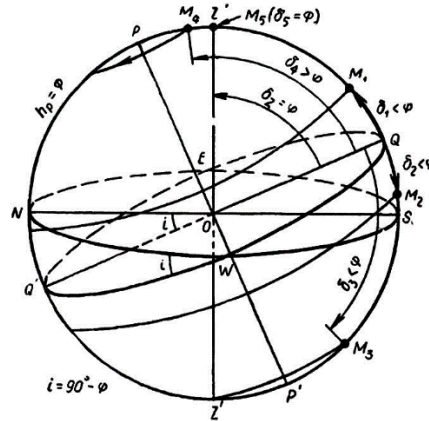
Шырақтардың жоғарғы шарықтау шегіндегі еңкеюі  $\delta < \varphi$  (M1, M2 және M3 шырақтары) нүктесінде  $z$  зениттің оңтүстігіндегі аспан меридианын кесіп өтеді (S оңтүстік нүктесінен жоғары немесе төмен) және оның зениттік қашықтығы

$$z_{\text{жш}} = \varphi - \delta,$$

биіктігі

$$h_{жш} = (90^\circ - \varphi) + \delta$$

азимуты  $A_{жш} = 0^\circ$  және сағат бұрышы  $t_{жш} = 0^\circ = 0^{сағ}$  тең.



Сурет 1. Шырақтардың жоғарғы шарықтау шегі

$\delta > \varphi$  нүктесінде, жоғарғы жоғарғы шарықтау шегіндегі шырақ (M4) зениттен солтүстікке қарай (N солтүстік нүктесінен жоғары) z шыңы мен солтүстік аспан полюсі P арасында аспан меридианы кесіп өтеді, бұл шырақтың зениттік қашықтығы:

$$z_{жш} = \delta - \varphi,$$

ал биіктігі

$$h_{жш} = (90^\circ - \delta) + \varphi,$$

азимуты  $A_{жш} = 180^\circ$  және сағат бұрышы  $t_{жш} = 0^\circ = 0^{сағ}$  тең.

Төменгі шарықтау шегіндегі (2-сурет) шырақ солтүстік аспан полюсінің астындағы аспан меридианымен кесіп өтеді: батпайтын шырақ (M1) солтүстік N нүктесінен жоғары, бататын шырақ (M2 және M3) және көтерілмейтін шырақ (M4) солтүстік нүктенің астында болады.

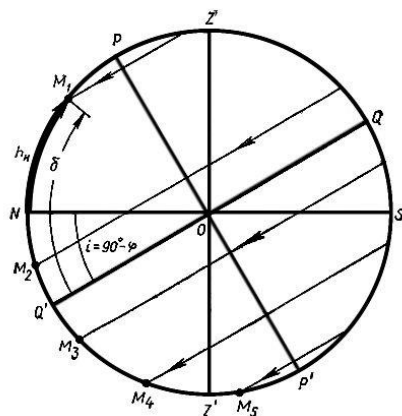
Төменгі шарықтау шегінде шамның биіктігі:

$$h_{ми} = \delta - (90^\circ - \varphi),$$

оның зениттік қашықтығы:

$$z_{ми} = 180^\circ - \delta - \varphi,$$

азимуты  $A_{ми} = 180^\circ$  және сағаттық бұрыш  $t_{ми} = 180^\circ = 12^{сағ}$  тең.



Сурет. 2. Шырақтардың төменгі шарықтау шегі

$\varphi$ -ға байланысты еңкеюі  $\delta < 0^\circ$  болғанда шырақтардың төменгі шарықтау шегінде S оңтүстік нүктесінің астынан (M5 шырағы) өтуі мүмкін, ал азимуты  $A_{ми} = 0^\circ$ , сағаттық бұрышы  $t_{ми} = 180^\circ = 12^{caz}$  тең. Бұл жағдайда есептерді шығарғанда  $z_{ми} > 180^\circ$  немесе  $h_{ми} < -90^\circ$  тең, мұндағы зениттік қашықтық  $z = 360^\circ - z_{ми}$ , ал биіктік  $h = -(180^\circ +) h_{ми}$ , бірақ әрқашан біз биіктікті  $h = 90^\circ - z$  деп аламыз.

Шарықтау шегінің Зенитке қатысты бағыты әріптермен белгіленеді: S (немесе O) - оңтүстіктегі шарықтау шегі және N (немесе C) - Зениттің солтүстігіндегі шарықтау шегі. Сонда мына

$$h_{ми} = \delta - (90^\circ - \varphi),$$

формуламызды төмендегіше түрлендіруге болады:

$$\delta \geq +(90^\circ - \varphi)$$

биіктігі  $h_{ми} \geq 0^\circ$  тең, яғни шырақ ешқашан көкжиектің астынан өтпейді және  $h_{жми} = (90^\circ - \varphi) + \delta$  формулаға сәйкес көтерілмейтін шырақ.

