

Миланковићева теорија климатских промена

Пише: Мирјана Поповић Божић
(Преузето из часописа "МЛАДИ ФИЗИЧАР" бр. 16, Београд 1980.)

Милутин Миланковић спада међу наше највеће научнике. Бавио се небеском механиком, климатологијом, геофизиком и физиком. Године 1979. прослављена је код нас и у целом свету 100-годишњица рођења овог великог научника.

Геолози су дугогодишњим неуморним радом дошли до закључка да је у току најмлађег геолошког доба-квартара (дакле у току последњих 600 000 година) дошло до великих климатских промена на Земљи. Смењивала су се ледена и међуледена доба. Она су оставила дубоке трагове на лицу Земље. За време ледених доба, Северна Европа, цело Скандинавско полуострво, данашња Велика Британија, делови Немачке и Русије, па и велики део Северне Америке били су покривени слојем снега и леда. За време топлих периода царство вечитог снега се сужавало, да би после хиљадугодишње борбе било потиснуто на врхове планина. Глечери су се повлачили из долина у висине а на својим пређашњим крајевима остављали су наваљано камење и друге остатке. Ове морене сведоче, данас, докле се распростирало царство леда. Оне говоре такође да су се та ледена доба поновиле у различитој снази и трајању неколико пута у Европи и Северној Америци, а остаци човечијег оружја и људских костију сведоче да је људски род преживео неколико оваквих раздобља хладноће од којих је свако трајало више хиљада година.

Ова открића геолога изазвала су питање: «Шта је био узрок тим великим променама климе?»

Астроном Џозеф Адамар је средином XIX века дошао на мисао да смену ледених и међуледених доба објасни проме-

нама карактеристика Земљине путање у њеном кретању око Сунца. Теорија Џемс Крола, заснована на тој идеји, није дала потпуно задовољавајуће вредности карактеристичних величина.

Миланковићу се основна идеја учинила добром. Дошавши 1909. године из Беча на Универзитет у Београду, одлучио је да на бази те идеје изгради савршенију теорију. Размишљао је на овај начин. Својим зрацима Сунце обасјава своју породицу, осунчава нашу Земљу и тако храни и негује њана органска бића. То осунчавање покорава се одређеним законима. Служећи се њима може се израчунати количина топлоте коју Сунчеви зраци доносе нашој Земљи и распоред те топлоте по атмосферском плашту. Тај распоред мења се без престанка. Планете се окрећу око својих оса, то проузрокује смену дана и ноћи. Сем тога, оне обилазе око Сунца, што условљава годишњи ток топлоте коју Сунце упућује појединим деловима површине сваке планета. Тај ток долази до јасног изражаја у смени годишњих доба.

Тим појавама, које на нашој Земљи посматрамо из дана у дан и из године у годину, нису обухваћене све последице кретања планета, нарочито не наше Земље. Небеска механика учи да због узајамног привлачења између Земље и других планета долази до врло мале, али у току векова приметне промене облика и положаја путање. Те постепене, вековне промене називају се у Небеској механици секуларним променама елемената планетских путања. Услед њих мења се постепено нагиб Земљине осе према равни њене путање, мењају се дужине годишњих доба и годишњи ток осунчања

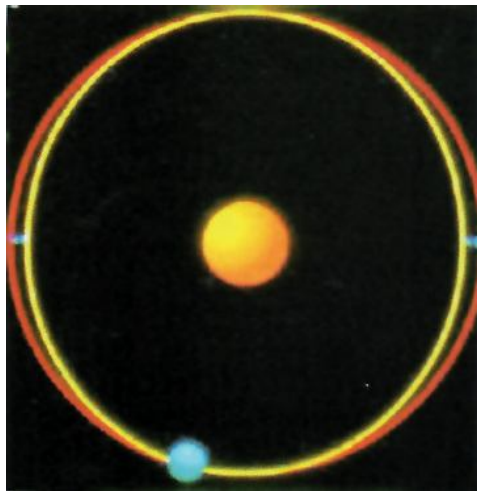
✦✦ ТЕМА БРОЈА

наше Земље. Због промене осунчања површине Земље долази и до промене температуре атмосфере.

Да би се објаснило смењивање ледених и међуледених доба у далекој прошлости треба наћи зависност осунчавања Земљине површине од параметара Земљине путање, као и везу између осунчања Земље и температуре њене површине и атмосфере.

На овакав начин Милутин Миланковић је формулисао, на почетку своје професорске и научне каријере, проблем на чијем ће решавању радити у току целог свог радног века.

Одмах после Првог светског рата Миланковић је објавио, на француском језику, своју прву књигу *Математичка теорија топлотних појава изазваних Сунчевим зрачењем*. У том делу Миланковић је својој слици, коју смо управо описали, дао математички облик, односно изразио је у облику математичких једначина. Дао је и нумеричко решење тих једначина за 130 хиљада година уназад. У обрасцима који математичким језиком описују како се топлотни зраци



Шематски приказ ексцентрицитета. Облик путање Земље око Сунца према Миланковићу мења се у циклусима од 100.000 година

распоредују по Земљином атмосферском плашту, како се тај распоред мења у току времена изазивајући промене температуре у атмосфери и на земљиној површини, појављују се три астрономска елемента, ексцентрицитет Земљине елиптичне путање, нагиб Земљине осе и одстојање перихела од пролећне тачке.

