

## PLANET SIMULYATORI: REAL VAQTDA VIZUALIZATSIYAGA EGA BO`LGAN IQLIM MODELLARINING BIRLASHTIRILGAN TIZIMI

*Mirzo Ulug`bek nomidagi O`zbekiston Milliy Universiteti*  
*Prof. Abdurahimov B. Magistr. Abdullayev M.A*

Mazkur ishda PlaSim modelining x most qismidan modelni ishlatildi. Model orqali iqlimni aniqlashning parametrlaridan Puma modeli tanlandi, muddatini 10 yil muddatga qo`yildi kerakli parametrlar ish jarayoniga moslab sozlab olindi.(1-rasm) Shamol, harorat, namlik va bulutlilik darajalarining o`zgarishi aniqlandi.

**Kalit so`zlar:**PlaSim, Planet simulyatori, Linux, Most, GUI, Avizo, Grafik model, Starter.

В данной работе использовалась модель из большей части модели PlaSim. Модель Puma была выбрана из параметров определения климата через модель, срок был установлен на 10 лет, необходимые параметры были скорректированы в соответствии с рабочим процессом.

**Ключевые слова:** PlaSim, Симулятор планеты, Linux, Мост, Графический интерфейс, Авизо, Графическая модель, Стартер.

In this work, the model from the x most part of the PlaSim model was used. The Puma model was selected from the parameters of climate determination through the model, the term was set for 10 years, the necessary parameters were adjusted according to the work process.

**Keywords:** PlaSim, Planet simulator, Linux, Most, GUI, Avizo, Graphical model, Starter.

**Kirish:** Mamlakatimizda Xususan Toshkent shaxrida iqlimning tez o`zgarishi hamda shahar xavosining yomonlashuvi, ushbu jarayonlarni kuzatish xamda havoning ifloslanishini oldini olish olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlari samaradorligini oshirish maqsadida zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) yutuqlarini jadal tatbiq etish bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Tabiiyki, biologik ob`ektlar hisoblangan o`simlik, hayvonot va zamburug` olamlarining ko`p sonli namunalari haqidagi axborotlarni elektron formatga o`tkazilishi natijasida ulkan hajmli ma`lumotlar massivi vujudga keladi. Horijiy tajribalarga tayanadigan bo`lsak, turli sohalarda yirik ma`lumotlar bazalari (Data Centre, Big Data, Bio Data) hamda ularni intellektual tahlil qilishga mo`ljallangan yangi (Data Mining, Web Mining, Data Sciences, Big Data va h.k.) yo`nalishlar usul va algoritmlari joriy qilinmoqda. Iqlim

o`zgarishini nazorat qilish ob xavoning raqamli ma`lumotlarini shakllantirish, hamda iqlimning tozalik darajasini saqlab qolish bo`yicha chora tadbirlar ishlab chiqilmoqda.

Kompyuterli identifikatsiyalash tushunchasi ob'ektlarni taksonomik tahlil qilish, ya'ni tadqiq etilyotgan ob'ektni xususiyatlari yordamida oldindan ma'lum bo'lgan sinflarga ajratuvchi kompyuter tizimlari tushuniladi. Kompyuterli identifikatsiyalash tizimlari tajribali mutaxassis-olimlar ko'magida sohalarda chuqur o'rganilgan ob'ektlar uchun ishlab chiqish joiz.

**Asosiy qism:** Planet simulyatori iqlim va paleo-iqlim simulyatsiyalari va o'n ming yil yoki undan ortiq vaqt oralig'ida mos keladigan O'rta murakkablik modeli (MIC). U UNIX, Solaris, Linux, MAC OS yoki boshqa har qanday UNIX uslubidagi operatsion tizimga ega bo'lgan massiv parallel klaster va ish stantsiyalarini o'z ichiga olgan keng turdagi apparat va operatsion tizimlarda ishlaydi. Rivojlanishning ustuvor yo'nalishlari tezlik, oson ishlov berish va ko'chirishga qaratilgan. Uning modulli tuzilishi muammoga bog'liq konfiguratsiyaga imkon beradi. Grafik Model Starter (MoSt) ombordan model konfiguratsiyasini tanlash, uning parametrlarini o'rnatish, modelni kompilyatsiya qilish va ishga tushirish uchun ishlatilishi mumkin. Model maksimal ishlash uchun ishlab chiqarish rejimida yoki Grafik foydalanuvchi interfeysi (GUI) yordamida interaktiv rejimda ishlashi mumkin. Ushbu GUI barcha model o'zgaruvchilari uchun real vaqtda vizualizatsiya interfeysi va modelni sozlash va tajriba uchun vositadir.

