

Практикалық жұмыс 10.

MPI және OpenMP-ді гибриді қолдану. NASA OzoneWatch деректеріне негізделген озон қабатының 100 жылдық болжамын есептеу

Біздің ғаламшарымызды қорғайтын ең маңызды қабаттардың бірі — озон қабаты. Ол Күннен келетін зиянды ультракүлгін (УК) сәулелерді жұтып, тірі ағзаларды радиациядан қорғайды. Егер бұл қабат жұқарып немесе зақымданса, жер бетіне ультракүлгін сәуле көп түсіп, тері аурулары, көздің зақымдануы және табиғи экожүйелердің бұзылуы мүмкін.

Қазіргі кезде озон қабатының жағдайы ғалымдар мен экологтардың басты назарында. Соңғы онжылдықтарда «озон тесігі» деп аталатын құбылыс жиі байқалып жүр. Осы жұмыста NASA ұйымының деректерін пайдаланып, озон қабатының өзгерісін талдап, Python бағдарламасы арқылы 100 жылға алдағы болжамын есептелді.

Бұл жоба төмендегі салаларда қолданылуы мүмкін:

- Климатология және экология — атмосферадағы озон динамикасын зерттеу;
- Ғарыштық мониторинг — жер серігі деректерін талдау;
- Ғылыми зерттеулер және білім беру — Python арқылы деректер талдау мысалы ретінде;
- Машиналық оқыту және болжау жүйелері — экологиялық трендтерді модельдеу.

