

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
География және табиғатты пайдалану факультеті
Метеорология және гидрология кафедрасы

БҰҰ ұсынған тұрақты даму мақсаттары
Климаттың өзгеруіне қарсы күрес (ТДМ – 13)

*Жердің жаһандық климатының өзгеруінде астрономикалық және геофизикалық
факторлардың рөлі*

Дайындаған: г.ғ.к., аға оқытушы Мунайтпасова А.Н.

Климат құраушы факторлар

Климаттық жүйеге әсер ететін физикалық механизмдер, сонымен қатар климаттық жүйелер арасындағы негізгі байланысты анықтайтын климат құраушы факторлар бар.

Бұл факторларды екі топқа бөледі: ***сыртқы және ішкі факторлар***.

Сыртқы факторлар климаттық жүйеге сырттан әсер ететін энергетикалық әсерлерді сипаттайды, ал ***ішкі факторлар*** климаттық жүйенің өзіндік құрамын сипаттайды.

Сыртқы факторлардың өзі 2 топқа бөлінеді: ***астрономиялық факторлар*** – Күннің жарқырауы, Күн жүйесінде Жер орбитасының орналасуы, оның осінің орбита жазықтығына иілуі және оның ось бойымен айналуы. Жер атмосферасының жоғарғы шекарасына келетін күн энергиясының таралу, Күннің, Күн жүйесіндегі планеталардың, Айдың гравитациялық әсері астрономиялық факторларға байланысты; ***геофизикалық факторлар*** – Жердің өлшемі мен массасы, Жердің гравитациялық және магниттік алқабы, жылудың геотермикалық көздерін анықтайтын ішкі жылу.

Ішкі климат құраушы факторларға атмосфера құрамы, оның массасы, мұхиттың массасы мен құрамы, құрлық пен мұхиттың таралу ерекшеліктері, құрлық беткейінің рельефі, құрлық пен мұхиттың әрекетті қабатының құрылымы кіреді.

Астрономиялық және геофизикалық климат құраушы факторлар климаттық жүйенің тұрақты құрамы болып табылады әлде уақыт өте өзгереді ма?

Бұл сұраққа жауап климаттық жүйенің күйі зерттелетін уақыт интервалына байланысты. Мысалы, замануи климатты қарастырғанда климат құраушы жүйелер арасындағы байланыс астрономиялық және геофизикалық климат құраушы факторлардың өзгермейтін әрекеті жағдайында жүзеге асады. Алайда, жақын 500 млн жылдағы климаттың динамикасын қарастырғанда бұл теория қарастырылмайды. Жер планета ретінде пайда болған кезеңмен салыстырғанда бұл уақыт аралығы аз болып табылады. Жер Күнді эллиптік орбита бойынша айналады. Жердің қозғалуы Кеплердің заңдарымен анықталады. Бұл аспан механикасының заңдарының басқа да нұсқаларын қарастырға болады.

Біріншісі, М импульсінің моментін сақтау заңы,

$$M = 2A m,$$

A – Жердің секторлы жылдамдығы, m – Жердің массасы.

Кеплер заңдары – 17 ғ-дың басында **Иоганн Кеплер** ашқан планеталар қозғалысының үш заңы. Кеплердің “**Жаңа астрономия**” (1609) атты негізгі еңбегінде алғашқы екі заң баяндалған. Үшінші заң кейінірек ашылған және ол “Элем гармониясы” (1619) атты 5-кітабының 3-тарауында берілген.

Мазмұны [көрсету](#)

Кеплердің бірінші заңы [\[өңдеу | қайнарын өңдеу \]](#)

Ұйтқымаған қозғалысқа (яғни екі дене есебінде) қатынасатын нүктенің орбитасы екінші ретті қисық сызықпен өрнектеледі және оның бір **фокусында** тарту күшінің центрі орналасады. Сонымен ұйтқымаған қозғалыстағы материалдық нүктенің орбитасы конустық қималардың бірі, яғни шеңбер, **эллипс** (планеталар үшін), парабола не гипербола түрінде болады.



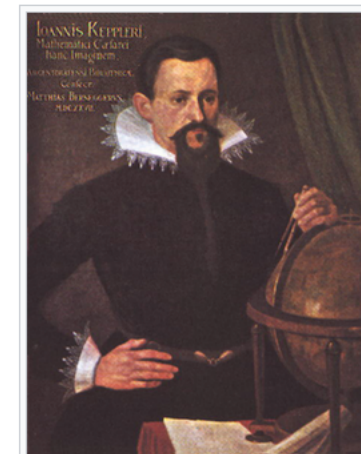
Кеплердің бірінші заңы негізінен планета орбитасының пішінін анықтайды: *Барлық планеталар Күнді эллипс бойымен айналады, оның фокустарының бірінде Күн орналасады.*

Эллипстің симметриялы центрі – О, үлкен $AA_1=2a$ және $BB_1=2b$ екі симметрия осі бар, мұндағы a – үлкен жарты ось, b – кіші жарты ось деп аталады.