Yigirma yildan ko'proq vaqt davomida iqlim tadqiqot markazlari asosan o'zlarining ilmiy qiziqishlari uchun yuqori murakkablikdagi keng qamrovli umumiy aylanish modellarini (GCMs) ishlab chiqdilar. Ushbu modellarning murakkabligi Yer tizimi modellariga o'tish yo'lida sezilarli darajada o'sib borayotganligi sababli, ta'lim va tadqiqot uchun rivojlanishning eng yuqori bosqichidagi keng qamrovli modellarga qaraganda soddaroq modellar tobora ortib borayotgani ajablanarli emas. va yanada jozibali: Ular tez ishlaydi va nisbatan qisqa real vaqtda ming yillik va uzoqroq vaqt oralig'ini taqlid qilish uchun ishlatilishi mumkin. Ular ish stantsiyalari kabi arzon qurilmalardan foydalanishlari mumkin, ular asosiy kadrlarda vaqt sarflashning hojati yo'q. Ular bizning hozirgi iqlimimizdan va hatto boshqa sayyoralar yoki oylarning atmosferalaridan uzoqda joylashgan muhitlarni simulyatsiya qilish uchun qayta konfiguratsiya qilinishi mumkin. Modeldagi o'zaro ta'sirlar kamroq bo'lsa, simulyatsiya diagnostikasi osonroq. Va nihoyat, atmosfera yoki iqlim hodisalarini tushunish va mexanizmlarni aniqlash kuchaytiriladi. Planet simulyatori:

- modulli - muammoga bog'liq konfiguratsiya
- parallel - parallel kompyuter va tarmoqlar
- kengaytiriladigan - gorizontaal va vertikal o'lchamlari
- portativ - apparatdan mustaqil kod
- interaktiv - grafik foydalanuvchi interfeysi

- tuzilgan - aniq tartibga solingan va sharhlangan
- ochiq manba - bepul mavjud manba kodi
- moslashuvchan - NetCDF va SERVICE kabi standart ma'lumotlar formatlarini qo'llab-quvvatlaydi

Planet simulyatori kabi modelni universitet muhitida qo'llash turli jihatlarga ega: Birinchidan, kod ochiq va erkin mavjud bo'lishi, shuningdek, kerakli kutubxonalar bo'lishi kerak; u foydalanuvchilarga qulay, arzon va grafik foydalanuvchi interfeysi bilan jihozlangan bo'lishi kerak. Ikkinchidan, u o'z tajribalarini loyihalashtirgan tadqiqotchilar tomonidan qo'llaniladigan moslashuvchan va universal vosita bo'lishi kerak. Uchinchidan, u keng qamrovli GCMni boshqaradigan texniklardan farqli o'laroq, talabalar umumiy aylanma modellashtirishni mashq qiladigan sinflarda yoki laboratoriyada loyiha tadqiqotlarini o'rgatish uchun mos bo'lishi kerak.

Planet simulyatori o'rtacha murakkablikdagi atmosfera GCMidan tashqari, iqlim tizimining boshqa bo'linmalarini, masalan, dengiz muzli okean, biosfera bilan quruqlik yuzasi va boshqalarni o'z ichiga oladi. Planet simulyatorining manba kodi ko'plab platformalar uchun ko'chma hisoblanadi. shaxsiy kompyuterlardan ish stantsiyalari va asosiy kompyuterlargacha; massiv parallel kompyuterlar va tarmoqli mashinalar klasterlari ham qo'llab-quvvatlanadi. Tizim vertikal va gorizontal o'lchamlari bo'yicha kengaytirilishi mumkin, tajribaga bog'liq model konfiguratsiyasini ta'minlaydi va yaxshi o'qiladigan va boy hujjatlashtirilgan kodga ega.

GCMlar birinchi tamoyillar, hal qilinmagan jarayonlar uchun parametrlashlar va iqlim quyi tizimlarining ko'rinishlariga asoslangan dinamik yadrodan iborat. Quyida ushbu modullar Planet Simulator uchun qisqacha taqdim etilgan. Batafsilroq tavsifni "[www.mi.uni-hamburg.de/plasim](http://www.mi.uni-hamburg.de/plasim)" da topishingiz mumkin.

