

Зертханалық жұмыс № 6

Уақыт және оның өлшемдері

Жұмыстың мақсаты: Уақыт түрлерін білу және жұлдызды және күн уақытын анықтай білу; ЖАЖК көмегімен шокжұлдыздар бойынша жергілікті орташа күн уақытын анықтауды үйрену.

Құралдар-жабдықтар: «Уақыт белдеулері» бойынша плакаттар немесе интернет көзінен қосымша мәліметтер, уақытты бір бірліктен екінші бірлікке аудару кестелері, аспан сферасының моделі, жұлдызды аспанның жылжымалы картасы, астрономиялық күнтізбелер мен анықтамалықтар.

Жұмысты орындау үшін алдын-ала білу керек мәліметтер:

1. Жұлдыздық уақыт туралы түсінік.
2. Орташа және шынайы күн уақыты.
3. Уақыт теңдеуі.
4. Астрономиялық күнтізбелерді
5. Жергілікті уақыттың географиялық бойлықпен байланысы.

Қысқаша теориялық мәліметтер

Астрономияда уақытты өлшеуде Жердің өз осінен тәуліктік айналғандағы *күн* мен Жердің Күнді бір жыл бойы айналғандағы *жыл* алынады. Жердің қозғалысына (сонымен қатар жұлдыздарды, Айды және планеталарды бақылауға) негізделген уақыт *астрономиялық* (жұлдыз, күн, эфемеридтік) *уақыт* деп аталады.

Жердің өз осінен айналуы біркелкі жүретіні бізге белгілі, яғни Жердің айналу периоды аспанның айналу периодына тең. Демек, белгілі бір бастапқы нүктеде Жердің айналу бұрышына сәйкес өткен уақытты өлшеуге болады. Ол үшін Жердің бастапқы орны ретінде бақылау орнының жер меридианының жазықтығының аспандағы таңдалған нүкте арқылы өту сәті немесе сол меридиандағы осы нүктенің жоғарғы шарықтау сәті алынады.

Күн деп аталатын негізгі уақыт бірлігінің ұзақтығы аспандағы таңдалған нүктеге байланысты.

Астрономияда мұндай нүктелер ретінде:

- көктемгі күн мен түннің теңелуі (жұлдыздық уақыт),
- Күннің көрінетін дискінің центрі (нағыз Күн, шынайы күн уақыты),

- орташа Күн – ойдан шығарылған нүкте, оның аспандағы орнын кез келген уақыт моментіне (орташа күн уақыты) теориялық түрде есептеуге болады.

Жердің Күн айналасындағы қозғалысына негізделген ұзақ уақыт аралығын өлшеу үшін тропикалық жыл қолданылады.

Тропикалық жыл – күн мен түннің теңелу нүктесі арқылы шынайы Күн центрінің екі рет өтуі арасындағы уақыт аралығы. орташа күн 365,2422 күндерін қамтиды. Көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінің Күнге қарай баяу қозғалуына байланысты, прецессия нәтижесінде, жұлдыздарға қатысты Күн біраз уақыттан кейін аспанның бір нүктесінде болады, ол тропикалық жылға қарағанда жиырма минут жиырма төрт секундқа ұзағырақ. Бұл құбылыс астрономияда *жұлдызды жыл* деп аталады және ол орташа 365,2564 күнінен тұрады.

Жұлдызды уақыт. Географиялық меридиандағы көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінен бір аттас екі дәйекті шарықтау шегі (кульминация) арасындағы уақыт аралығы *жұлдызды уақыт* деп аталады.

Берілген меридиандағы жұлдызды тәуліктің бастапқы нүктесі ретінде көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінің жоғарғы шарықтау сәті қабылданады.

Нүктенің ең жоғарғы шарықтау нүктесінен \overline{P} жұлдыздық күннің бөліктерімен көрсетілген кез келген басқа позицияға дейін өткен уақыт *жұлдызды уақыт* (S) деп аталады .

