

Дәріс 7. Уақыт санау жүйелері.

Дәріс жоспары

1. Күннің қозғалысымен байланысты құрылған уақыт санау жүйесі
2. Астрономиялық уақыт

1. Күннің қозғалысымен байланысты құрылған уақыт санау жүйесі Астрономияда уақытты өлшеуде Жердің өз осінен тәуліктік айналғандағы *күн (тәулік)* 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 өз осінен толық бір айналып шығуына кететін уақыт аралығы болады. Оны *тәулік* деп атайды. Тәулік 24 бірдей бөлікке (*сағатқа*) бөлінген, оның әрқайсысы 60 бөлікше - *минутқа*, ал әрбір минут 60 секундқа бөлінген. Жердегі бақылаушы Жердің қозғалысын басқа шырақтардың тәуліктік қозғалысына қарап зерттей алады. Санақ денесіне байланысты бірнеше уақыт санау жүйелері белгілі.

Күннің қозғалысымен байланысты құрылған уақыт санау жүйесі *Күн уақыты* деп аталады.

Нақты күн уақыты - Күн центрімен байланыстырылған уақыт.

Белгілі бір географиялық меридианда Күн центрінің қатарынан екі рет жоғарғы немесе төменгі кульминациялардың арасындағы уақыт аралығы *нақты күн тәулігі* деп аталады. Ал осы тәуліктің бөліктерімен өрнектелген уақыт - *нақты күн уақыты* (T_0) деп аталады. Нақты күн тәулігінің басы етіп Күн центрінің төменгі кульминациясының моменті алынған. Бұл момент - *нақты түн ортасы* деп аталады: $T = 0^{\text{сағ}}$. Күн центрінің жоғарғы кульминация моменті - *нақты талтүс*: $T = 12^{\text{сағ}}$. Кез келген басқа тәулік моментінде нақты күн уақыты: $T = 12^{\text{сағ}} + t_0$ формуласымен анықталады. Мұнда t_k - Күн центрінің сағаттық бұрышы. Сонымен, қандай да бір моментте нақты күн уақытын білу үшін Күн центрінің сағаттық бұрышын өлшесе жеткілікті.

Бірақ та нақты күн тәулігімен уақыт өлшеу тиімсіз, өйткені нақты күн тәулігінің ұзақтығы тұрақсыз. қысқы тәулік жазғыдан 51 сек қысқа. Бұның себебі: Жердің Күнді айналмалы қозғалысы бірқалыпты емес. Жердің нақты орбиталық қозғалысының траекториясы - эллипс, бір фокусында Күн орналасқан. Жердің Күнге ең жақын келген орбита нүктесі *перигелий* деп аталады, ал ең алыс нүктесі *афелий* деп аталады. Перигелийде Жердің орбиталды жылдамдығы жоғары да, афелийде - төмен. Ал бұл - тәуліктің ұзақтығына әсерін тигізеді. Оның үстіне эклиптиканың кейбір нүктелерінде Күннің жылдық көрінерлік қозғалысы көрінерлік тәуліктік қозғалысына көбірек әсер етеді; ал кейбір эклиптика нүктелерінде үлесі кемірек; айталық күн мен түн теңесу нүктелерінде жылдық және тәуліктік қозғалыстары көлбеулеу, ал күн тоқырау нүктелерінде бұл көрінерлік қозғалыстар қарама-қарсы.

Аталған бірқалыпсыздық тұрмыстық қажеттіктер үшін елеусіз деп есептелуі мүмкін. Бірақ та *дәл уақыт* көптеген ғылыми-техникалық мақсаттар үшін керек (ғылыми экспедициялар, теңізде жүзу, әуеде ұшу және космоста ұшу кезіндегі бағдарлау және т.б.) Бұлар үшін нақты күн уақытының дәлдігі жеткіліксіз. Сондықтан тұрмыста, техникада бірқалыпты уақыт жүйесі - *орташа күн уақыты* қолданылады. *Орташа күн* дегеніміз - жорамал нүкте, бұл нүкте жыл бойына аспан экваторы бойымен бірқалыпты қозғала отырып, толық бір айналым жасайды және көктемгі күн мен түн теңелу нүктесінде Күнмен беттеседі деп есептеу керек.