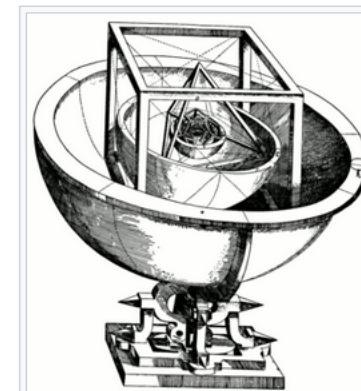
Оның екі фокусы центрден $OF_1=OF_2=c=a^2-b^2$ қашықтықта орналасқан эллипстің негізгі қасиеті: эллипстің кез келген нүктесінің фокустардан қашықтықтарының қосындысы үлкен ось ұзындығына тең болатын тұрақты шама:

$$MF_1+MF_2=2a$$

$e=c/a$ қатынасы эллипстің эксцентриситеті деп аталады. Ол эллипстің сопақтық дәрежесін көрсетеді: e неғұрлым үлкен болса, эллипстің шеңберден айырмашылығы да соғұрлым көп болады. Егер $c=0$ болса (эллипстің фокустары центрімен беттеседі), онда $e=0$, яғни эллипс радиусы a болатын шеңберге айналады. Шолпан мен Жер орбиталарының пішіндері шеңберге өте жақын (Шолпан орбитасының эксцентриситеті - 0,0068, Жердікі – 0,0167). Өзге планеталардың көпшілігінің орбиталары әлдеқайда созылыңқы болып келеді. Орбитаның Күнге ең жақын нүктесін перигелий (грекше peri-таяу, helios- Күн деген сөздерінен), оның ең алыс нүктесі афелий (грекше apo- алыс деген мағынаны білдіреді) деп аталады. Эллипстің үлкен a жарты осі планетаның Күннен орташа қашықтығына пара- пар. Астрономияда Жердің Күннен орташа қашықтығы Күн жүйесінде қолданылатын қашықтық өлшеу бірлігі ретінде қабылданған. Ол астрономиялық бірлік (а.б.) деп аталады: $1\text{ а.б.}=149\,600\,000$ км. Жердің табиғи серігі Айдың және кез келген жасанды серіктердің Жерге ең таяу келетін нүктесі перигей (грекше Гей - жер), ал ең алыс нүктесі апогей деп аталады.



Иоганн Кеплер

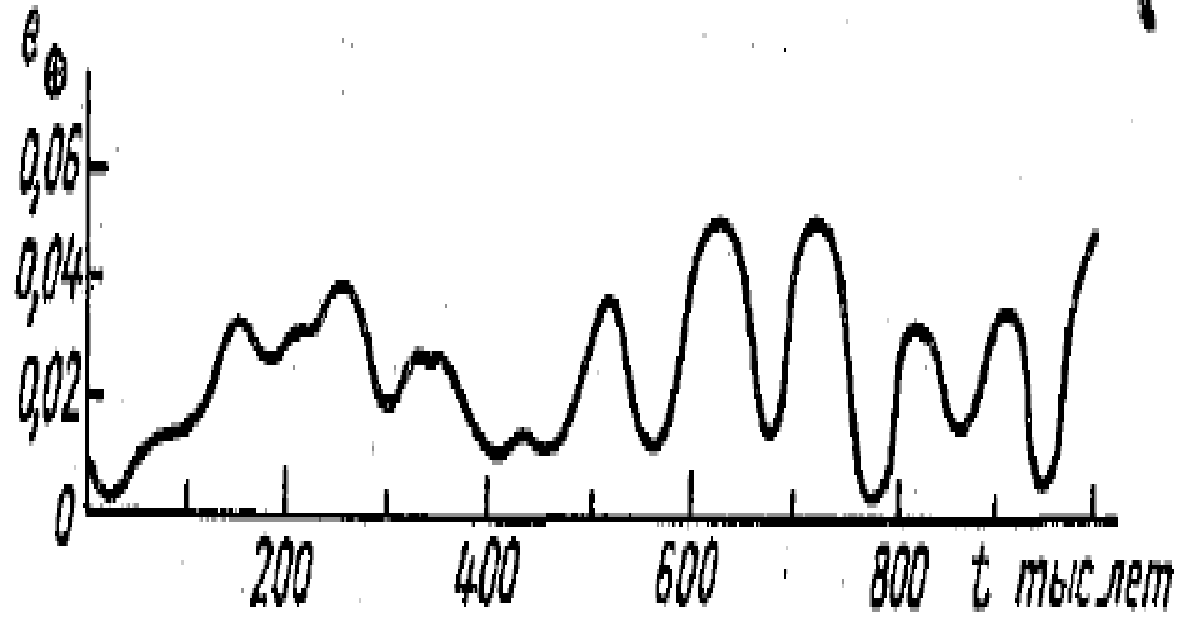


Кеплердің күн жүйесі моделі

Екіншісі, орбита эксцентриситетін сақтау заңы. Егер перигелийге қарай бағытталған, сандық мәні эксцентриситетке тең e векторын енгізсек, онда Жердің Күнге қатысты қозғалысын келесідей анықтауға болады:

$$\mathbf{M} = \text{const}; e = \text{const}; \mathbf{M} \cdot \mathbf{e} = 0.$$