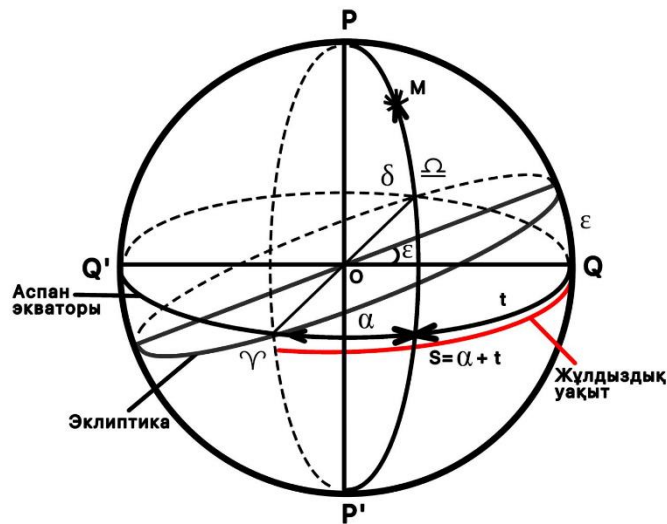
Жердің көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінің \overline{P} жоғарғы шарықтау сәтінен басқа сәтке дейін бұрылатын бұрышы сол сәттегі нүктенің сағаттық бұрышына тең.

$$S = t + \overline{P}$$

Тәжірибеде жұлдыздық тәуліктің немесе жұлдыздық уақыттың қандай да бір сәтте басталуын анықтау үшін қандай да бір M шырағының сағаттық бұрышын t , тік шарықтауын өлшеу қажет α (1-ші суретті қараңыз). Сонда жұлдыздық уақыт:

$$S = t + \alpha$$

мұндағы t – QOM , α – $\overline{P}OM$.



Сурет 1. Тәжірибеде жұлдыздық тәуліктің немесе жұлдыздық уақыттың өлшемі

Жұлдызды тәуліктің немесе жұлдыздық уақыттың басталуы (көктемгі күн мен түннің теңелуінің жоғары шарықтау сәті) бір жыл ішінде күн тәуліктерінің әр түрлі сәттеріне тура келеді (1-кестені қараңыз):

Кесте 1.

Негізгі күндер	21 наурыз	22 маусым	23 қыркүйек	22 желтоқсан
Жыл бойы Күннің эклиптикадағы орны	Тоқты	Шаян	Таразы	Тауешкі
Күндік тәуліктер уақыты бойынша жұлдызды тәуліктің басталуы	талтүсте	таңертең	түн ортасы	кешке

Жұлдызды уақыт кез келген қандай да бір шырақтың сағаттық бұрыш мен оның тік шарықтауына тең. Егер шырақтың сағаттық бұрышы нөлге тең болса $t = 0$ (шырақтың жоғарғы кульминациясында), онда сол мезеттегі жұлдызды уақыт шырақтың ең жоғарғы кульминациядағы тік шарықтауға тең $S = \alpha$.

Әр түрлі меридиандарда орналасқан бақылаушылар үшін жұлызды уақыт әр түрлі болады. Мысалы дәл сол кездегі физикалық сәтте жер бетіндегі екі нүктедегі жұлдыздық уақыт айырмашылығы осы нүктелердің географиялық бойлықтарының айырмашылығына тең.

$$S_2 - S_1 = \lambda_2 - \lambda_1.$$

Шынайы күн уақыты. Бір географиялық меридиандағы Күннің (Күн дискісінің ортасы) аттас екі кезекті кульминациялары арасындағы уақыт аралығы *шынайы күн уақыты* деп аталады. Күннің төменгі кульминация сәтінде (шынайы түн ортасы) берілген меридиандағы шынайы күн Күнінің басы ретінде қабылданады. Күннің төменгі кульминациясынан оның кез келген басқа позицияларына дейін өткен уақыт, шынайы күн Күнінің бөліктерімен өрнектеледі, шынайы күн уақыты T_c деп аталады.

