

Самосъгласувана спектрална структура на реалността VI

Възникване на водородоподобни спектрални закони чрез рекурсивна
дифузионна геометрия

инж. физ. Владимир Филипов

Резюме

В предходната пета статия беше показано, че ефективната насоченост на процесите може да възниква като следствие от рекурсивна селекция на допустимостта, без въвеждане на фундаментално време.

Настоящата шеста статия продължава тази линия на изследване и разглежда следващия естествен въпрос: Могат ли стабилните рекурсивни спектрални режими да пораждат водородоподобни спектрални закони?

Централната хипотеза на настоящата работа е, че спектри от тип $\lambda_n \sim 1/n^2$ могат да възникват не като следствие от предварително въведен кулонов потенциал, а като непредвидено следствие от рекурсивна дифузионна геометрия.

Изследваме рекурсивни конструкции на свързани състояния между съвместими спектрални модове, медиирани чрез скрит медиаторен сектор W и оператори от тип на Грийн и лапласиан.

Основният резултат на статията е: водородоподобни спектрални закони могат да възникват като стабилни рекурсивни структури в дифузионна операторна геометрия.

1 Въведение

Предходните статии от серията „Самосъгласувана спектрална структура на реалността“ въведоха операторна картина на физиката, в която:

- пространството не е фундаментално;
- времето не е фундаментално;
- частиците не са елементарни обекти;
- взаимодействията представляват възникващи структури на съвместимостта;
- а причинността възниква чрез каскадна стабилизация на допустимостта.

В пета статия беше показано, че насочеността на процесите и поведение, подобно на ентропийно, могат да възникват като резултат от рекурсивна стабилизационна подредба.

Следващият естествен въпрос е: Може ли рекурсивната стабилизационна геометрия да поражда структури, аналогични на физиката на свързаните състояния? По-конкретно: Може ли спектралната рекурсия да генерира водородоподобни спектрални закони?

В стандартната квантова механика спектърът на водородния атом възниква чрез уравнението на Шрьодингер с кулонов потенциал.

Настоящата работа изследва различна възможност: дали спектрални йерархии от обратностепенен тип могат да възникват геометрично чрез рекурсивна дифузионна стабилизация.

2 Рекурсивна стабилизация и спектрална комплементарност

Основната конструкция на настоящата работа е:

$$K_{k+1} = \text{Normalize} [G_\alpha \cdot C_{\text{pair}}(\psi_p^k, \psi_e^k, W) \cdot G_\alpha]$$

където:

- ψ_p и ψ_e представляват спектрално съвместими модове;
- C_{pair} е оператор на спектрална съвместимост между двете модови компоненти, като отчита въздействието на скрития медиаторен сектор W ;
- G_α е оператор от тип на Грийн/лапласиан;
- индексът k не представлява време, а дълбочина на рекурсивната стабилизация — ниво на структурна допустимост и сближаване към стабилен режим.

Числените експерименти показаха, че не всички модове могат да образуват устойчиви рекурсивни двойки.

Най-устойчивите режими се наблюдават за комплементарни модови двойки:

$$(1, 9), (2, 8), (3, 7), (4, 6), (5)$$

Особено стабилни се оказаха режимите: двойка (3, 7); двойка (2, 8); двойка (4, 6).

Тези двойки демонстрират:

- най-силна спектрална стабилизация;
- устойчиви рекурсивни attractor режими;
- и възникване на спектри от обратностепенен тип.

Това подсказва съществуването на скрита геометрия на спектралната комплементарност.

3 Скритият медиаторен сектор и ролята на W

В предходните статии беше въведен скрит медиаторен сектор W , който участва в глобалната стабилизация на допустимостта и дисциплинира рекурсивните преходни каскади.

Първоначалните рекурсивни конструкции на двойки, изградени без отчитане на W , показаха почти пълна спектрална инвариантност:

$$\text{score} \approx 0.668$$

за широк набор параметри. Това означаваше, че геометрията на двойката сама по себе си не е достатъчна за премахване на спектралната дегенерация.

Критичният пробив настъпва при отчитане на въздействието на скрития медиаторен сектор W , за който говорихме в предишните статии. Медиаторната компонента участва чрез $C_{\text{pair}}(\psi_p, \psi_e, W)$ и променя картината на рекурсивната допустимост.

Числените резултати показаха:

- премахване на спектралната дегенерация;
- поява на предпочитани канали за стабилизация;
- реструктуриране на допустимата геометрия;
- и формиране на устойчиви водородоподобни режими.