Егер Жер планетасына тек Күннің тартылыс күші ғана әсер еткенде бұл заңдылық орындалар еді. Шын мәнісінде, Жерге Күн жүйесінің басқа да планеталарының тартылыс күші әсер етеді. Басқа планеталардың массалары Күн массасынан әлдеқайда аз болғандықтан, олардың әсері Жер орбитасы элементтерінің аз өзгерістеріне алып келеді. Орбитаның ең маңызды элементтерінің бірі – оның эксцентриситеті болып табылады. Планеталар массасы Күн массасынан біршама аз болғандықтан эксцентриситеттің сипатты өзгерулері 105 жылды құрайтыны және периодты емес өзгерулер екендігі бағаланған.



Жер орбитасы эксцентриситетінің жақын миллион жылдағы өзгерулері

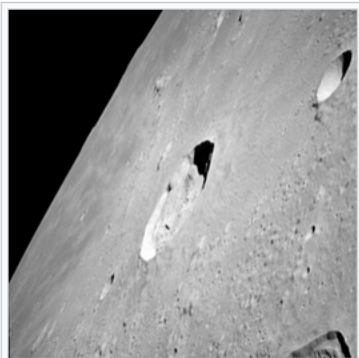
Кеплердің екінші заңы [\[өңдеу | қайнарын өңдеу \]](#)

Ұйтқымаған қозғалысқа қатынасатын нүктенің радиус-векторы сызатын аудан уақытқа пропорционал болып өзгереді. Кеплердің алғашқы екі заңы тартылыс күші әсерінен пайда болатын және шамасы күш центріне дейінгі қашықтықтың квадратына кері **пропорционал** болатын ұйытқыма қозғалыстар үшін ғана орындалады.

Кеплердің екінші заңы - аудандар заңы планета қозғалыстарының бірқалыпты емес екендігін анықтайды: планетаның радиус - векторы бірдей уақыт аралығында шамалары бірдей аудандар сызып шығады. Планеталар ең үлкен жылдамдықпен перигелийде, ал ең кіші жылдамдықпен афелий де қозғалады.

Кеплердің үшінші заңы [\[өңдеу | қайнарын өңдеу \]](#)

Орталық нүкте (Күн) айналасындағы екі материалдық нүктенің (планета) ұйтқымаған **эллипстік** қозғалысы кезіндегі айналу уақытының квадраты мен орт. және айналатын нүктелер массалары қосындысы көбейтінділерінің қатынасы, олардың орбиталарындағы үлкен жарты осьтері кубтарының қатынасына тең, яғни: мұндағы T_1 және T_2 – екі нүктенің айналу периоды, m_1 және m_2 – олардың массалары, m_0 – орталық нүктенің (Күннің) массасы, a_1 , a_2 – орбита нүктелерінің (планеталардың) үлкен жарты осі. Кеплердің үшінші заңы эллипстік орбита бойымен қозғалатын планеталарға, планеталар серігіне, қос жұлдыздардың құраушыларына қолданылады және аспан шырақтарының кейбір сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді.

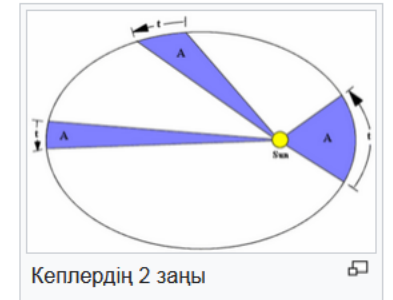


Ай бетіндегі Кеплер кратері, Аполлон 12 түсірген сурет

Кеплердің үшінші заңы - планеталардың орбиталық периодтары мен олардан Күнге дейінгі қашықтық арасындағы байланысты анықтайды: кез келген планетаның Күнді айналу периодтары жартыосьтерінің қатынасына тең болады. Екі планетаның үлкен жартыосіне a_1 және a_2 деп, ал айналу периодтары T_1 және T_2 деп белгілейтін болсақ, онда Кеплердің үшінші заңын мына түрде жазуға болады. Ньютон өзінің бүкіләлемдік тартылыс заңын ашқан соң, Кеплердің үшінші заңын жалпы түрге келтіреді. Кеплер заңдары **Ньютонның бүкіл әлемдік тартылыс** заңының ашылуында елеулі рөл атқарды. Бақылаулар нәтижесінде табылған Кеплер заңдарын Ньютон екі дене есебінің дәл шешуі ретінде қорытқан. Бүкіл әлемдік тартылыс заңына сүйінсек, ұйытқуларды ескере келіп есептеген аспан денелерінің орындары, бақылаумен дәл келіп отырады. Бұл астрономия заңдарының дұрыстығын дәлелдейді. ^[1] ^[2] ^[3]

Дереккөздер [\[өңдеу | қайнарын өңдеу \]](#)

- [↑] Қазақ энциклопедиясы
- [↑] **Дубошин Г.Н.**, Небесная механика. Основные задачи и методы, 2 изд., М., 1968;
- [↑] **Субботин М.Ф.**, Введение в теоретическую астрономию, М., 1968;**Гребенников Е.А., Рябов Ю.А.**, Поиски и открытия планет, М., 1975.