За смену ледених доба битне су ове три промене елемената Земљиног кретања:

- 1) Промена нагиба Земљине осе у односу на раван кретања. Данас оса Земљине ротације чини угао од 23° са равни путање. Али, та вредност се мења са периодом од 41 000 година између две вредности. На тај начин Земља осцилује полако између положаја у коме је Северна хемисфера изложена више Сунчевим зрацима и једног другог положаја у коме је она много мање изложена Сунчевим зрацима.
- 2) Промене повезане са процесционим кретањем Земљине осе (кретање слично кретању чигре). То кретање има два периода, један од 19000 година и један од 23000 година.
- 3) Промене параметара елипсе по којој се Земља креће у току од 95000 година Земљина путања промени облик од једне скоро кружне путање до елипсе чији је ексцентрицитет $1/297$.

Ову пробитну верзију своје теорије Миланковић је годинама усавршавао и дотеривао. Основна идеја је сачувана. Само су уношене поправке које су утицале на прецизност резултата.

Већ 1922. године појавио се међу климатолозима и геофизичарима интерес за Миланковићеву теорију. Немачки климатолог светског гласа Кепен, поредећи криве промене климе, које су добили геолози, са Миланковићевим теоријским кривама, је утврдио несумњиво слагање и закључио да то слагање не може бити случајност већ да показује да је астрономско објашњење смене ледених доба добро. Замолио је Миланковића да свој

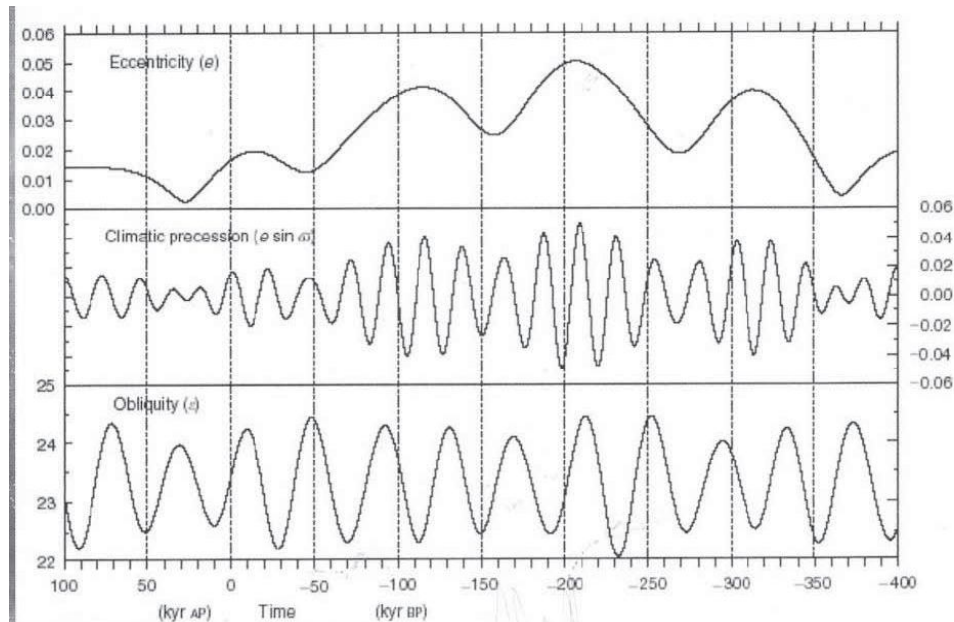
рaчун спровeде за 600 000 година уназад, што је Миланковић и учинио. Ти Миланковићeви резултати су већ 1924. године објављени у делу Кепена и Вегенера „Климaти Земљинe прошлости“, а касније су широко коришћени и цитирани у научној литератури.

У току следећих двадесет година геофизичари и климaтолози су из године у годину студирањем морена глечера и речних тераса прикупљали нове доказе Миланковићеве теорије.

Када је поуздано утврђено да постоји веза између израчунатих промена температуре Земљинe површине, које настају као последица астрономских промена елемената Земљинe путање, и кривих на којима је приказана смена ледених доба, закључено је да се временски интервали између минимума на Миланковићевим кривама могу изједначити са одговарајућим временским интервалима на кривама геофизичара.

Тако је Миланковићева теорија послужила као основ за формирање календара за геологију и праисторију. До тада геологији и праисторији није пошло за руком да догађаје о којима говоре вежу за апсолутну временску скалу. Али су успеле да, колико-толико, одреде ред и узастопност тих догађаја, да их у неку руку, нумеришу, задовољавајући се при оцењивању временских размака несигурним нагађањима.

Са усавршавањем мерних метода појавиле су се тачније и прецизније методе за праћење температуре у прошлости. Тако је задњих година Миланковићева теорија добила нове потврде помоћу метода развијених захваљујући развоју нуклеарне физике. На основу седимената праисторијских животиња у стенама Кергеланских острва у Индијском океану одређена је температура мора у току 450.000 година. Добијени резултати у савршеној су сагласности са резултатима нашег великог научника.



Миланковићeви циклуси за протекли период од 400.000 година и за наредни период од 100.000 године