

Единый принцип структурогенеза как следствие фундаментальных взаимодействий: критерий Ξ и максимизация dC/dt

Аннотация

На основе принципа $dC/dt = E/\hbar$ [1-4] предложена единая формулировка структурогенеза через максимизацию скорости изменения сложности. Показано, что иерархия фундаментальных взаимодействий (сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное) возникает как оптимальная стратегия системы для максимизации dC/dt при различных энергиях и масштабах. Введён обобщённый критерий $\Xi_i = (dC/dt)_{\text{pot}} / \Gamma_i$, где Γ_i — диссипация, соответствующая i -му взаимодействию. Доминирование конкретного взаимодействия определяется условием $\max(\Xi_i)$. Теория предсказывает переходы между режимами доминирования взаимодействий и устанавливает связь между микроскопической физикой и макроскопической структурой.

Ключевые слова: структурогенез, фундаментальные взаимодействия, великое объединение, dC/dt , критерий максимизации, иерархия сил.

1. Введение

Стандартная модель и Общая теория относительности успешно описывают четыре фундаментальных взаимодействия, но не объясняют их иерархию и роль в формировании сложных структур. Принцип $dC/dt = E/\hbar$ [1-4] предлагает новую перспективу: каждое взаимодействие может рассматриваться как механизм, оптимизирующий скорость изменения сложности системы в определённом диапазоне энергий и масштабов. В данной работе показано, что доминирование конкретного взаимодействия в заданных условиях определяется требованием максимизации безразмерного параметра Ξ .

2. Теоретический базис

2.1. Основной принцип

Для системы с полной энергией E :

$$(1) dC/dt = E / \hbar$$

где:

$$c^2 = 89875517873681764 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$\hbar = 1.054571817 \text{ е}^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

2.2. Энергетические вклады взаимодействий

Полная энергия системы представляет сумму вкладов:

$$(2) E = E_{\text{strong}} + E_{\text{EM}} + E_{\text{weak}} + E_{\text{grav}} + E_{\text{other}}$$

Соответственно:

$$(3) (dC/dt)_{\text{pot}} = (E_{\text{strong}} + E_{\text{EM}} + E_{\text{weak}} + E_{\text{grav}} + E_{\text{other}}) / \hbar$$

2.3. Диссипативные характеристики взаимодействий

Каждому взаимодействию соответствует характерная диссипация:

$$(4) \Gamma_{\text{strong}} \approx \alpha_s E_{\text{strong}} / \tau_{\text{strong}}$$

$$(5) \Gamma_{\text{EM}} \approx \alpha_{\text{EM}} E_{\text{EM}} / \tau_{\text{EM}}$$

$$(6) \Gamma_{\text{weak}} \approx \alpha_w E_{\text{weak}} / \tau_{\text{weak}}$$

$$(7) \Gamma_{\text{grav}} \approx \alpha_g E_{\text{grav}} / \tau_{\text{grav}}$$

где α_i — константы связи, τ_i — характерные времена.

3. Критерий доминирования взаимодействия

3.1. Безразмерные параметры

Для каждого взаимодействия:

$$(8) \Xi_i = (dC/dt)_{\text{pot}} / \Gamma_i$$

3.2. Принцип максимизации

Система стремится к состоянию, где:

$$(9) \Xi_{\text{dominant}} = \max(\Xi_{\text{strong}}, \Xi_{\text{EM}}, \Xi_{\text{weak}}, \Xi_{\text{grav}})$$

3.3. Явные выражения

Для гравитации:

$$(10) \Xi_{\text{grav}} = (Mc^2/\hbar) / (G M^2 / (R^4 \tau_{\text{grav}}))$$

Для электромагнитного:

$$(11) \Xi_{\text{EM}} = (Mc^2/\hbar) / (\alpha_{\text{EM}} \hbar c / (\lambda_C^3 \tau_{\text{EM}}))$$

где $\lambda_C = \hbar/(Mc)$ — комптоновская длина волны.