Следователно W не представлява вторична корекция. Той е структурен компонент на рекурсивната стабилизационна геометрия.

4 Дифузионна геометрия и необходимостта от лапласиан

В предходната статия показахме, че рекурсивната стабилизация поражда преходни каскади, релаксационни режими и ефективна насоченост на процесите.

Това естествено поставя следния въпрос: Как математически да бъде описана посоката на промяната на спектралната плътност в подобна стабилизационна геометрия?

Необходим е оператор, който:

- описва локално преразпределение;
- допуска гладък стабилизационен поток;
- моделира вероятно разпространение;
- и притежава естествена геометрична интерпретация.

Най-естественият минимален оператор с подобни свойства е лапласианът. Той играе фундаментална роля в:

- дифузионните процеси;
- вероятностното разпространение;
- геометрията на гладкостта;
- разпространението от тип на Грийн;
- и релаксационната динамика.

Следователно използването на Laplacian/Green структура е естествено следствие от необходимостта да бъде описан потокът на стабилизационната допустимост.

В тази рамка въвеждаме:

$$G_\alpha = (L + \epsilon I)^{-\alpha}$$

където:

- L е графов лапласиан;
- ϵ е стабилизиращ параметър;
- α контролира дълбочината на дифузионното влияние.

Операторът G_α може да бъде интерпретиран като пропагатор или причинител на обратна дифузия в рекурсивната спектрална геометрия.

5 От експоненциални към обратностепенни спектри

Първоначалните рекурсивни режими пораждаха предимно експоненциални или гаусови спектри:

$$\lambda_n \sim e^{-an}$$

Това е естествено, защото Гаусовите ядра типично генерират експоненциално спектрално затихване.

След въвеждането на геометрия на обратна дифузия се наблюдава качествена промяна в спектралната организация. Разпространението чрез обратна дифузия трансформира експоненциалното спектрално затихване в обратностепенни спектрални йерархии.

Това е първата индикация, че кулоноподобни спектрални структури могат да възникват чрез рекурсивна дифузионна стабилизация.

6 Възникване на водородоподобни спектрални закони

Най-силните числени резултати бяха наблюдавани при:

- двойка (3, 7);
- фазово-свързана рекурсия;
- $\gamma_p \approx 8$;
- $\alpha \approx 0.25$;
- $W \approx 0.5 - 2$.

Получените спектри удовлетворяват:

$$\lambda_n \sim \frac{1}{n^p}$$

с $p \approx 2$.

Типични числени резултати са:

$$p = 1.968, 2.006, 2.042, 2.085$$

Особено важно е, че експонентата $p \approx 2$ не е предварително наложена. Тя възниква като непредвидено последствие от рекурсивната дифузионна геометрия.

Това е първата индикация, че inverse-power спектрална подредба може да представлява възникваща стабилизационна структура, а не предварително зададен физически закон.

7 Интерпретация

Операторът $G_\alpha = (L + \epsilon I)^{-\alpha}$ притежава естествена интерпретация като пропагатор или причинител на обратна дифузия.

Това позволява рекурсивната стабилизация да бъде интерпретирана като:

- дифузия на допустимостта;
- рекурсивно разпространение на вероятностната плътност;
- и стабилизационен поток в спектралната геометрия.

Следователно водородоподобните спектри могат да се разглеждат като устойчиви рекурсивни състояния в дифузионна геометрия.

Това представлява фундаментално различна картина от стандартната физика, основана върху частици.

В настоящата рамка:

- свързаните състояния не са частици;
- орбиталните структури не са траектории;
- взаимодействието не е сила.

Вместо това: водородоподобната организация възниква чрез рекурсивна стабилизация на допустимостта.

8 Какво НЕ твърди настоящата работа

Настоящата работа НЕ твърди:

- че моделът вече възпроизвежда квантовата механика;
- че рекурсивните модове представляват реални електрони и протони;
- че е получен физическият водороден атом;
- че уравнението на Шрьодингер е изведено.

Вместо това работата установява:

- възникване на спектрални закони от обратностепенен тип;
- рекурсивна дифузионна стабилизационна геометрия;
- структурна роля на скритите медиаторни сектори;
- и възникване на водородоподобна спектрална организация.

9 Основен концептуален резултат

Основният концептуален резултат на настоящата работа може да бъде формулиран така:

водородоподобните спектрални закони могат да възникват като стабилни рекурсивни структури на допустимостта в дифузионна операторна геометрия.

Следователно: кулоноподобната спектрална подредба може да представлява възникващ стабилизационен феномен, а не фундаментално въведена физическа структура.

