

Рекурсивна преживяемост и фазови режими на спектралната стабилизация

Към космологична теория на самосъгласуваните операторни структури

инж. физ. Владимир Филипов

Резюме

Настоящата работа развива предходните резултати от програмата за Self-Consistent Spectral Physics (SCP), като изследва динамиката на рекурсивната спектрална стабилизация при наличие на остатъчна фрустрация и операторен дрейф. Основната цел е да бъде установено дали самосъгласуваните спектрални структури притежават универсални режими на оцеляване, преход и разпад.

Показваме, че рекурсивната динамика на оператора поражда ясно разграничими фазови режими: стабилни атрактори, метастабилни области, преходни осцилационни режими и колапс. Получените фазови карти демонстрират, че границите между тези режими не са случайни, а образуват организирана геометрична структура в пространството на параметрите.

Числените експерименти показват още, че симетричната нормализация усилва локалната стабилност, но едновременно с това води до драматична чувствителност към остатъчната фрустрация след достигане на определен праг — явление, което интерпретираме като разрушаваща кохерентност. Получените резултати предполагат, че локалната стабилност и глобалната нестабилност могат да бъдат различни проявления на един и същ рекурсивен механизъм.

Работата предлага интерпретация, според която локалността, стабилната материя, фазовите преходи и космологичните режими могат да се разглеждат като следствия от общ принцип на рекурсивна спектрална стабилизация при крайна допустимост.

1 Въведение

В предходните статии от SCP програмата бе показано, че:

- локалността може да възниква като асимптотичен режим на спектрална стабилизация;
- shell йерархиите могат да се интерпретират като стабилизационни нива;
- остатъчният сектор W притежава свойства на глобален спектрален медиатор;
- holographic residual organization може да съхранява информация за глобалната структура;

- boundary-layer отклоненията играят ключова роля за стабилността на реализирания сектор C_i .

Тези резултати естествено водят до следния въпрос: Какво се случва с една рекурсивно стабилизираща се система при продължителна еволюция?

По-точно:

- Съществуват ли универсални режими на рекурсивна преживяемост?
- Могат ли стабилните структури да преминават в метастабилни или колапсни състояния?
- Каква е ролята на остатъчната фрустрация R ?
- Дали локалната кохерентност неизбежно поражда глобална нестабилност?

Настоящата работа изследва именно тези въпроси.

2 Рекурсивна динамика

Разглеждаме рекурсивна операторна еволюция от вида:

$$S_{t+1} = N(S_t) + \eta\Delta_t - \epsilon R_t$$

където:

- N е нормализационен оператор;
- Δ_t описва локалния операторен дрейф;
- R_t е остатъчната фрустрация;
- η контролира интензивността на дрейфа;
- ϵ задава чувствителността към остатъчната нестабилност.

Изследвани са два режима:

- raw normalization;
- symmetric normalization.

3 Наблюдавани величини

За всяка рекурсивна траектория измерваме:

3.1 Stability score Q_t

характеризиращ локалната спектрална стабилност.

3.2 Operator drift D_t

описващ кумулативното изменение на оператора.

3.3 Gap rigidity G_t

измерващ устойчивостта на спектралните празнини.

3.4 Moment instability I_t

характеризиращ нестабилността на локалната моментна структура.

3.5 Boundary/bulk ratio B_t

описващ относителното влияние на граничните области спрямо обемната структура.

4 Фазови режими на рекурсивната преживяемост

Получените фазови карти показват съществуването на четири универсални режима:

Таблица 1: Фазови режими

Режим	Описание
Stable attractor	стабилна рекурсивна организация
Metastable survival	ограничено устойчиво състояние
Oscillatory / transitional	преходна осцилационна динамика
Collapse	разрушаване на глобалната стабилизация

5 Фазови карти

5.1 Raw normalization

Получената фазова карта показва плавен преход между стабилни и нестабилни режими.

Наблюдават се:

- широки метастабилни области;
- постепенен преход към колапс;
- значителни преходни осцилационни сектори.

Особено важно е, че collapse режимите се появяват едва след достигане на критична boundary/bulk доминация.