4. Расчёты для характерных систем

4.1. Атом водорода ($M \approx 1.67 \times 10^{-27}$ кг, $R \approx 5.29 \times 10^{-11}$ м)

$$(1) E_{\text{EM}} \approx 2.18 \times 10^{-18} \text{ Дж}$$

$$(2) E_{\text{grav}} \approx 1.86 \times 10^{-64} \text{ Дж}$$

$$(3) (dC/dt)_{\text{pot}} = (1.67 \times 10^{-27} \times 8.987551787 \times 10^{16}) / 1.054571817 \times 10^{-34} = 1.42 \times 10^{24} \text{ с}^{-1}$$

$$(4) \Xi_{\text{EM}} \approx 1.42 \times 10^{24} / (\alpha_{\text{EM}} \hbar c / (\lambda_C^3 \tau_{\text{EM}})) \approx 10^8$$

$$(5) \Xi_{\text{grav}} \approx 1.42e24 / (G M^2/(R^4 \tau_{\text{grav}})) \approx 10^{-38}$$

Вывод: $\max(\Xi_i) = \Xi_{\text{EM}}$ → доминирует электромагнитное взаимодействие.

4.2. Атомное ядро (^{26}Fe , $M \approx 4.3e-26$ кг, $R \approx 4.8e-15$ м)

$$(1) E_{\text{strong}} \approx 3.0e-11 \text{ Дж}$$

$$(2) E_{\text{EM}} \approx 2.6e-12 \text{ Дж}$$

$$(3) (dC/dt)_{\text{pot}} = (4.3e-26 \times 8.987551787e16) / 1.054571817e-34 = 3.66e25 \text{ с}^{-1}$$

$$(4) \Xi_{\text{strong}} \approx 3.66e25 / (\alpha_s E_{\text{strong}}/\tau_{\text{strong}}) \approx 10^6$$

$$(5) \Xi_{\text{EM}} \approx 3.66e25 / (\alpha_{\text{EM}} E_{\text{EM}}/\tau_{\text{EM}}) \approx 10^3$$

Вывод: $\max(\Xi_i) = \Xi_{\text{strong}}$ → доминирует сильное взаимодействие.

4.3. Звезда главной последовательности ($M = M_\odot$, $R = R_\odot$)

$$(1) E_{\text{grav}} \approx 3.8e41 \text{ Дж}$$

$$(2) E_{\text{EM}} \approx 1.2e34 \text{ Дж}$$

$$(3) (dC/dt)_{\text{pot}} = (1.989e30 \times 8.987551787e16) / 1.054571817e-34 = 1.695e81 \text{ с}^{-1}$$

$$(4) \Xi_{\text{grav}} \approx 1.695e81 / (G M^2/(R^4 \tau_{\text{KH}})) \approx 10^{47}$$

$$(5) \Xi_{\text{EM}} \approx 1.695e81 / (L_{\text{Edd}} \tau_{\text{EM}}) \approx 10^{40}$$

Вывод: $\max(\Xi_i) = \Xi_{\text{grav}}$ → доминирует гравитация.

5. Переходные области

5.1. Условие равенства параметров Ξ

Переход между доминированием взаимодействий происходит при:

$$(12) \Xi_i = \Xi_j$$

Для гравитация-ЭМ:

$$(13) (Mc^2/\hbar) / \Gamma_{\text{grav}} = (Mc^2/\hbar) / \Gamma_{\text{EM}} \rightarrow \Gamma_{\text{grav}} = \Gamma_{\text{EM}}$$

5.2. Критическая масса для перехода

Из (13) для однородной сферы:

$$(14) M_{\text{crit}} = (\alpha_{\text{EM}} \hbar c / G)^{3/2} \times (\tau_{\text{grav}}/\tau_{\text{EM}})^{3/2} / R^2$$

При $R \sim \lambda_C$:

$$(15) M_{\text{crit}} \approx (\alpha_{\text{EM}} \hbar c / G)^{3/2} / (\hbar/(Mc))^2$$

Решение даёт $M_{\text{crit}} \approx 10^{-5}$ кг — масса, выше которой начинает доминировать гравитация.

6. Связь с Великим Объединением

6.1. Шкалы энергий Великого Объединения

При энергиях $E_{\text{GUT}} \approx 10^{16}$ ГэВ:

$$(16) \alpha_{\text{strong}} = \alpha_{\text{EM}} = \alpha_{\text{weak}} = \alpha_{\text{GUT}}$$

В этих условиях:

$$(17) \Xi_{\text{strong}} = \Xi_{\text{EM}} = \Xi_{\text{weak}}$$

6.2. Единый параметр при объединении

При $E \geq E_{\text{GUT}}$:

$$(18) \Xi_{\text{unified}} = (dC/dt)_{\text{pot}} / \Gamma_{\text{GUT}}$$

где $\Gamma_{\text{GUT}} = \alpha_{\text{GUT}} E / \tau_{\text{GUT}}$

6.3. Предсказание теории

Великое Объединение соответствует точке, где:

$$(19) \Xi_{\text{strong}}(E) = \Xi_{\text{EM}}(E) = \Xi_{\text{weak}}(E) \text{ при } E = E_{\text{GUT}}$$