Белгілі бір географиялық меридианда орташа күннің қатарынан екі рет жоғарғы (немесе төменгі) кульминациялардың арасындағы

уақыт аралығы *орташа күн тәулігі* деп аталады. Оның бөліктерімен өрнектелген уақыт- *орташа күн уақыты* деп аталады (T_{op}). Орташа күн тәулігінің басы - орташа күннің төменгі кульминациясы: $T_{op} = 0^{ca}$ (*орташа түн ортасы*). Орташа күннің жоғарғы кульминациясы- *орташа талтүс*: $T_{op} = 12^{ca}$. Басқа уақыт моменті: $T_{op} = 12^{ca} + t_{op}$. Бірақ орташа күн уақытын бақылаудан анықтау мүмкін емес, өйткені орташа күн – жорамал нүкте. Нақты күн уақытын пайдаланып, орташа күн уақытын анықтауға болады. Ол үшін *уақыт теңдеуін* білу керек. Ал бұл шама астрономиялық календарларда басылады. *Уақыт теңдеуі* дегеніміз белгілі бір моменттегі орташа күн уақытымен нақты күн уақытының айырмасы: $\eta = T_{op} - T_o$. Ол астрономиялық календарларда гринвич меридианындағы орташа түн уақыты үшін беріледі.

2. Астрономиялық уақыт

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 \square жұлдыздық күннің бөліктерімен көрсетілген кез келген басқа позицияға дейін өткен уақыт *жұлдызды уақыт* (S) деп аталады .

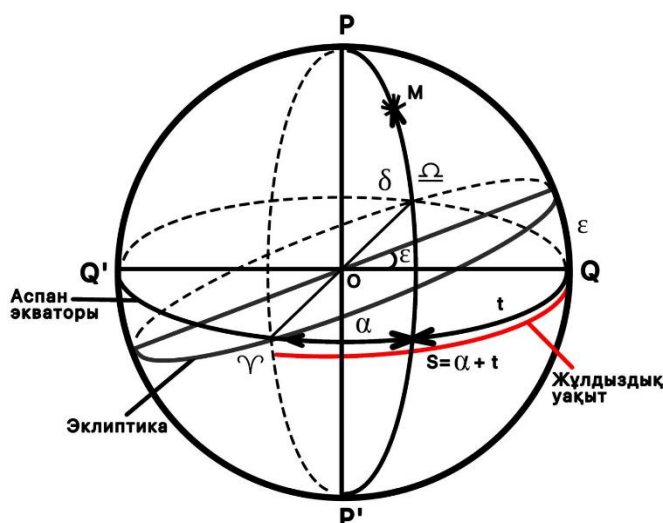
Жердің көктемгі күн мен түннің теңелу нүктесінің \square жоғарғы шарықтау сәтінен басқа сәтке дейін бұрылатын бұрышы сол сәттегі нүктенің сағаттық бұрышына тең.

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

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 $t - QOM$, $\alpha - \overline{\varphi} OM$.



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 | талтүсте | таңертең | түн ортасы | кешке |

| | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|
| тәуліктің басталуы | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|

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 жұлдызды 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 есептеледі. 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 :

$$T_m = t_m + 12h,$$

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:

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

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 – $24^h00^m30^s$ – шамамен 22 желтоқсан, ең қысқа – $23^h59^m39^s$ – 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

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

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

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:

$$T_m = T_0 + \lambda_h,$$

мұндағы λ_h – 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).

Жетінші дәріс бойынша бақылау сұрақтары:

1. Астрономиялық (жұлдыз, күн, эфемеридтік) уақыт деп қандай уақытты айтамыз?
2. Күн (тәулік) деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
3. Күн уақыты деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
4. Нақты күн уақыты деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
5. Нақты күн тәулігі деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
6. Нақты түн ортасы деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
7. нақты талтүс деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
8. Тропикалық жыл деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
9. Астрономиядағы жұлдызды жыл деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
10. Жұлдызды уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
11. Шынайы күн уақыты деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
12. Орташа күн уақыты деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
13. Орташа күн тәулігі деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
14. Орташа күн уақыты деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
15. Жергілікті уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
16. Дүниежүзілік уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
17. Әмбебап уақыт немесе әлемдік уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
18. Белдеулік уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
19. Жергілікті уақытты санау жүйелері қандай?
20. Декреттік уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?
21. Жаздық (маусымдық) уақыт деп қандай уақыт аралығын айтамыз?

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

23. Саяхатшылар жергілікті уақыт бойынша Айдың тұтылуы $5^h 13^m$ -та басталғанын байқады, ал астрономиялық күнтізбе бойынша бұл тұтылу гринвич уақытымен $3^h 51^m$ -те болуы керек еді. Жергілікті жердің бойлығы қандай?

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

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

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.: Едиториал 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/>