Кеплердің 2 заңы



Кеплер ғаламатжұлдызы



Кеплердің 3 заңы

Эксцентриситет мәні 0,028 – ден 0,0163-тен 0,0658 аралығынды ауытқиды. Қазіргі таңда орбитаның эксцентриситет мәні 0,0167 тең және төмендеп жатыр, минимальды мәніне 25 мың жылдан соң жетеді деп болжанады, төмендеудің 400 мың жылға дейінгі ұзақ кезеңдері де болуы мүмкін.

Атмосфераның жоғарғы шекарасына келетін Күн энергиясының мөлшері Күн тұрақтысымен сипатталады. **Күн тұрақтысы** – Жер мен Күннің орташа арақашықтығы кезінде күн сәулелеріне перпендикулярлы аудан арқылы атмосфераның жоғарғы шекарасындағы күн радиациясының тұрақты ағыны. Күннен басқа арақашықтықта болған жағдайда энергия ағыны келесідей анықталады:

$$I^* = I_0 \frac{r^2}{r_0^2}$$

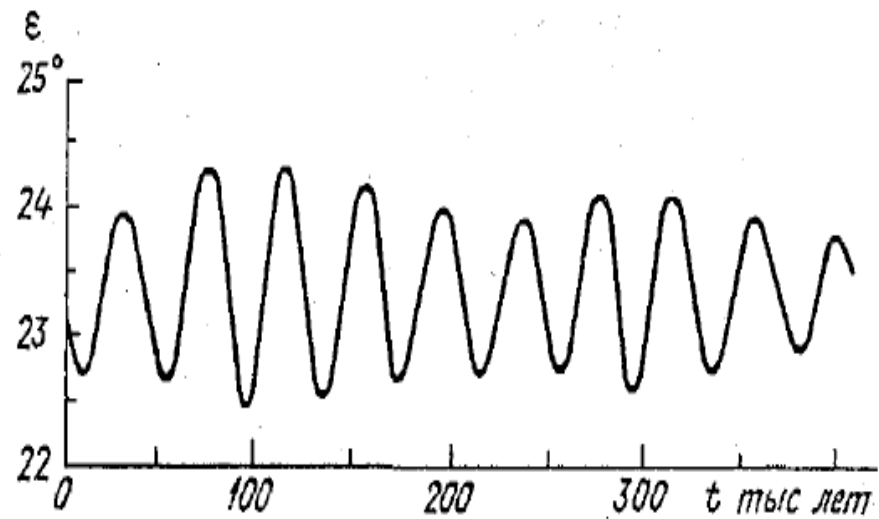
Мұндағы, r және r_0 – Жер мен Күн арасындағы қазіргі және орташа арақашықтық

Жер орбитасының эксцентриситетінің өзгеруі Жер мен Күн арасындағы арақашықтықтың өзгеруіне алып келеді, соған сәйкес бірлік ауданға бірлік уақытта келетін энергияның мөлшері де өзгереді.

Жер орбитасы эксцентриситетінің өзгеруі Күн жүйесі планеталарындағы бір ғана өзгеріс болып табылмайды. Жыл мезгілдерінің ауысуы эклиптикаға карағандағы Жердің айналу осінің иілуімен анықталады. Қазіргі таңда экватор жазықтығы мен эклиптика жазықтығы арасындағы бұрыш $23^{\circ} 26' 30''$ құрайды, бірақ оның мәні 22 - ден $24,5^{\circ}$ аралығында 41 мың жыл кезеңмен ауысады. Бұл тропиктер мен поляр шеңберінің ендіктері $2,5^{\circ}$ шегінде өзгертінін көрсетеді. Алайда гравитациялық өзгерулердің маңызды көрінісі орбита эксцентриситетінің өзгерімен қатар, перпендикулярдың эклиптикаға қатысты Жер осінің прецессиясы да табылады.

<https://planetariodevitoria.org/kk/foguetes/qual-a-excentricidade-da-orbita-da-terra.html>