#### Dinamik yadro

Planet simulyatorining dinamik yadrosi impuls, massa va energiyaning saqlanishini ifodalovchi nam ibtidoiy tenglamalarga asoslanadi, ular:

- girdob va gorizontal divergensiya uchun prognostik tenglamalar
- termodinamikaning birinchi qonuni
- holat tenglamasi
- uzluksizlik tenglamasi
- suv bug'ining prognostik tenglamasi (o'ziga xos namlik)

Tenglamalar  $\sigma$  -koordinatalar sistemasiga (bu yerda  $s$  - sirt bosimi bilan normallashtirilgan bosim) ergashuvchi relyefda sonli yechiladi. Gorizontal yo'nalishda spektral o'zgartirish usuli bilan an'anaviy spektral yondashuv qo'llaniladi (Orszag 1970; Eliassen va boshqalar, 1970). Sonli farqlar vertikalda qo'llaniladi, vertikal tezlik "to'liq" (harorat, namlik, girdob va divergensiya) darajalari o'rtasida aniqlanadi. Tenglamalar vaqt bo'yicha Robert/Asselin vaqt filtri (Robert 1981; Asselin 1972) bilan

sakrashning yarim noaniq vaqt bosqichli sxemasi (Hoskins va Simmons, 1975; Simmons va boshq., 1978) bilan vaqt bo'yicha birlashtirilgan.

#### Parametrlashtirish va quyi tizimlar

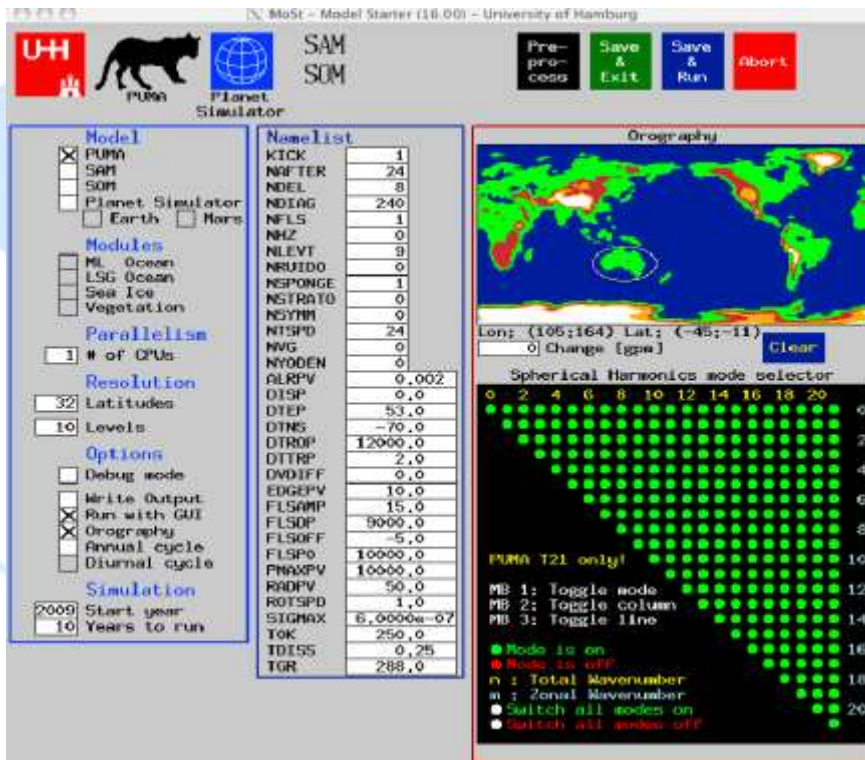
Yechilmagan jarayonlarning ta'siri chegara qatlami oqimlari va diffuziya, radiatsiya va interaktiv bulutlar bilan nam jarayonlar uchun soddalashtirilgan parametrlarni o'z ichiga oladi. Boshqa iqlim quyi tizimlari bilan o'zaro ta'sir qilish quruqlikdagi jarayonlar, o'simliklar, okean va dengiz muzlari uchun modullarni qo'shish orqali amalga oshiriladi. Parametrlashtirish sxemalari batafsil hujjatlashtirilgan (Lunkeit va boshqalar. 2007).