Кез келген мезеттегі берілген меридиандағы шынайы күн уақыты T_c :

$$T_c = t_c + 12h$$

формуласымен есептелінеді. Мұндағы t_c – Күннің сағаттық бұрышы.

Шынайы күн тәуліктерінің ұзақтығы әртүрлі, өйткені:

1. Күн аспан экваторы бойымен емес, эклиптика бойымен экваторға $23^\circ 26'$ бұрышпен көлбеу қозғалады.

2. Күннің эклиптика бойымен қозғалысы біркелкі емес.

Орташа күн уақыты. Тұрақты ұзақтық тәулікті және бір мезгілде Күннің қозғалысымен байланысты тәулікті алу үшін астрономияға екі ойдан шығарылған нүкте - орташа эклиптика және орташа экваторлық Күн ұғымдары енгізіледі. Орташа эклиптикалық күн эклиптика бойымен Күннің орташа жылдамдығымен бірдей қозғалады және Күнмен 3 қаңтарда және 4 шілдеде кездеседі.

Орташа экваторлық күн аспан экваторы бойымен орташа эклиптикалық күн жылдамдығымен бірдей қозғалады және бір мезгілде көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінен өтеді.

Бір географиялық меридиандағы орташа экваторлық Күннің бір аттас екі кезекті шарықтау шегі арасындағы уақыт аралығы *орташа күн тәулігі* деп аталады.

Орташа күн тәуліктік ұзақтығы бір жылдағы шынайы күн тәулігінің ұзақтығының орташа мәніне тең.

Орташа экваторлық Күннің төменгі кульминациясынан оның кез келген басқа позицияларына дейінгі орташа Күн күнінің

бөліктерімен көрсетілген уақыт *орташа күн уақыты* T_m деп аталады.

Кез келген сәтте берілген меридиандағы орташа күн уақыты T_m :

$$T_m = t_m + 12^h,$$

мұндағы t_m – Күннің сағаттық бұрышы.

Астрономиялық күнтізбелерде S жұлдызды уақыт орташа «Гринвич түн ортасы» үшін беріледі. Бақылаудың қандай да бір нүктесіндегі сол мезеттегі жергілікті жұлдызды уақыт төмендегі формула бойынша есептеледі:

$$S = s + T_0 + T_{0\mu} + \lambda,$$

мұндағы, s – әлемдік уақыт бойынша сәйкес күнтізбелік күндегі 0000 UTC (бұл уақыт астрономиялық күнтізбеден алынады); T_0 - тәуліктің басынан бастап өткен орташа күн уақытының белгілі бір сәтіндегі дүниежүзілік уақыт; $T_{0\mu}$ – T аралығындағы жұлдызды уақыттың «үдеуіне» түзету («Орташа уақытты жұлдызды уақытқа ауыстыру» кестелерінде орналасқан); λ – бастапқы (Гринвич) меридианның шығысында оң деп саналатын нүктенің географиялық бойлығы.

λ бойлықты пункттің орташа күн уақытының берілген T_m сәтіндегі жергілікті жұлдыздық уақытын мына формула бойынша да есептеуге болады:

$$s = s_0 + T_m + T_{m\mu},$$

мұндағы s_0 – Гринвичтен шығысқа қарай орналасқан λ бойлықты пункттегі жергілікті түн ортасы сәтіндегі жұлдыздық уақыт. Ол мынаған тең:

$$s_0 = S - \lambda \cdot \mu = S - \left(\frac{\lambda}{24^h}\right) 3^m 56^s, 555.$$

Жердің Күнді айнала қозғалуының біркелкі еместігіне және эклиптиканың экваторға қарай қисаюына ($\varepsilon \approx 23^\circ 26'$ бұрышқа) байланысты жыл бойы шынайы күн тәулігінің ұзақтығы тұрақты емес: ең ұзақ тәулік – $24^h 00^m 30^s$ – шамамен 22 желтоқсан, ең қысқа – $23^h 59^m 39^s$ – шамамен 16 қыркүйек. Сондықтан уақытты шынайы күн тәулігімен, сондай-ақ жұлдыздық тәулікпен өлшеу де жүргізілмейді.