Көтерілмейтін шырақтың биіктігі  $h_{жми} \leq 0^\circ$  және еңкеюі  $\delta \leq (90^\circ - \varphi)$  тең.

### Мысал 1.

Солтүстік тропиктің жоғарғы және төменгі шарықтау шегіндегі ( $\varphi = +23^\circ 27'$ ) Капелла (Арбашы) жұлдызының  $\varphi = +45^\circ 58'$  географиялық ендікте және ( $\varphi = +66^\circ 33'$ ) Солтүстік полярлы шеңбердегі зениттік қашықтығын, биіктігін, азимутын және сағаттық бұрышын анықтаңыз. Капелла еңкеюі  $\delta = +45^\circ 58'$  тең.

*Берілгені:*

Капелла ( $\alpha$  Арбашы) еңкеюі  $\delta = +45^\circ 58'$ ;

Солтүстік тропик  $\varphi = +23^\circ 27'$ ;

географиялық ендік  $\varphi = +45^\circ 58'$ ;

Солтүстік полярлы шеңбер  $\varphi = +66^\circ 33'$ .

*Шешуі:*

Солтүстік тропиктің Капелла жұлдызының  $\delta$  еңкеюі  $\delta = +45^{\circ}58'$   $> \varphi$  тең, сондықтан  $z_{жси} = \delta - \varphi$  және  $h+z=90^{\circ}$  формулаларын қолданамыз.

$$z_{жси} = \delta - \varphi = +45^{\circ}58' - 23^{\circ}27' = 22^{\circ}31'N,$$

$$h_{жси} = 90^{\circ} - z_{жси} = 90^{\circ} - 22^{\circ}31' = +67^{\circ}29'N;$$

мұндағы азимут  $A_{жси} = 180^{\circ}$ , ал сағаттық бұрыш  $t_{жси} = 0^{\circ} = 0^{сағ}$  тең.

$\varphi = +45^{\circ}58' = \delta$  географиялық ендікте Капелланың зениттік қашықтығы  $z_{жси} = \delta - \varphi = 0^{\circ}$ , яғни жоғарғы шарықтау шегінде ол зенитте, ал биіктігі  $h_{жси} = +90^{\circ}$ , сағат бұрышы  $t_{жси} = 0^{\circ} = 0^{сағ}$  және  $A_{жси}$  азимуты анықталмаған.

Солтүстік полярлы шеңбер үшін бірдей мәндер  $z_{жси} = \varphi - \delta$  және  $h+z=90^{\circ}$  формулалары арқылы есептеледі, өйткені жұлдыздың еңкеюі  $\delta < \varphi = +66^{\circ}33'$ :

$$z_{жси} = \varphi - \delta = +66^{\circ}33' - 45^{\circ}58' = 20^{\circ}35'S,$$

$$h_{жси} = 90^{\circ} - z_{жси} = +90^{\circ} - 20^{\circ}35' = +69^{\circ}25'S,$$

сондықтан азимуты  $A_{жси} = 0^{\circ}$  және сағаттық бұрышы  $t_{жси} = 0^{\circ} = 0^{сағ}$ ,

Төменгі шарықтау шегінде Капелланың  $h_{ми}$  биіктігі мен зениттік арақашықтығын есептеу  $h_{ми} = \delta - (90^{\circ} - \varphi)$  және  $h+z=90^{\circ}$  формулалары бойынша есептелінеді: Солтүстік тропикте ( $\varphi = +23^{\circ}27'$ ) тең.

$$h_{ми} = \delta - (90^{\circ} - \varphi) = +45^{\circ}58' - (90^{\circ} - 23^{\circ}27') = -20^{\circ}35'N$$

яғни төменгі шарықтау шегінде Капелла көкжиектен асып түседі және оның зинеттік қашықтығы

$$z_{ми} = 90^{\circ} - h_{ми} = 90^{\circ} - (-20^{\circ}35') = 110^{\circ}35'N,$$

азимуты  $A_{ми} = 180^{\circ}$  және сағаттық бұрышы  $t_{ми} = 180^{\circ} = 12^{сағ}$ , ал  $\varphi = +45^{\circ}58'$  географиялық ендікте шырақтардың биіктігі:

$$h_{ми} = \delta - (90^{\circ} - \varphi) = +45^{\circ}58' - (90^{\circ} - 45^{\circ}58') = +1^{\circ}56'N,$$