#### Grafika

Grafik foydalanuvchi interfeyslari eksperimentlarni o'rnatish, chegara qiymatlari va piksellar sonini o'zgartirish, asosiy model o'zgaruvchilarini o'rnatish va simulyatsiyani ishga tushirish vazifalarini soddalashtiradi.

#### Grafik model starter

Planet simulyatoridan an'anaviy tarzda qobiq skriptlari, ommaviy ishlar va tarmoq navbati tizimlari bilan foydalanish mumkin. Bu odatda vektor-kompyuterlar, massiv-parallel-kompyuterlar va ish stantsiyalari klasterlari kabi murakkab mashinalar va meynfreymlarda uzoq muddatli simulyatsiyalar uchun amalga oshiriladi. Biroq, endi grafik foydalanuvchi interfeyslarini qo'llash orqali ancha qulayroq usul mavjud. Planet simulyatori MoSt asbobi tomonidan sozlanadi va o'rnatiladi. (Model Starter, skrinshot 1-rasm). MoSt - bu modelni ishga tushirishning eng tezkor usuli. U oldindan o'rnatilgan modelning eng muhim parametrlariga eng ko'p ishlatiladigan qiymatlarga kirish imkonini beradi. Modelni standart parametr sozlamalari bilan yoki MoSt oynasida o'rnatilgan parametr muharriridan foydalangandan so'ng "Saqlash va ishga tushirish" tugmachasini bosish orqali boshlash mumkin. Ushbu parametrlar gorizont va vertikal ruxsatni o'rnatadi, modullarni tanlang va chegara shartlarini tanlang. Barcha sozlamalarga qarab MoSt simulyatsiya uchun ishga tushirish skriptini yaratadi. Foydalanuvchida MoSt ni tark etish va ish vaqti GUI nazorati ostida simulyatsiyani davom ettirish yoki ishga tushirish katalogida simulyatsiya o'rnatish bo'yicha keyingi ish uchun MoSt dan chiqish tanlovi mavjud.



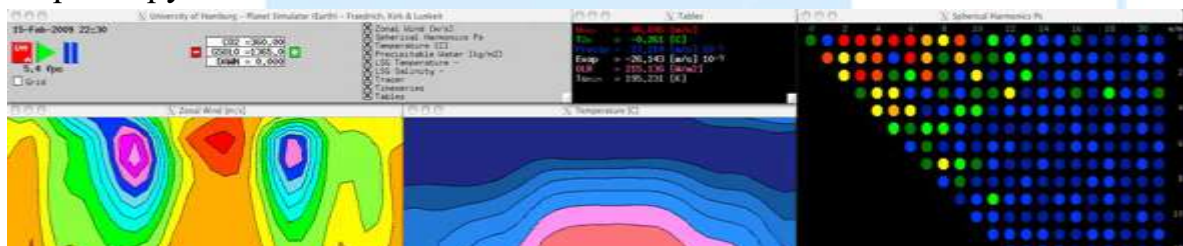
1-rasm. Starter (Most)

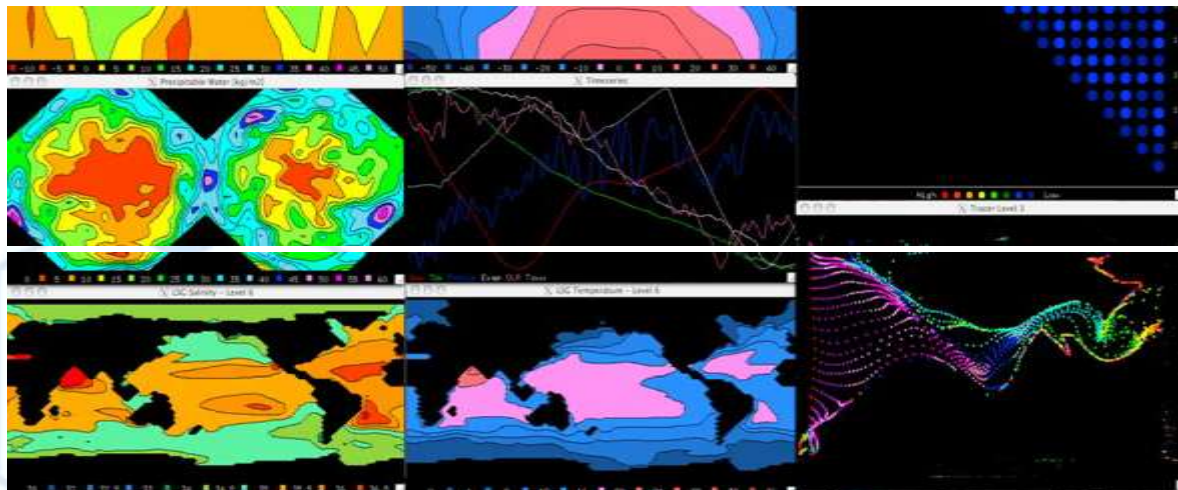
Shkl. Model va parametr muharriri, orografiya muharriri va Sferik harmonika rejimlarini yoqish/o'chirish uchun rejim selektori bilan Model Starter (MoSt) skrinshoti. (1-rasm)

