Analiza Spectrului Operatorului Parascan–Margoș

În conformitate cu principiul conform căruia **discretul este starea fundamentală**, această analiză tratează operatorul Parascan–Margoș nu ca pe o discretizare a unui obiect analitic, ci ca pe o structură spectrală emergentă direct din proprietățile fundamentale ale numerelor prime ($6k \pm 1$).

1. Fundamentele Discrete

Operatorul este definit pe o rețea unidimensională de dimensiune N, unde interacțiunile (cuplajele) și potențialul local sunt dictate de funcția indicator a numerelor prime:

- **Potențial Local ($L_{k,k}$):** Reflexia primalității în punctele $6k-1$ și $6k+1$.
- **Cuplaj ($L_{k,k+1}$):** Interfața dintre celulele adiacente ale rețelei.

Spre deosebire de operatorii diferențiali clasici, unde "pasul" tinde la zero, aici pasul este unitatea fundamentală a numerelor întregi, iar neregularitatea distribuției primelor creează un "peisaj" de energie discret prin definiție.

2. Cod de Simulare și Analiză

```
import sympy as sp
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

def is_prime(n):
    return sp.isprime(n)

def B(n):
```

```
    """Funcția de binarizare bazată pe primalitate."""
    return 0 if is_prime(n) else 1

def generate_spectrum(N=150):
    # Inițializarea matricei pe baza stării discrete
fundamentale
    L = np.zeros((N, N), dtype=float)

    for k in range(1, N + 1):
        # Definim starea locală a celulei k
        local = ((-1) ** B(6*k - 1)) + ((-1) ** B(6*k +
1))
        L[k-1, k-1] = local

        # Definim interacțiunea cu celula următoare k+1
        if k < N:
            coupling = 0.5 * (((-1) ** B(6*k + 1)) + ((-
1) ** B(6*(k+1) - 1)))
            L[k-1, k] = coupling
            L[k, k-1] = coupling

    # Calculul valorilor proprii
    eigs = np.linalg.eigvalsh(L)
    return np.sort(eigs)

# Execuție
N_val = 150
eigs_sorted = generate_spectrum(N_val)

# Vizualizare
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(range(1, N_val + 1), eigs_sorted, 'o-',
markersize=3, label="Spectru Discret")
plt.axhline(y=0, color='r', linestyle='--', alpha=0.3)
plt.xlabel("Indexul Modului Propriu (Discret)")
plt.ylabel("Energie (Valoare Proprie)")
plt.title("Spectrul de Energie al Operatorului Parascan-
Margoș")
plt.grid(True, which='both', linestyle=':', alpha=0.6)
plt.legend()
plt.show()
```

3. Interpretarea Rezultatelor

Analizând graficul rezultat, observăm că:

1. **Neregularitatea Cuantică:** Salturile în valorile proprii nu sunt erori de aproximare, ci reprezintă discontinuitățile fundamentale ale distribuției primelor în structura $6k \pm 1$.
2. **Emergența Analiticului:** Curba lină pe care o "ghicim" vizual este doar o proprietate statistică, o stare secundară care apare din agregarea acestor evenimente discrete primordiale.
3. **Simetria:** Structura operatorului tinde să echilibreze contribuțiile primelor, reflectând "ritmul" discret al numerelor naturale.

Această abordare ne permite să studiem teoria numerelor ca pe o problemă de mecanică a sistemelor discrete, unde zerourile sau valorile proprii sunt realități fizice ale rețelei numerice.