Ағымдағы уақытты өлшеу орташа күн тәулігімен жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта орташа күн уақыты T_m мына формула бойынша есептеледі:

$$T_m = t_i + \eta + 12^h$$

мұндағы η – уақыт теңдеуі:

$$\eta = (t_s - t_i) = (\alpha_i - \alpha_s);$$

t_s және α_s – сағаттық бұрыш және «орташа Күннің» тік шығуы;

t_i және α_i – сағаттық бұрыш және «шынайы Күннің» тік шығуы.

Орташа күн уақыты мен жұлдыздық уақыт арасындағы айырмашылық бір күнде $3^m56^s,555$ -ке, ал бір сағатта $9,86^s$ жұлдыздық уақытқа артады. Жергілікті түн ортасы сәті Гринвич түн ортасынан $\Delta T_m = \Delta\lambda$ -ге қашық болады (сағатпен көрсетілген бойлық айырмасы). Демек, бойлық айырмашылығына тең уақыт аралығындағы жұлдыздық уақыттың үдеуі $9,86^s \cdot \Delta\lambda$ болады (бойлыққа түзету). Гринвичтен жергілікті жұлдыздық уақытқа s_0 ауысқан кезде бұл түзетуді астрономиялық күнтізбелерде берілген жұлдыз уақытынан алып тастау керек, яғни

$$s_0 = S - 9,86^s \cdot \Delta\lambda.$$

Орташа күн уақытын жұлдыздық уақытқа айналдыру үшін орташа түн ортасынан бастап орташа уақыт аралығын жұлдыздық уақыт бірліктеріне аудару керек, мұнда 1^h орташа уақыттың $1^h00^m09^s,86$ жұлдыздық уақытқа тең екенін есте сақтаңыз. Уақыт аралықтарын бір бірліктен екіншісіне аудару үшін астрономиялық күнтізбелерден көмекші кестелерді пайдалануға болады. Алайда, тропикалық жыл $365,2422$ орташа күн тәулігіне және $366,2422$ жұлдыздық тәулікке тең екенін есте ұстай отырып, теңдік арқылы орташа күн уақыты мен жұлдыздық уақытының байланысын орнатуға болады:

$365,2422$ орташа тәулік = $366,2422$ жұлдыздық тәулік, сонда

$$1 \text{ орташа тәулік} = \frac{366,2422}{365,2422} = 1,002738 = K \text{ жұлдыздық тәулік,}$$

$$1 \text{ жұлдыздық тәулік} = \frac{365,2422}{366,2422} = 0,997270 = K' \text{ орташа тәулік,}$$

Уақыттың барлық басқа бірліктері дәл осы коэффициенттер арқылы бір-бірімен байланысты, яғни 1 орташа сағат = $1,002738$ жұлдыздық сағат және т.б., яғни

$$s_1 - s_2 = (T_1 - T_2) \cdot K',$$

$$T_1 - T_2 = (s_1 - s_2) \cdot K.$$

Орташа күн уақыты - жергілікті, дүниежүзілік, белдеулік, декреттік, эфемеридтік болып бөлінеді.