Grafik foydalanuvchi interfeysi

Planet simulyatori ikki tomonlama interaktiv grafik interfeysdan foydalanishi mumkin (2-rasmdagi skrinshot). Model o'zgaruvchilari va massivlarning holati umumiy ko'rinishlarda ko'rsatiladi, masalan:

- zonal o'rtacha kesmalar
- silindrsimon yoki qutbli proyeksiyadagi gorizontol maydonlar
- vaqt-uzunlik (Hovmoeller) diagrammalari
- uzunlik-balandlik diagrammalari
- gorizontol shamol komponentlari tomonidan harakatlantiriladigan zarracha izlagichi
- vaqt seriyasi
- raqamli qiymatlar



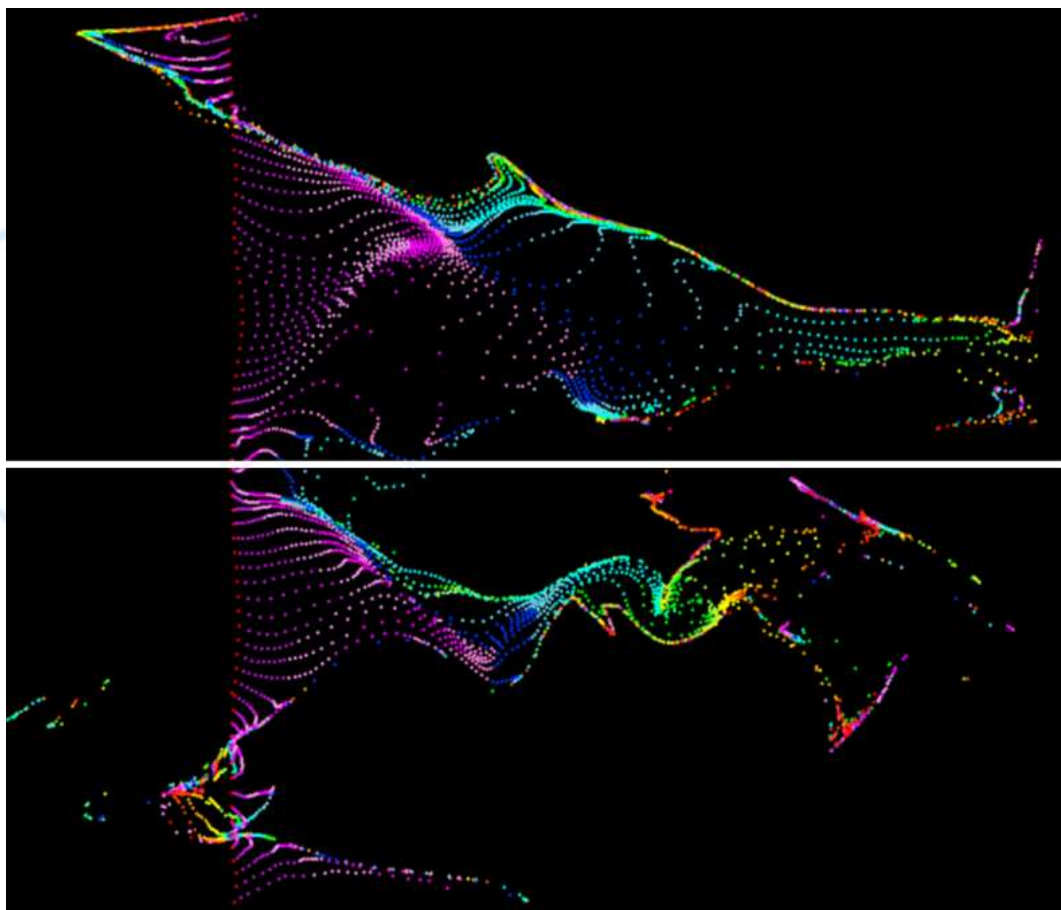


2-rasm. Grafik foydalanuvchi interfeysining namunaviy sxemasi.