Жер орбитасы эксцентриситеті туралы қосымша ақпарат

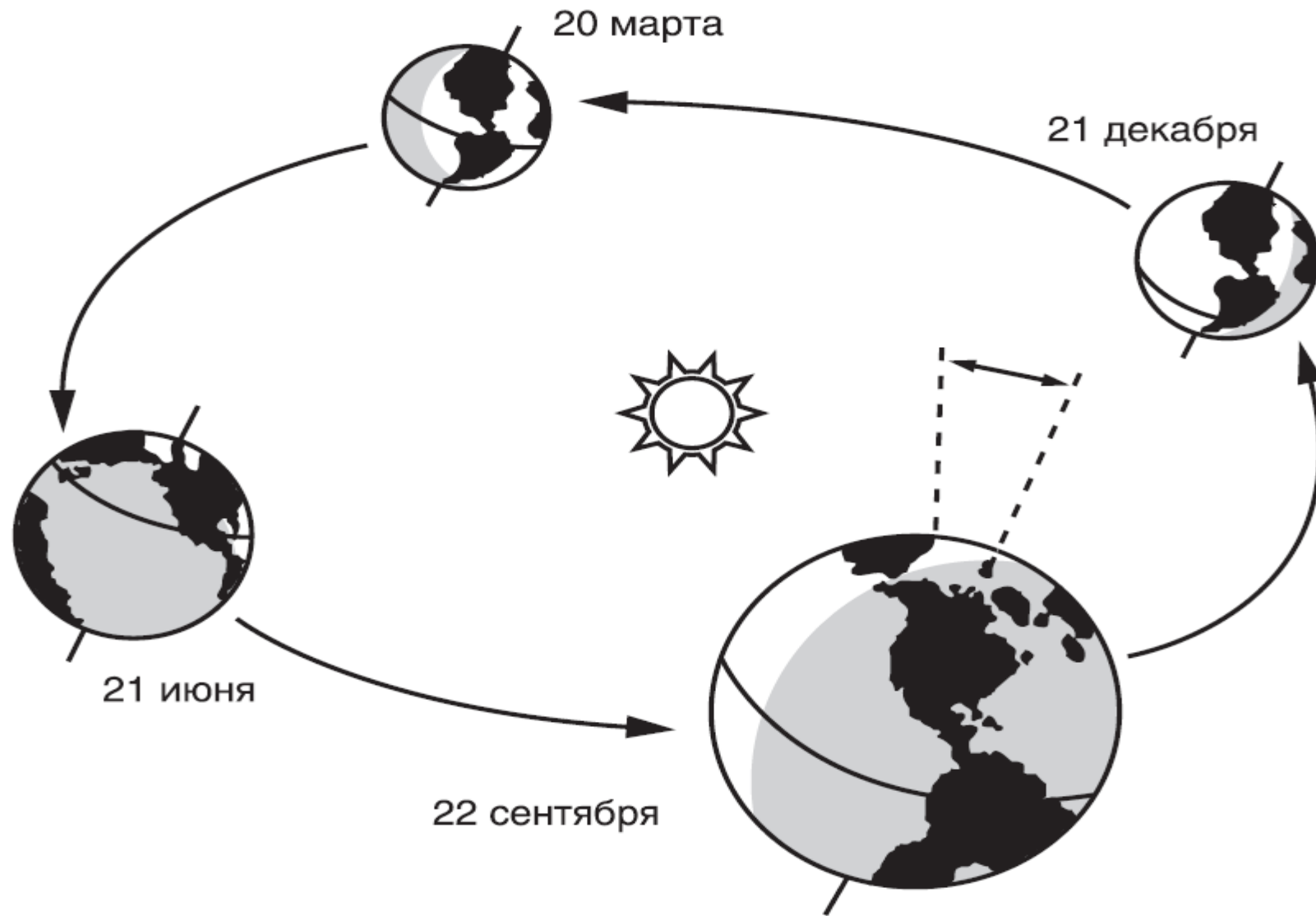


Жақын 400 мың жылдағы Жер осінің прецессиясы

<https://www.meteorologiaenred.com/kk/%D0%B6%D0%B5%D1%80-%D2%9B%D0%BE%D0%B7%D2%93%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B.html>

Жер орбитасының прецессиясы туралы қосыша ақпарат

Прецессия кезеңі 26 мың жылды құрайды. Жер осінің прецессиясы орбита перигелийіне қатысты қысқы және жазғы күн тұрақтауының (солнцестояние) өзгеруіне алып келеді. Орбита перигелийі мен қысқы күн тұрақталуының орналасуының қайталанушылығы 21 мың жылды құрайды. 1250 жылы орбита перигелийі мен қысқы күн тұрақталуының нүктесі сәйкес келген, енді Жер перигелийді 4 қаңтар күні өтеді, ал қысқы күн тұрақталуы 22 желтоқсанда жүзеге асады. Олардың арасындағы айырмашылық 13 тәулік немесе $12^{\circ}65'$ тең. Перигелий мен күн тұрақталуының келесі кездесуі 20 мың жылдан кейін, ал алдыңғысы 22 мың жыл бұрын орнаған. Алайда перигелиймен жазғы күн тұрақталуы да сәйкес келген, 11,2, 33,2 мың жыл бұрын болған. Эксцентриситет мәні аз болғанда қысқы және жазғы күн тұрақталуларының орбита перигелийіне қатысты орналасу нүктелері қысқы және жазғы мезгілдердегі жылудың мөлшеріне елеулі әсер етпейді. Егер эксцентриситет мәні 0,06 және одан жоғары болған жағдайда басқаша жағдай орнайтын еді, мұндай эксцентриситет мәні 230 мың жыл бұрын болған және 620 мың жылдан орнайды. Үлкен эксцентриситет кезінде Жер перигелийге жақын орбита бөлігін (күн энергиясы көбірек бөлігін) тез өтеді, ал қалған бөлігін афелияға қатысты көктемгі күн тұтылу нүктесі арқылы Күннен алыс арақашықтықта болып, жай өтеді. Егер осы уақытта перигелий мен қысқы күн тұрақталуы сәйкес келсе, онда солтүстік жарты шарда қысқа, жылы қыс және ұзақ, салқын жаз бақыланады, ал оңтүстік жарты шарда - қысқа, жылы жаз және ұзақ, суық қыс бақыланады. Егер де перигелий мен жазғы күн тұрақталуы сәйкес келсе, онда солтүстік жарты шарда ыстық жаз бен ұзақ, суық қыс, ал оңтүстік жарты шарда керісінше, бақыланады. Ұзақ, салқын және ылғалды жаз жартышардағы мұздықтардың өсуіне қолайлы фактор болып табылады. Осылай, Жер бетіне түсетін күн энергиясы мөлшерінің жоғарыда айтылған астрономиялық факторлар әсерінен өзгеруі климаттың құрылу жағдайларына елеулі әсер етеді. Орбитальды өзгерістер планетаның геологиялық даму кезеңдеріне қарағанда тезірек орнайтыны анықталған.