Жергілікті уақыт осы бақылау пунктіне жатады және бір географиялық меридианда орналасқан барлық пункттер үшін бірдей. Бір физикалық сәтте әр түрлі меридиандардағы екі пункттегі

жергілікті уақыттың (күн де, жұлдыз да) айырмашылығы осы пункттердің географиялық бойлықтарының айырмашылығына тең (сағаттық өлшеммен көрсетілген). Бұл уақыт осы меридиандағы барлық пункттер үшін бірдей болады. Жердің батыстан шығысқа айналуы салдарынан белгілі бір моментте әртүрлі меридианда жергілікті уақыт әртүрлі болады. Бұл уақыттардың бір мезеттегі айырмасы меридианның географиялық бойлығымен байланысты. Жер бетіндегі кез келген пункттің жергілікті орташа күн уақыты осы мезеттегі әлемдік уақытқа осы пункттің сағаттық өлшеммен берілген бойлығын қосқанға тең:

$$S_1 - S_0 = \lambda \quad T_{op1} - T_{op2} = \lambda$$

Жергілікті уақытты қолданудың ыңғайсыз жағы: өте жақын орналасқан пункттердің меридиандары әртүрлі болса, жергілікті уақыттары әртүрлі болып келеді. Жергілікті уақыттың пункттен пунктке үздіксіз өзгеруі шаруашылық, ғылыми, тұрмыстық қызметті ұйымдастыруға кесел келтіреді. Практикалық қажеттіктер үшін үлкен аймақтарда уақыттың бірдей болғаны ыңғайлы.

Дүниежүзілік уақыт - Гринвич меридианының жергілікті орташа күн уақыты (бойлық пен уақытты санау үшін бастапқы – нөл деп қабылданған уақыт; Гринвичтен шығысқа қарай бойлық оң деп саналады). Гринвич меридианының жергілікті орташа күн уақыты *әмбебап уақыт немесе әлемдік уақыт* T_0 деп аталады. Жер шарының кез келген нүктесінің жергілікті орташа күн уақыты келесімен анықталады:

$$T_m = T_0 + \lambda_n,$$

мұндағы λ_n – берілген нүктенің бойлығы, сағатпен (h) көрсетілген.

Белдеулік уақыт Жергілікті уақытты санау жүйелері, сонымен қатар меридиандар сансыз көп. 1884 жылы орташа уақытты есептеу үшін белдеулік жүйесі ұсынылды. Уақыт бір-бірінен дәл 15° бойлықта, шамамен әрбір уақыт белдеуінің ортасында орналасқан 24 негізгі географиялық меридиандарда ғана сақталады. Нөлдік белдеудің негізгі меридианы ретінде Гринвич алынады. 1884 жылғы жоба - меридиан белдеуіндегі осьтік - орташа жергілікті уақыт бойынша саналатын, берілген уақыт белдеуінің орташа күн уақыты. Берілген пункттің жергілікті (орташа күн) уақыты мен осы пункт өмір сүретін нақты уақыт арасындағы айырмашылық осы пункт орналасқан уақыт белдеуінің нөмірін (бүтін сағат саны) береді. Кез келген уақыт белдеуінің негізгі меридианының жергілікті орташа күн уақыты *белдеулік уақыт* T_n деп аталады. Белдеулік уақыт пен

жергілікті және дүниежүзілік уақыт арасындағы байланыс келесі түрде көрсетіледі:

$$T_m - T_n = \lambda_n - n^h,$$

мұндағы n^h – уақыт белдеуінің нөміріне тең (сағаттық белдеуінің негізгі меридианының бойлығы) толық сағаттар саны.

Декреттік уақыт – бұл белдеулік уақыт плюс 1^h . Кәсіпорындар мен тұрғын үйлерді жарықтандыруға жұмсалатын электр энергиясын ұтымды бөлу мақсатында КСРО-да 1930 жылы 16 шілдеде жазда жазғы уақыт енгізілді. Үкімет қаулысымен сағат тілі стандартты уақытқа қарсы 1 сағат алға жылжытылды. Бұрынғы Совет Одағында жазғы уақытты қолданудың екі әрекеті болған. 1930 жылы арнаулы декретпен жазғы уақыт енгізіліп, сағат тілі-бір сағат алға, ал күзде белдеулік уақытқа қайтарылып тұрған. Бірақ бұндай эксперимент ұзаққа созылмаған. Соңғы рет қолданғанда сағат тілі күзде кейін қайтарылмай қалған. Содан бері бұрынғы Совет Одағын мекендейтін халық өздерінің белдеулік уақыттарымен емес, *декреттік* деп аталатын уақыт жүйесімен өмір сүріп келеді: $T_{\text{дек}} = T_{\text{бел}} + 1^{\text{сағ}}$, мұндағы $T_{\text{дек}}$ - декреттік уақыт.