Boshqarish oynasi a) (yuqori chap), Skalyar o'zgaruvchilarning raqamli ko'rinishi b) (yuqori o'rta), Sirt bosimi uchun sferik harmonika rejimlarining amplitudalari c) (yuqori o'ng), zonal shamolning zonal o'rtacha kesimi d) (2-qator chap), haroratning zonal o'rtacha kesimi e) (2-qator o'rtasi), f) qutb proyeksiyasidagi yog'ingarchilik suvi (3-qator chap), g) skalar o'zgaruvchilarning vaqt qatori (3-chi qator) . qator o'rtasi), h) Okean modelining sho'rliigi (pastki chap), i) Okean modelining harorati (pastki o'rta), j) Zarrachalar izi. (2-rasm)

Har bir oynani yoqish yoki o'chirish va foydalanuvchi tomonidan joylashtirish va kattalashtirish mumkin. 3-rasmda misol sifatida kattalashtirilgan zarrachalarni kuzatish oynasi ko'rsatilgan.

Ikkinchi maqsad GUI ning o'zaro ta'sir qismi bo'lib, u foydalanuvchiga modelni ishga tushirish vaqtida tanlangan model o'zgaruvchilarini o'zgartirish imkonini beradi. Ya'ni, o'zgaruvchilarni o'zgartirganda modelni to'xtatib turish shart emas, lekin iloji bo'lsa ham. Boshqa modellardan ulanish orqali olingan barcha model maydonlari yoki hatto maydonlarni GUI displeyiga qo'yish mumkin.



3-рasm. Kattalashtirilgan zarrachalarni kuzatish oynasi

3-рasm. Modelni dam olish holatidan boshlaganidan keyin birinchi oy davomida zarrachalarning harakatini ko'rsatadigan "Particle Tracer" GUI oynasining skrinshoti. Zarrachalar 180 gradus uzunlikda va 300 hPa balandlikda kiritiladi. G'arbiy shamollar zarralarni sharqqa o'ngga siljitadi.