5.2 Symmetric normalization

При симетрична нормализация се наблюдава:

- локално усилване на стабилността;
- по-рязко отделяне на фазовите граници;
- драматична чувствителност към остатъчната фрустрация след достигане на определен праг.

Това поведение показва, че повишената локална кохерентност води до висока чувствителност към остатъчната фрустрация и възникване на условия за глобален колапс — фазов преход към ново състояние на рекурсивно стабилизируема самоорганизация.

6 Разрушаваща кохерентност

Един от най-важните резултати на настоящата работа е наблюдението, че: локалната кохерентност и глобалната стабилност не са еквивалентни.

Симетричната нормализация:

- стабилизира локалната структура;
- усилва спектралната подредба;
- потиска локалния шум;

но едновременно:

- теснява областта на допустимите преходи;
- усилва чувствителността към R ;
- увеличава вероятността за глобален колапс.

Този ефект интерпретираме като:

Принцип на разрушаващата кохерентност

повишена локална кохерентност \Rightarrow намалена глобална устойчивост

7 Геометрично зараждане на нестабилността

Получените резултати показват, че нестабилността не възниква случайно.

Наблюдаваме систематично нарастване на:

- bulk coherence;
- boundary influence;

преди преход към метастабилност или колапс.

Това предполага, че: нестабилността се заражда геометрично.

Подобно поведение е структурно съвместимо с идеята, че рекурсивно стабилизируемите организации притежават граница на самосъгласуване.

8 Интерпретация в контекста на стабилната материя

Получените резултати позволяват следната интерпретация:

- стабилните спектрални организации могат да съществуват само в ограничени области на параметричното пространство, породено от оператора S ;
- при достатъчно нарастване на комплексността boundary ефектите започват да доминират;
- след достигане на критична остатъчна фрустрация възникват metastable sectors и collapse channels.

Това е структурно съвместимо с:

- крайния брой стабилни химични елементи;
- shell closure явленията;
- island of stability;
- нестабилността на тежките ядра.

Настоящата работа не претендира за директно обяснение на ядрената физика, а предлага общ рекурсивен механизъм, способен да поражда аналогични ограничения върху стабилните структури.

9 Метастабилност и осцилационни режими

Особено интересни са преходните режими.

В тях системата:

- не колабира напълно;
- не достига стабилен атрактор;
- преминава през цикли на частична дестабилизация и повторна организация.

Това поведение предполага, че: преходната осцилация може да бъде фундаментален космологичен режим.

Възможно е глобалните структури да не преминават еднократно от стабилност към разрушение, а да осцилират между различни рекурсивни стабилизационни сектори.

10 Глобалност на рекурсивната стабилизация

Получените резултати подсказват, че един и същ принцип може да действа едновременно:

- в микроскопичните структури;
- в сложните колективни организации;
- в космологичните режими.

Това предполага възможността:

- локалността;
- стабилната материя;
- дългосрочната организация;
- фазовите преходи;
- и глобалният колапс

да представляват различни проявления на: рекурсивна спектрална стабилизация при крайна допустимост.

11 Заключение

Настоящата работа демонстрира, че рекурсивните спектрални системи притежават фундаментална граница на устойчивост, определена от взаимодействието между кохерентност и остатъчна несъгласуваност.

Чрез числени експерименти и фазови карти бяха установени четири основни режима:

- стабилен атрактор,
- метастабилно оцеляване,
- преходен осцилиращ режим,
- колапс.

Беше показано, че симетричната нормализация едновременно:

- повишава локалната стабилност,
- намалява глобалната устойчивост към остатъчни флуктуации.

Това доведе до формулирането на глобален принцип на рекурсивната стабилност:

Повече кохерентност означава повече локална стабилност, но по-малък глобален радиус на толерантност.

Получените резултати предполагат естествен механизъм за възникване на рекурсивни фазови преходи и позволяват интерпретация на Големия взрив като срив на предходен максимално кохерентен стабилизационен режим.