1981 жылдан бастап ТМД елдерінде жазда сағат тілі алға жылжытылып, күзде кейін қайтарылып отырған. Бірақ бұрынғы белдеулік уақытқа қайтарылған жоқ. Сонымен, ТМД елдерінде:

$$T_{\text{жаз}} = T_{\text{бел}} + 2^{\text{сағ}} = T_{\text{дек}} + 1^{\text{сағ}} = T_{\text{гр}} + n + 2^{\text{сағ}}.$$

Уақыт өлшеу жүйелерін тиімді пайдалану өндіріс қызметін дұрыс ұйымдастыруға, транспорт пен коммуникация қызметін реттеуге аса қажетті. Сонымен белгілі бір пункттің *белдеулік уақыты* дегеніміз сол пункт орналасқан сағаттық белдеудің негізгі меридианының жергілікті астрономиялық уақыты болады. Ал *декреттік уақыт* деп белдеулік уақытқа 1 сағат қосылғандағы уақыт өлшеу жүйесін айтамыз.

Жаздық (маусымдық) уақыт - бірқатар елдерде наурыздың соңғы жексенбісінде түнде (сағат 2-де) сағат тілінің бағытын бір сағатқа алға жылжыту арқылы енгізіледі және қыркүйектің соңғы жексенбісінде түнде (сағат 3-те) сағат тілінің бағытын бір сағатқа артқа аудару арқылы жойылады (Қазақстанда 2005 жылдан бері қолданылмайды).

Жұмыстың орындалу барысы:

1. Аспан сферасының моделінде қалаған шырағыңызды таңдап, $s = t + \alpha$ формуласының шынайылығын көрсетіңіз.

2. Аспан сферасында көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесін табыңыз, 0^h , 6^h , 12^h , 15^h , 18^h жұлдыздық уақыт сәттері үшін сфераны орналастырыңыз.

3. Аспан сферасының моделінде күн тәуліктері жұлдыздық тәуліктерден ұзақ екенін көрсетіңіз. Аспан сферасындағы «орташа күннің» орнын белгілей отырып, оның 12 сәуір мен 22 мамырдағы көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінен кейін қанша сағат кеш болатынын көрсетіңіз, яғни бұл күндері орташа күн түсте жұлдыздық уақыт қандай болады (шамамен).

4. Сабақ болған күннің орташа күн уақытының 15 сағатында жұлдыздық уақыты қандай екенін анықтаңыз?

5. Жұлдыздық аспанның жылжымалы картасын қолдана отырып, мыналарды көрсетіңіз:

а) қазіргі сәтте жергілікті жұлдыздық уақыт неге тең?

ә) жұлдыздық сағат: 00^h00^m ; 12^h00^m ; 18^h00^m көрсеткен кезде тәуліктің орташа уақыты қандай.

6. Сабақ болған күннің алдындағы орташа жергілікті түн ортасында жұлдыздық уақыттың не екенін есептеңіз.

7. Жұлдыздық аспанның жылжымалы картасын жұлдыздық күннің басы мен ортасына орнатыңыз және осы уақытта мына шоқжұлдыздардың орналасуын көрсетіңіз: Жетіқарақшы, Үлкен ит, Орион, Лира, Возничный, Торпақ, Суқұйғыш, Арыстан, Кішіқарақшы және Кассиопея.

8. Кішіқарақшының «құйрығының» орналасуы бойынша әртүрлі маусымдарда түнде уақытты анықтауды үйреніңіз.

Бақылау сұрақтары:

1. Екі жердің бойлықтарының айырмашылығы қандай уақыттардың айырмашылығына тең – күн немесе жұлдыздық уақыттардың?