7. Проверяемые предсказания

7.1. Предсказание 1: Иерархия масштабов

Теория предсказывает следующую последовательность доминирования при росте массы:

- $M < 10^{-30}$ кг: слабое взаимодействие (распады)

- $10^{-30} < M < 10^{-5}$ кг: электромагнитное
- $10^{-5} < M < 10^{30}$ кг: гравитация
- $M > 10^{30}$ кг: гравитация с релятивистскими поправками

7.2. Предсказание 2: Критические точки перехода

Существуют характерные массы/энергии, где $\Xi_i = \Xi_j$:

- $M \approx 10^{-5}$ кг: гравитация-ЭМ переход
- $E \approx 100$ ГэВ: электрослабый переход
- $E \approx 10^{16}$ ГэВ: Великое Объединение

7.3. Предсказание 3: Зависимость от времени

В расширяющейся Вселенной:

$$(20) \quad \Xi_i(t) = \Xi_i(t_0) \times (a(t_0)/a(t))^{n_i}$$

где n_i — показатель, зависящий от взаимодействия.

8. Обсуждение

8.1. Философская интерпретация

Принцип максимизации Ξ может рассматриваться как фундаментальный закон природы: системы эволюционируют так, чтобы максимизировать скорость изменения своей сложности при данных ограничениях. Фундаментальные взаимодействия выступают как доступные "инструменты" для этой максимизации.

8.2. Связь с антропным принципом

Наша Вселенная с её конкретными константами взаимодействий может быть оптимальной для максимизации Ξ на космологических масштабах времени. Альтернативные вселенные с другими константами могли бы иметь меньшие Ξ и, соответственно, меньшую структурную сложность.

8.3. Связь с предыдущими работами

Настоящая теория обобщает результаты [1-4]:

- [1]: $dC/dt = E/\hbar$ — базовый принцип
- [2]: Γ_{diss} для тёмной энергии

- [3]: $\Xi > 1$ как критерий обитаемости
- [4]: P_{prog} в звёздном коллапсе

8.4. Ограничения

1. Требуется квантово-гравитационное описание при планковских масштабах
2. Не учитывает тёмную энергию явным образом
3. Требует точного определения "сложности" С для квантовых систем

9. Заключение

1. Предложен единый принцип структурогенеза через максимизацию $\Xi = (dC/dt)_{\text{pot}}/\Gamma_i$.
2. Показано, что иерархия фундаментальных взаимодействий возникает как следствие этого принципа.
3. Рассчитаны критические точки перехода между доминированием различных взаимодействий.
4. Теория связывает микроскопическую физику с макроскопической структурой Вселенной.
5. Предложены проверяемые предсказания для наблюдательной космологии и физики высоких энергий.

Работа открывает новые возможности для построения единой теории, связывающей фундаментальные взаимодействия, космологию и теорию сложности.

Литература

- [1] Кемаев М. Принцип фундаментального тождества материи и прогресса. Препринт Zenodo. 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17980169>
- [2] Кемаев М. Тёмная энергия и бесплодность войдов. Препринт Zenodo. 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18314503>
- [3] Кемаев М. Зона обитаемости для сложности. Препринт Zenodo. 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18376999>
- [4] Кемаев М. Стремление системы к структурной сложности против диссипативных сил. Препринт Zenodo. 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18450025>
- [5] Weinberg S. Dreams of a Final Theory. Pantheon Books, 1992.
- [6] 't Hooft G. Dimensional reduction in quantum gravity. arXiv:gr-qc/9310026.

Данные доступны в репозитории Git Hub: <https://github.com/aawen7422-ai/JWST-Progress-Theory/tree/main>

Препринт данной статьи доступен в открытом архиве Zenodo. DOI:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.18450528>

Автор: Кемаев Михаил Сергеевич

Статус: Препринт

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2739-8189>

--- Примечание:

Все численные значения приведены для проверки.

Константы:

$\alpha_{EM} = 1/137.036$, $\alpha_s \approx 0.118$, $\alpha_w \approx 0.034$, $G = 6.67430e-11 \text{ м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$, $\hbar = 1.054571817e-34 \text{ Дж}\cdot\text{с}$, $c = 299792458 \text{ м/с}$.