10 Заключение

Настоящата работа представя първата рекурсивна спектрална конструкция, при която:

- възникват водородоподобни спектрални закони;
- наблюдават се спектри от обратностепенен тип;

- експонентата $p \approx 2$ възниква непредвидено от самата конструкция;
- скритият медиаторен сектор играе структурна роля;
- а дифузионната геометрия поражда стабилизация, аналогична на свързани състояния.

Това предполага възможността части от атомната спектрална физика да бъдат преинтерпретирани като проявления на рекурсивна геометрия на допустимостта.

В рамките на настоящата програма реалността не се разглежда като динамика на частици в пространство-време, а като самосъгласуван стабилизационен ландшафт от допустими спектрални конфигурации.

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:

- `green_operator_hydrogen_test.py` – Грийн оператор $G_\alpha = (L + \epsilon I)^{-\alpha}$; дифузионна геометрия, обратна дифузия; трансформация от експоненциални към обратностепенни спектри
- `green_operator_hydrogen_test_v2.py` – разширена версия на Green операторната конструкция; по-стабилни рекурсивни режими
- `hydrogen_comparison.py` – сравнение на водородоподобни режими при различни параметри; анализ на експонентата $p \approx 2$

- `hydrogen_test.py` – водородоподобни спектрални закони $\lambda_n \sim 1/n^p$; наблюдавани стойности: $p = 1.968, 2.006, 2.042, 2.085$
- `operator_w_master_collapse_control_test.py` – медиаторен сектор W ; критичен за премахване на спектралната дегенерация; без W : $\text{score} \approx 0.668$; с W : премахване на дегенерацията, поява на водородоподобни режими
- `two_attractor_hydrogen_test.py` – два атрактора, свързани състояния
- `kernel_moment_expansion.py` – моментно разширение на спектралните закони
- `continuum_limit_test.py` – континуален предел на водородоподобните спектри

A.2 Генерирани фигури

Статията се позовава на следните фигури (намиращи се в Zenodo архива под `project_figures/Art.`

От `charge_pair_mediated_W_bound_state.py`:

- `charge_pair_mediated_W_bound_state_Figure_1.png` до `Figure_5.png`

От `green_operator_hydrogen_test_v2.py`:

- `green_operator_hydrogen_test_v2_Figure_1.png` до `Figure_3.png`

От `hydrogen_comparison.py`:

- `hydrogen_comparison_Figure_1.png` до `Figure_5.png`

От `recursive_two_attractor_bound_state.py`:

- `recursive_two_attractor_bound_state_Figure_1.png` до `Figure_5.png`

От `two_attractor_hydrogen_test.py`:

- `two_attractor_hydrogen_test_Figure_1.png` до `Figure_5.png`
- `continuum_raw_*.png` (всички варианти)
- `continuum_sym_*.png` (всички варианти)
- `continuum_residuals.png`
- `continuum_coefficients.png`
- `bulk_kernel_moments_raw_N*.png`
- `bulk_kernel_moments_sym_N*.png`
- `bulk_moment_expansion_error_scaling.png`
- `bulk_moment_reconstruction_error_N*.png`

- bulk_moment_mean_convergence_raw.png
- bulk_moment_mean_convergence_sym.png
- w_master_collapse_raw_W.png, w_master_collapse_raw_W_scrambled.png
- w_master_collapse_sym_W.png, w_master_collapse_sym_W_scrambled.png
- w_response_raw_W.png, w_response_raw_W_scrambled.png
- w_response_sym_W.png, w_response_sym_W_scrambled.png
- w_raw_distribution_overlay_raw_W.png, w_raw_distribution_overlay_raw_W_scrambled.png
- w_raw_distribution_overlay_sym_W.png, w_raw_distribution_overlay_sym_W_scrambled.png

A.3 Свързани JSON данни

За настоящата статия са генерирани следните JSON файлове (намиращи се в Zenodo архива под `project_data/Article_06/`):

- charge_pair_mediated_W_bound_state_results.json
- continuum_limit_results.json
- green_operator_hydrogen_results.json
- green_operator_hydrogen_results_v2.json
- hydrogen_comparison_results.json
- kernel_moment_bulk_expansion_results.json
- kernel_moment_expansion_results.json
- recursive_two_attractor_bound_state_results.json
- two_attractor_hydrogen_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.green_operator_hydrogen_test  
python -m experiments.green_operator_hydrogen_test_v2  
python -m experiments.hydrogen_comparison  
python -m experiments.operator_w_master_collapse_control_test
```

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