2. Саяхатшылар жергілікті уақыт бойынша Айдың тұтылуы 5^h13^m -та басталғанын байқады, ал астрономиялық күнтізбе бойынша бұл тұтылу гринвич уақытымен 3^h51^m -те болуы керек еді. Жергілікті жердің бойлығы қандай?

3. Орташа күн уақытында көрсетілген жұлдыздық тәуліктің ұзақтығы қандай болады?

4. Кесте бойынша $5^h32^m15^s,43$ жұлдыздық уақыт интервалын орташа күн уақытының интервалына айналдырыңыз.

5. Кесте бойынша $10^h12^m5^s,32$ орташа күн уақыты интервалын жұлдыздық уақыт интервалына айналдырыңыз.

6. 1465 жұлдыздық тәулікті орташа күн тәуліктерінде өрнектеңіз.

7. 1 мамырдағы әлемдік уақыт бойынша $18^h46^m23^s$ -та Омбыдағы белдеулік уақыт (V сағаттық белдеу) және Якутскідегі декреттік уақыт (IX сағаттық белдеу) оның белдеулік уақыты плюс бір сағатқа тең?

8. Егер бүкіл әлем бойынша батысқа қарай сапар шегу кезінде олар бір күн тәулігін жоғалтса, онда олар жұлдыздық тәулік те жоғалтады ма?

9. Қандай да бір уақытта декреттік уақыт бойынша орнатылған сағаттар Ташкентте $T_d = 15^h7^m44^s,8$. Осы сәтке сәйкес келетін дүниежүзілік уақытты табыңыз.

10. Дүниежүзілік уақыт $TU = 22^h10^m30^s,5$. Оған сәйкес келетін Мәскеудегі декреттік уақытты табыңыз.

11. Орел қаласында Киев жұлдыздық уақыты бойынша жүретін сағаттарда 4^h48^m –та Капелланың жоғары шарықтауы байқалды ($\alpha = 5^h10^m$). Осы қалалардағы бойлықтардың айырмашылығы қандай?

12. Егер сол күндегі теңдеу $+1^h20^m$ –ке тең болса, Қазанның белдеулік уақыты бойынша ($\lambda=3^h16^m29^s$, III-сағаттық белдеу) 22 маусым күні Күннің жоғары шарықтауы қашан болады?

13. Владивостоктан сенбі 6 қараша күні шыққан кеме Сан-Францискоға 23 қарашада келіп жетті, ол жолда қанша уақыт болды?

14. $\lambda=2^h30^m$ бойлықтағы пунктте 26 қыркүйекте Күн жергілікті орташа күн уақыты бойынша таңғы 5^h51^m -де шығып, кешкі 5^h51^m -де батады. Осы күні уақыт теңдеуі неге тең?

15. Күннің толық тұтылуы $\lambda=2^h30^m$ бойлықтағы пунктте гринвич уақыты бойынша 9^h27^m -де болуы керек еді. Осы күнгі уақыт теңдеуі $\eta = -9^m$ болды. Тұтылу шынайы түске дейін болды ма?

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.

2. Кенжалиев Д.И. Астрономия: Жоғарғы оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы. – Алматы: Эверо, 2020. – 416 б.

3. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии / Под ред. В.Г. Сурдина. Изд. 5-е, перераб. и полн. обновл. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 688 с.

4. Бакулин П.И., Блинов Н.С. Служба точного времени. – М.: Наука, 1977. – 345 с.

5. Шимбалев А.А., Гончар В.С. Лабораторный практикум по астрономии. / Белорусский государственный педагогический университет Имени Максима танка. 82с.

6. Телегина О.С. Астрономия. / Учебно-методическое пособие для практикума. – Костанай: КГПУ им. У. Султангазина, 2018. – 148с.

7. Астрономический ежегодник на 2023 год
<https://iaaras.ru/about/issues/yearbook/2023/>