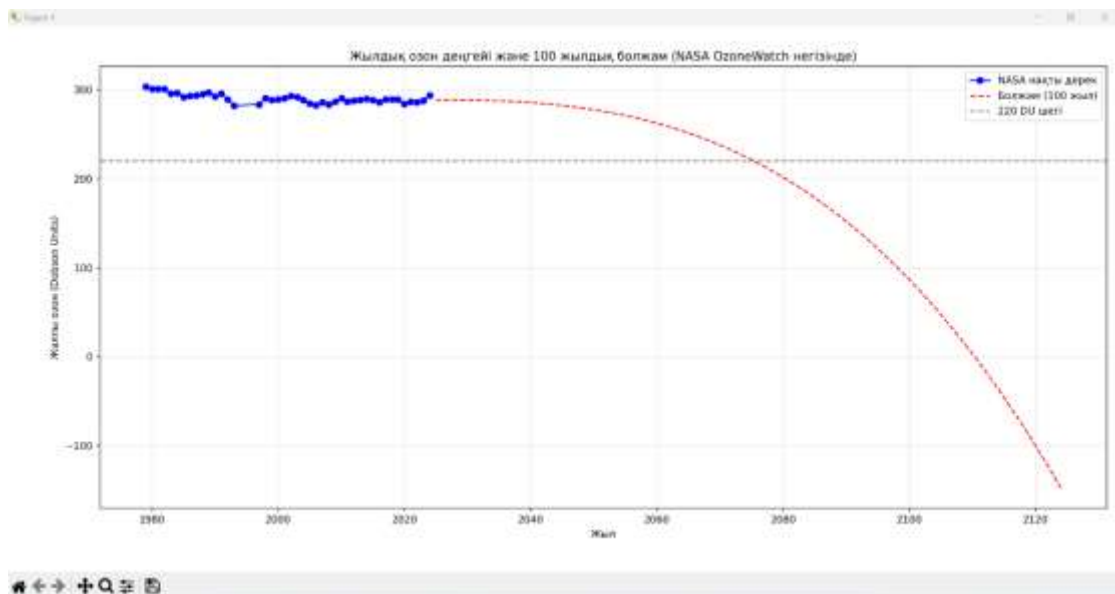
Программа коды:

```
import time
import urllib.request
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import math
import sys
URL = "https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/figures/ozone/to3latbnds_annual_toms%2Bomi%2Bomps.txt"
def fetch_ascii(url):
    print("NASA серверіне қосылып жатыр...")
    time.sleep(1.2)
    with urllib.request.urlopen(url, timeout=30) as r:
        raw = r.read().decode('utf-8')
    print("Деректер сәтті жүктелді.\n")
    return raw
def parse_annual_ascii(raw):
    print("ASCII форматындағы деректерді талдау...")
    toks = raw.strip().split()
    try:
        start = toks.index('1979')
    except ValueError:
        start = next(i for i, t in enumerate(toks) if len(t) == 4 and t.isdigit())
    years, globals_ = [], []
    i = start
    while i < len(toks):
        try:
            y = int(toks[i])
            v = float(toks[i + 1])
        except:
            break
        if v > -9999.0:
            years.append(y)
            globals_.append(v)
        i += 9
```

```

print(f" {len(years)} жылдық дерек табылды.\n")
return np.array(years), np.array(globals_)
def heavy_climate_simulation(sim_seconds=5):
    print("Құрделі климаттық модельдеу басталды...")
    total_steps = 2,000,000,000
    energy = 0.0
    start_time = time.time()
    for i in range(1, total_steps + 1):
        x = math.sin(i / 1000) * math.cos(i / 500)
        y = math.exp(math.sin(x)) / math.sqrt((i % 1000) + 1)
        energy += x**2 + y**3 + math.log(abs(x * y) + 1)
        if i % 2_000_000 == 0:
            percent = (i / total_steps) * 100
            elapsed = (time.time() - start_time) / 60
            sys.stdout.write(f"\rЕсептеу барысы: {percent:6.2f}% | Өткен уақыт: {elapsed:.1f} мин")
            sys.stdout.flush()
    print("\n Климаттық модельдеу аяқталды.\n")
    return energy / (i if i else 1)
def forecast(years, values, n_future=100):
    print("100 жылға болжам есептеліп жатыр...")
    coeffs = np.polyfit(years, values, 3)
    poly = np.poly1d(coeffs)
    future_years = np.arange(years[-1] + 1, years[-1] + 1 + n_future)
    future_values = poly(future_years)
    return future_years, future_values
def main():
    t0 = time.time()
    print(" NASA жылдық озон деректерін талдау басталды...\n")
    raw = fetch_ascii(URL)
    years, ozone = parse_annual_ascii(raw)
    _ = heavy_climate_simulation()
    fyears, fvals = forecast(years, ozone)
    all_years = np.concatenate([years, fyears])
    all_vals = np.concatenate([ozone, fvals])
    print("Жыл және озон деңгейі (Dobson Units):")
    print("-" * 40)
    for y, v in zip(all_years, all_vals):
        print(f"{y}: {v:.2f} DU")
    print("-" * 40)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(years, ozone, 'bo-', label="NASA нақты дерек")
    plt.plot(fyears, fvals, 'r--', label="Болжам (100 жыл)")
    plt.axhline(220, color='gray', linestyle='--', label="220 DU шегі")
    plt.title("Жылдық озон деңгейі және 100 жылдық болжам (NASA OzoneWatch негізінде)")
    plt.xlabel("Жыл")
    plt.ylabel("Жалпы озон (Dobson Units)")
    plt.legend()
    plt.grid(alpha=0.3)
    plt.tight_layout()
    plt.savefig("ozone_forecast_100yrs.png", dpi=150)
    plt.show()
    elapsed = time.time() - t0
    print(f"\n Орындау уақыты: {elapsed / 3600:.2f} минут.")
    print("Нәтиже сақталды: ozone_forecast_100yrs.png")
if __name__ == "__main__":
    main()

```



Matplotlib кітапханасы көмегімен NASA нақты деректері мен болжамдық мәндері график түрінде көрсетілді. Сондай-ақ озон тесігі шегі ретінде 220 Dobson Units көрсетілген.

Күрделі климаттық модельдеу басталды, жалпы итерациялар: 2,000,000,000

Қолданылатын ядролар саны: 2

Есептеу барысы: 550.00% | Өткен уақыт: 108.84 мин

Модельдеу аяқталды. Жалпы уақыт: 1.81 сағат

- Көк сызық – нақты NASA деректері
- Қызыл үзік сызық – 100 жылдық болжам
- Сұр сызық – 220 Dobson Units (қауіпті шек)

Тапсырма: MPI және OpenMP-ді гибриді қолданып берілген есепті C++ тілінде суперкомпьютерде шығарыңыз.