С настоящата работа завършва основният цикъл на нашите изследвания върху спектрално-рекурсивната стабилизация. Постепенното развитие на теорията доведе до формирането на затворен космологичен модел, в който стабилизацията, кохерентността, нестабилността и фазовият преход се оказват различни проявления на една и съща рекурсивна динамика.

Оттук нататък пред теорията остава следващата, значително по-трудна задача — преминаването от концептуално и числено описание към експериментално проверими следствия. Именно това открива нова, практически необходима област за бъдещи изследвания на нашия колектив.

Финално философско следствие

Стабилността не е противоположност на нестабилността.

Стабилността е временно рекурсивно организиране, което неизбежно поражда условията за собствената си трансформация.

Декларация за достъпност на данните

Кодът, статиите, фигурите и данните от цялата поредица (статии 0–10) са архивирани в Zenodo под DOI: [10.5281/zenodo.20494527](https://doi.org/10.5281/zenodo.20494527).

Декларация за използване на генеративен ИИ в процеса на писане

По време на подготовката на този труд авторът използва ChatGPT (OpenAI), за да подпомогне съставянето на първоначалния проект на текста и подобряването на езиковия му стил. След използването на този инструмент авторът прегледа, редактира и коригира съдържанието според нуждите и поема пълна отговорност за контекста и научната достоверност на крайния ръкопис.

А Приложение: Свързани експерименти, данни и илюстрации

А.1 Експериментални скриптове

Следните Python скриптове от директория `project_experiments/` са свързани с настоящата статия:

- `operator_viability_r_boundary_sensitivity.py` – гранична чувствителност, boundary/bulk ratio; измерване на B_t и връзка с остатъчна фрустрация R
- `recursive_two_attractor_bound_state.py` – два атрактора; метастабилност и преходи между тях; осцилационни режими
- `operator_recursive_survival_test.py` – рекурсивна преживяемост, четири фазови режима; параметри η (дрейф) и ϵ (чувствителност към R)
- `operator_viability_w_phase_map.py` – фазови карти на W сектора (raw vs symmetric normalization)
- `operator_invariant_w_stabilization_test.py` – W стабилизация, η параметър $0.5 \rightarrow 4.0$
- `operator_invariant_universality_test.py` – универсалност на фазовите режими
- `operator_w_master_collapse_control_test.py` – collapse режими, scrambling, симетрична нормализация
- `continuum_limit_test.py` – континуален предел на фазовите преходи

A.2 Генерирани фигури

Статията се позовава на следните фигури (намиращи се в Zenodo архива под `project_figures/Article_09/`):

От `operator_viability_w_phase_map.py`:

- `operator_viability_w_phase_map_raw.png`
- `operator_viability_w_phase_map_sym.png`

От `operator_viability_r_boundary_sensitivity.py`:

- `operator_viability_r_boundary_sensitivity_raw.png`
- `operator_viability_r_boundary_sensitivity_sym.png`

От `operator_recursive_survival_test.py`:

- `recursive_survival_raw_eta_0p5_eps_0p0.png` до
- `recursive_survival_sym_eta_2p0_eps_1p5.png` (всички комбинации)
- `recursive_survival_phase_map_raw.png`
- `recursive_survival_phase_map_sym.png`

A.3 Свързани JSON данни

За настоящата статия са генерирани следните JSON файлове (намиращи се в Zenodo архива под `project_data/Article_09/`):

- `operator_viability_w_phase_map_results.json`
- `operator_viability_r_boundary_sensitivity_results.json`
- `operator_recursive_survival_results.json`

A.4 Възпроизвеждане на резултатите

За да възпроизведете резултатите от настоящата статия:

1. Клонирайте хранилището:

```
git clone https://github.com/vlado007/spectral_reality.git
cd spectral_reality
```

2. Инсталирайте зависимостите:

```
pip install -r requirements.txt
```

3. Изпълнете основните експерименти:

```
python -m experiments.operator_viability_r_boundary_sensitivity
python -m experiments.operator_recursive_survival_test
python -m experiments.operator_viability_w_phase_map
python -m experiments.recursive_two_attractor_bound_state
```

Всички фигури, представени в статията, могат да бъдат генерирани чрез съответните скриптове, посочени по-горе.