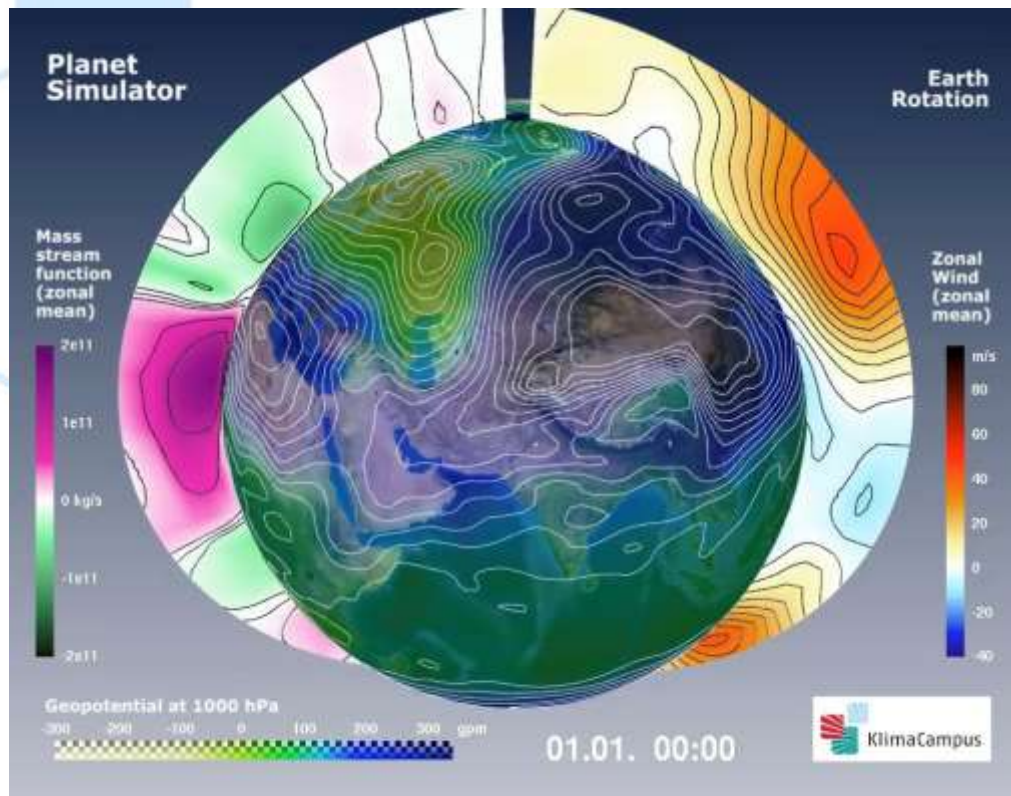
Grafik kutubxonasi va tarmoq

MoSt ham, GUI ham Xlib (X11R5) yordamida amalga oshiriladi, bu grafikalar va hodisalar bilan aloqa qilish uchun tartiblar kutubxonasi. Ushbu kutubxonasi har bir UNIX/Linux operatsion tizimining bir qismi va barcha ish stoli muhitlarining bazasi bo'lganligi sababli, MoSt va GUI-ni ishga tushirish uchun qo'shimcha dasturlarni o'rnatishga hojat yo'q. Xlib-ning yana bir muhim xususiyati tarmoqning to'liq shaffofligidir. MoSt va GUI displeyi dasturlarda yoki modelda ishlaydigan mashinada bloklanmagan. Haqiqatan ham, eng yaxshi samaradorlik Planet Simulator-ni masofaviy serverning bir nechta yadrolarida ishlatishda, GUI-ni foydalanuvchining ish stantsiyasida ko'rsatishda erishiladi. MoSt va GUI dasturlari ko'plab zerikarli vazifalarni avtomatlashtiradi, Planet Simulator bilan tanishish uchun vaqtni kamaytiradi va test va parametrlarni sozlashni ancha osonlashtiradi.

Diagnostika va oflayn vizualizatsiya

Modelning chiqishi umumiy ma'lumotlar standartlariga mos keladi, bu diagnostika dasturlari va vizualizatsiya vositalarining katta bazasidan tanlash imkonini

beradi. 4-rasmda Avizo dasturi yordamida amalga oshirilgan oflayn animatsiyaning skrinshoti ko'rsatilgan.



4-rasm. Avizo dasturi yordamida amalga oshirilgan oflayn animatsiyaning

Bitta animatsiyada uchta o'zgaruvchini (geopotensial balandlik, ommaviy oqim funksiyasi va zonal shamol) ko'rsatadigan model chiqishidan yaratilgan filmdan skrinshot. Bu real vaqt rejimida emas, balki simulyatsiya tugagandan so'ng amalga oshiriladigan vizualizatsiya misolidir.

#### Xulosa va istiqbol

Planet simulyatori global spektral aylanish modellari ierarxiyasidagi eng yuqori modelni ifodalaydi; Ushbu ierarxiyaning boshqa a'zolari atmosferaning ko'chma universitet modeli (PUMA), sayoz suv atmosferasi modeli (SAM) va spektral okean modeli (SOM)

Planet simulyatori Yer va Quyosh tizimining Yerga o'xshash sayyoralar va yo'ldoshlari iqlimi dinamikasini tushunish uchun raqamli tajribalarni qo'llab-quvvatlaydi. Shu ma'noda Planet Simulyatoridan fundamental dinamik va termodinamik muammolarni o'rganish, iqlimning uzoq muddatli barqarorligi uchun javobgar bo'lgan fikr-mulohazalarni aniqlash va barqarorlikning to'satdan yoki keskin yo'qolishi sabablarini o'rganish uchun soddalashtirilgan virtual laboratoriya sifatida foydalanish mumkin. o'zgarishlar, masalan, vulqon otilishining ta'siri, termohalin aylanishining buzilishi oqibatlari, uzoq muddatli o'zgaruvchanlik, ekstremallar va boshqalar. Planet simulyatorining o'ziga xos xususiyatlari grafik foydalanuvchi interfeysi va Model Starterdir. Planet simulyatorini an'anaviy spektral shaklda va sigma