яғни, ол батпайтын шырақ және оның:

$$z_{ми} = 90^{\circ} - h_{ми} = 90^{\circ} - 1^{\circ}56' = 88^{\circ}04'N,$$

$$A_{mu}=180^{\circ} \text{ және } t_{mu}=180^{\circ}=12\text{сағ},$$

Солтүстік полярлы шеңбер үшін ( $\varphi = +66^{\circ}33'$ ):

$$h_{mu} = \delta - (90^{\circ} - \varphi) = +45^{\circ}58' - (90^{\circ} - 66^{\circ}33') = +22^{\circ}31' N,$$

және

$$z_{mu} = 90^{\circ} - h_{mu} = 90^{\circ} - 22^{\circ}31' = 67^{\circ}29' N,$$

яғни, шырақ көкжиек шеңберінен шықпайды.

### Өз бетімен шығаруға арналған есептер:

1. Жер экваторындағы, Солтүстік тропиктегі ( $\varphi = +23^{\circ}27'$ ), Солтүстік полярлық шеңбердегі ( $\varphi = +66^{\circ}33'$ ) Әлем полюсінің биіктігін және аспан экваторының Солтүстік географиялық полюстегі математикалық көкжиекке бейімділігін анықтаңыз.

2. Сириус (Үлкен Арландағы  $\alpha$ ) жоғары кульминацияда болғанда, оның биіктігі  $10^{\circ}$  еді. Бақылау орнының ендігі неге тең?

3. Мизара ( $\zeta$  Major) жұлдызының еңкеюі  $+55^{\circ}11'$ . Пулковода ( $\varphi = +59^{\circ}46'$ ) және Душанбеде ( $\varphi = +38^{\circ}33'$ ) жоғарғы шарықтау шегінде қандай зениттік қашықтықта және қандай биіктікте болады?

4. Евпаторияда ( $\varphi = +45^{\circ}12'$ ) және Мурманскіде ( $\varphi = +68^{\circ}59'$ ) ең кіші зенит қашықтығы және ең биік биіктігі қандай Алиот ( $\varepsilon$  Үлкен Урса) және Антарес (Скорпион) жұлдыздары, олардың еңкеюі тиісінше  $+56^{\circ}14'$  және  $-26^{\circ}19'$  тең? Осы сәттердегі әрбір жұлдыздың азимутын және сағаттық бұрышын көрсетіңіз.

5. Бақылаудың қандай да бір нүктесінде еңкеюі  $+32^{\circ}19'$  -ға тең жұлдыз оңтүстік нүктесінен  $63^{\circ}42'$  биіктікке көтеріледі. Бұл жұлдыздың азимуты  $180^{\circ}$  болатын жердегі зениттік қашықтық пен биіктігін табыңыз.

### Жауаптары:

1.  $0^{\circ}$  және  $90^{\circ}$ ;  $+23^{\circ}27'$  және  $66^{\circ}33'$ ;  $+66^{\circ}33'$  және  $23^{\circ}27'$ ;  $+90^{\circ}42'$  және  $0^{\circ}$ .

2.  $\varphi = 90^{\circ} - 10^{\circ} - 17^{\circ} = 63^{\circ}$ .

3.  $4^{\circ}35'$  оңтүстік және  $+85^{\circ}25' 35'$  оңтүстік;  $16^{\circ}38'$  солтүстік және  $+73^{\circ}22'$  солтүстік;

4.  $11^{\circ}02'N$ ,  $+78^{\circ}58'N$ ,  $180^{\circ}$  және  $0^{\text{сағ}}$ ;  $71^{\circ}31'S$ ,  $+18^{\circ}29'S$ ,  $0^{\circ}$  және  $0^{\text{сағ}}$ .

5.  $89^{\circ}04'$  солтүстік және  $+0^{\circ}56'$  солтүстік

**Әдебиеттер:**

1. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: Учебное пособие /Под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с. (Классический университетский учебник).

2. Жаңабаев З.Ж., Наурызбаева А.Ж., Ізтілеуов Н.Т. Жалпы астрономия: Жоғарғы оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2010. – 184 б.

3. Сырым Ж.С., Марат П.М. Астрономия пәнінен тапсырмалар мен жаттығулар: Оқу-әдістемелік құралы. – Орал: М.Өтемісов атын. БҚМУ РБО, 2020. – 88 б.

4. <http://spacescience.ru/content/view/441/>