Жыл мезгілдерінің ауысуы. Жердің айналу осінің иілуіне байланысты оның орбита бойымен қозғалысы инсоляцияның таралуында өзгерулермен қатар жүреді, ол өз кезегінде жыл мезгілдерінің ауысуына алып келеді

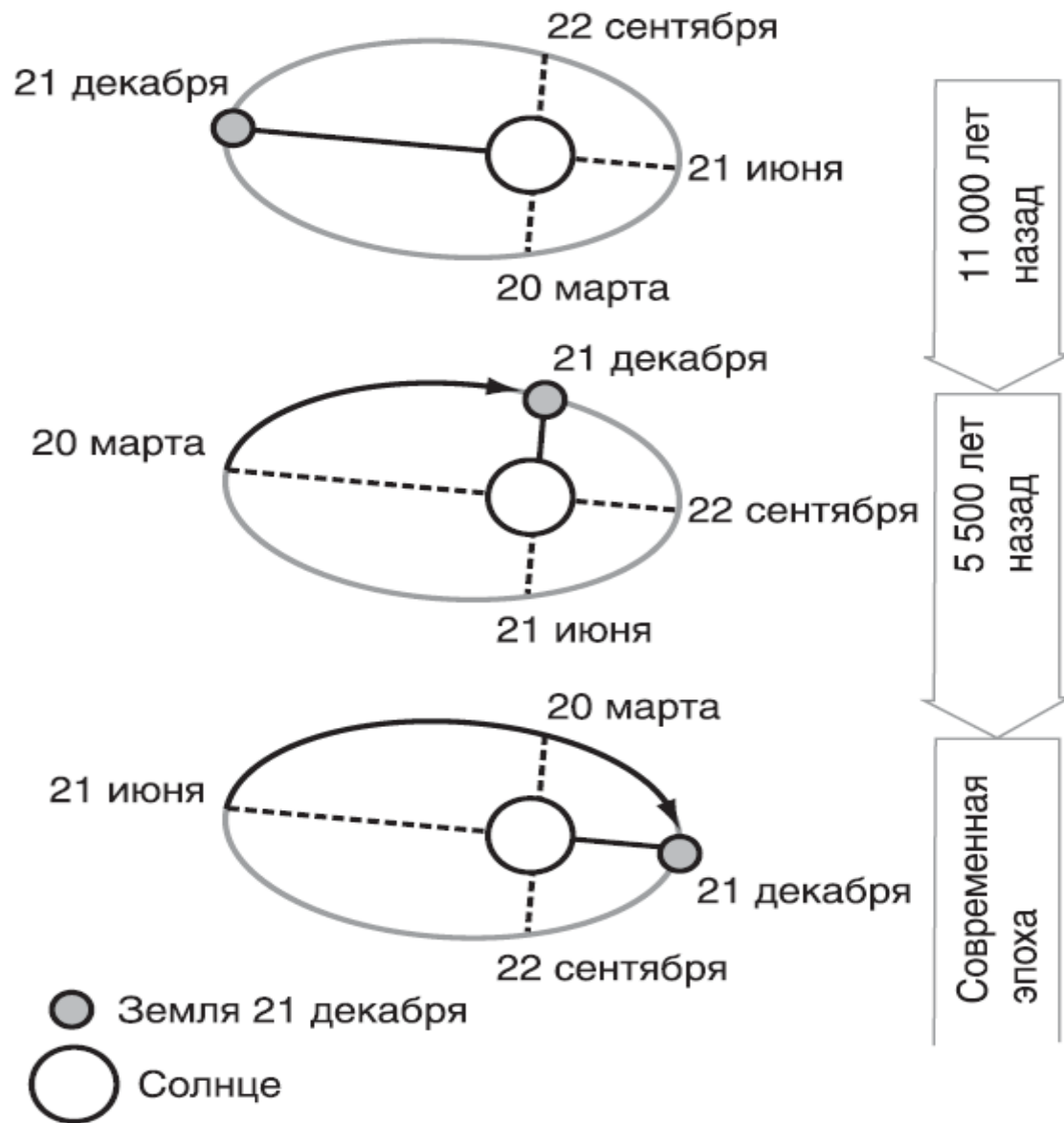


Күн мен түннің теңелу және күннің тоқырау күндері.