koordinatarida ibtidoiy tenglama atmosferasining dinamik yadrosiga asoslangan tranzitdagi ochiq tizim sifatida ko'rib chiqish kerak. Modullar to'plamini hisobga olgan holda, Planet Simulyatori uchun asosiy platformaga erishildi, lekin uni bajarish uchun albatta ko'proq modullar kerak, jumladan, masalan, kontinental muz qatlamlari, yanada realroq quruqlik va dengiz biosferalari, geokimyoviy tsikllar va boshqalar. sezgirlikni sinab ko'rish yoki super ansambl prognozlarini yaratish uchun bir xil jarayonlarning turli modullari ham foydali bo'lishi mumkin. Atmosfera fizikasi va dinamikasi, chiziqli bo'lmagan tahlil va stokastik dinamika bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib borilishi mumkin, bu esa endi yanada to'liqroq bo'lishga imkon beradi.

model ierarxik yondashuv. Yashil sayyorani cho'l dunyosi bilan taqqoslaydigan birinchi dastur (Fraedrich et al. 2005) da keltirilgan.

Planet simulyatoriga ba'zi hissalar Heiko Jansen (dengiz muzi moduli) va Axel Kleidon (o'simlik moduli) tomonidan taqdim etilgan. Planet simulyatorini yaratishning dastlabki bosqichi 2000-2003 yillarda BMBF tomonidan qo'llab-quvvatlandi. Hozirgi ishlanma olimlar, hisoblash va ma'lumotlar serverlari yordamida CLISAP mukammallik klasteri tomonidan qo'llab-quvvatlanadi.

### Xulosa

Ushbu maqaolada quyidagilarni umumiy xulosa qilishimiz mumkin:

1. Atmosfera umumiy iqlimiy belgilari o'rganildi.
2. Iqlim o'zgarishining matematik modeli sifatida Planet Simulator iqlim modeli o'rganildi va u moslashtirildi.
3. Model orqali global iqlimning asosiy parametrlari – temperatura, shamol, namlik va bulutlik darajalari aniqlandi.
4. Model orqali olingan asosiy parametrlar maydonlarida hosil qilingan ma'lumotlar tartibga solindi.
5. Tartiblangan parametrlardagi ma'lumotlarni visual grafik kartaga o'tkazildi.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Asselin, R. (1972). Frequency filter for time integrations, *Monthly Weather Review*. 100, pp. 487–490.
2. Eliassen, E., B. Machenhauer, E. Rasmusson, (1970). On a numerical method for integration of the hydrodynamical equations with a spectral representation of the horizontal fields, *Institute of Theoretical Meteorology*, University of Copenhagen.
3. Fraedrich, K., H. Jansen, E. Kirk, F. Lunkeit, (2005). The Planet Simulator: Green planet and desert world, *Meteorologische Zeitschrift*, 14, pp. 305–314.

4. Fraedrich, K., E. Kirk, U. Luksch, and F. Lunkeit, (2005). The Portable University Model of the Atmosphere (PUMA): Storm track dynamics and low frequency variability, *Meteorologische Zeitschrift*, 14, pp. 735–745.
5. Hoskins, B. J., A. J. Simmons, (1975). A multi-layer spectral model and the semi-implicit method, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 101, pp. 637–655.
6. Lunkeit, F., M. Böttinger, K. Fraedrich, H. Jansen, E. Kirk, A. Kleidon, U. Luksch, (2007). Planet Simulator Reference Manual Version 15.0. Available at [http://www.mi.uni-hamburg.de/fileadmin/files/forschung/theomet/planet\\_simulator/downloads/PS\\_ReferenceGuide.pdf](http://www.mi.uni-hamburg.de/fileadmin/files/forschung/theomet/planet_simulator/downloads/PS_ReferenceGuide.pdf).
7. Orszag, S. A. (1970). Transform method for calculation of vector coupled sums, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 27, pp. 890–895.
8. Robert, A. J. (1981). A stable numerical integration scheme for the primitive meteorological equations, *Atmos. Ocean* 19, pp. 35–46.
9. Roeckner, E., K. Arpe, L. Bengtsson, (1992). Simulation of present-day climate with the ECHAM model: Impact of model physics and resolution, *Technical Report* 93.
10. Simmons, A. J., B. Hoskins, D. Burridge, (1978). Stability of the semi-implicit method of time integration, *Monthly Weather Review*, 106, pp. 405–412.