Жердің осі мен Жерге түсетін күн сәулелері күн мен түннің теңелуі кезінде түзу бұрыш жасайды, сондықтан бүкіл планетада күн мен түннің ұзақтығы бірдей болады.

Жазғы күн тоқырау кезінде осьтың солтүстігі Күнге бағытталған, сондықтан солтүстік жарты шарда 21 маусым – жылдағы ең ұзақ күн.

Қысқы күн тоқырау кезінде осьтың солтүстігі Күнге қарама-қарсы бағытталған, Сондықтан солтүстік жарты шарда 21 желтоқсан – жылдағы ең қысқа күн.



Күн мен түннің теңелуі

Осьтік прецессия мен басқа да астрономиялық факторларға байланысты күн мен түннің теңелу (20 наурыз бен 22 қыркүйек) мен күн тоқырау (21 маусым мен 21 желтоқсан) пунктері Жердің эллиптік орбитасы бойымен жай жылжуда, шамамен 22 000 жылда толық айналым жасайды. Мысалы, 11 000 жыл бұрын қысқы күн тоқырау орбитаның бір жағында болса, қазір оның қарама-қарсы жағына қарай ауысқан. Соның нәтижесінде Жердің Күннен қашықтығы өзгереді.

Климаттың өзгеруін зерттегенде тек астрономиялық факторлар ғана емес, геофизикалық факторларды да ескеру керек. Неміс геофизигі 20 ғ. А. Вегенер Жер беткейінде құрлықтық массалардың жылжуы туралы ой айтқан. Алайда, бұл құбылыстың физикалық механизмдері орындалмай, бұл идея қабылданбады. Вегенер гипотезасы 60-жылдары қайта жаңғырды. Оны ары қарай дамыту арқылы жаһандық тектоникалық теорияның немесе литосфералық плиталар теориясының дамуына алып келді. Бұл теорияның пайда болуына палеоклиматтық мәліметтермен кешенді түрде жасалған геолого-геофизикалық зерттеулер нәтижесі әсер етті. Бұл орайда мұхит түбін зерттеу жұмыстары маңызды роль атқарды. Мұхиттардың құрылымы (океаническая кора) құрлықтардың геологиялық құрылымынан ерекше екендігі анықталды. Мұхиттардың құрылымы 3 қабатты болып келеді. Бірінші қабат, қалыңдығы бірнеше метрден 2-3 метрге дейін, **тұнбалардан** тұрады. Оның астында **базальт қабаты**, базальт пен диабаздан тұратын вулканды қабат, қалыңдығы 3-5 км. Үшінші қабат, қалыңдығы 5 км-ден 10 км-ге дейін **кристалды қабат**, Жердің жоғарғы мантиясымен ұштасады. Құрлықтардың құрылымы 40-50 км құрайды, кейде 70-100 км-ге дейін ұлғаяды. Екі қабаттан тұрады: жоғары гранитті-метаморфті және төменгі базальтті қабат.

Мұхиттардың құрылымының жоғарғы қабатында орта-мұхиттық жоталардың орталығында қалыңдығы аз болады, осы рифті аймақтарда вулканды әрекет байқалады, сонымен қатар қарқынды сызықты магнитті аномалиялар байқалады. Магнитті аномалиялар Жер мантиясына жақын орналасқан литосфералық плиталардан бөліп тұратын шекара болып табылады. Мұндай шекаралар құрлықтарда да бар. Барлығы 8 ірі литосфералық плиталар бар. Екеуі Тынық мұхит аймағында орналасқан, қалғандары құрлықтық литосфераларды қамтиды: Солтүстік-Америкалық, Оңтүстік-Америкалық, Африкалық, Евразиялық, Үнді-Австриялық және Антарктикалық литосфералық плиталар. Одан басқа майда литосфералық плиталар да бар. Литосфералық плиталардың тектоникасына сәйкес литосфералық плиталар орта-мұхиттық жоталардағы рифті аймақтардан жылжиды.

Орта-мұхиттық жоталар бойындағы жылжыған орын базальтті магмамен толтырылады, жаңа мұхиттық құрылымның пайда болуына алып келеді. Мұхиттың перифериясы бойында литосфералық плиталардың жылжуы орын алады. Бұл процесстің нәтижесінде литосфералық плиталардың жылжуы, қысылуы және мұхиттық плиталардың құрлыққа енуі орын алады. Сонымен қатар литосфералық плиталардың бір-біріне қатысты жылжуы болады. Базальтты магмалардың рифтті аймақтарға құйылуы әсерінен сызықтық магнитті аномалиялар орын алады, олар үшін нақты геологиялық жасы анықталған. Микроорганизм қалдықтарындағы оттегі мен көміртек изотоптарын зерттеу арқылы әр түрлі геологиялық жылдардағы мұхиттағы судың температурасын анықтап, климаттық өзгерістердің тенденциясын байқаған.

Мұхиттағы қалдықтарды палеомагнитті және палоеклиматты мәліметтермен бірге зерттеу нәтижесінде геологиялық тарих барысында литосфералық плиталардың жылжуы нәтижесінде планетаның өзгеруі орын алғаны анықталған. Литосфералық плиталардың жылжу жылдамдығы жылына 1 см болғанымен, мыңдаған миллион жыл бойы литосфералық плиталар мыңдаған километрге жылжыған. Осылай, Жер бетіндегі құрлық пен мұхиттардың орналасуы уақыт бойынша біршама өзгерген. Көрсетілген мәліметтер шығыс жартышарда 570 млн жыл бұрын Африка, Оңтүстік Америка, Австралия, Үнді және Антарктикалық литосфералық плиталарынан тұратын Гондвана құрлығының Батыс жартышарда экватор маңында Солтүстік Америкалық, Шығыс-Европалық, Сібір және Қытай құрлықтарының болғанын дәлелдейді. 400 млн жыл бұрын Евроамерика құрылған. Шамамен 100 млн жыл бұрын бұл құрлыққа Сібір және Қытай құрлықтары қосылып, екінші супер құрлық – Лавразия пайда болған. Гондвана мен Лавразия Тетис мұхиты арқылы бөлінген. Сонымен қатар Тынық мұхиты да болған. Кейіннен Гондвана мен Лавразия қосылып, бір құрлық болады және 270 млн жыл бұрын жер шарында бір мұхит пен бір құрлық Пангея болды. 50 млн жылдан соң Пангея тарап және 200 млн жыл бұрын қайтадан екі құрлық – Гондвана мен Лавразия Тетис мұхиты арқылы бөлінді. Ары қарай екі құрлықтың бөліну жалғаса берді, 100 млн жыл бұрын Африка, Оңтүстік Америка және Антарктика-Австралия плиталары бөлініп, Тетис мұхиты жабылып, оның орнына бір жағынан Жерорта теңізі және екінші жағынан Атлант мұхиты пайда болды. Тағы 50 млн жылдан кейін Солтүстік Америка мен Евроазиаттық литосфералық плиталар бөлініп, соңғысына Үнді плитасы қосылып, ал Антарктикадан Австралия плитасы бөлініп шығады. Бұл процесс Атлант-Тынық мұхиттық тропикалық ағыстарына кедергі болатын Панама мойнағының пайда болуымен аяқталды. Нәтижесінде Атлант мұхитында Гольфстрим, Канар мұхиттық ағыстары, Тынық мұхитында Куроисио, Оясио және Калифорния мұхиттық ағыстары құрылды.

Құрлық пен мұхиттардың Жер бетінде қайта құрылуы, құрлықтардың географиялық ендіктерінің ауысуы Жер планетасының климаты мен атмосфера циркуляциясының өзгерістеріне алып келгені түсінікті. Құрлықтар мұхиттарға қарағанда шағылдыру қасиетіне ие болғандықтан, құрлықтардың полярлы ендіктерге қарай жылжуы климаттың біршама салқындауына және мұздықтардың пайда болуына алып келді. Әлемдік мұхиттың деңгейі құрлықтардың қатуы кезінде төмендеп, мұздықтардың еруі кезінде ондаған метрге өсіп отырды. Сонымен қатар литосфералық плиталардың жылжу жылдамдығына байланысты орта-мұхиттық жоталардың көлемі мен мұхиттық шұңғымалардың тереңдігі уақыт өте өзгеріп, құрлықтың біраз территорияларын су басуы мен мұхит деңгейінің азаюына алып келді. Осылай құрлықтардың орны ғана емес, құрлық пен мұхиттың қатынасы да өзгеріп, бұл өзгеру климаттық жүйенің жағдайына әсер етті. Жердің дамуы барысында төселме беткейдің құрамы ғана емес, атмосфераның да құрамы өзгеріп отырды.

Осылай климаттық жүйенің динамикасы бір-бірімен байланысты ішкі және сыртқы факторлардың жиынтығымен анықталады. Атмосфера шекарасына түсетін өзгермейтін күн радиациясы кезінде де географиялық климат құраушы факторлардың өзгеруі Жердің эволюция процесінде климаттың біршама тербелістерін тудырды. Климатты зерттеу барысында климат құраушы факторлардың құрамы климаттық жүйені зерттеу әдісін анықтау мен оның құрамдас бөліктері арасындағы байланысты сипаттаумен ескеріледі. Климаттық жүйе физикалық жүйе болып табылады, бұл жағдайда климаттық жүйенің құрамдас бөліктерінің сипаттамаларының уақыттық және кеңістіктік өзгерулері динамика тендеулері арқылы көрсетіледі.

НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