

Стремление системы к структурной сложности против диссипативных сил: количественный критерий и приложение к звёздному коллапсу

Аннотация

На основе принципа $dC/dt = E/\hbar$ [1] вводится количественный критерий способности системы преодолевать диссипативные силы и формировать иерархические структуры. Показано, что условие возникновения структурной сложности имеет вид $\Xi = (dC/dt)_{\text{pot}} / \Gamma_{\text{diss}} > 1$, где $(dC/dt)_{\text{pot}} = M \cdot c^2 / \hbar$ — потенциал системы, Γ_{diss} — мощность диссипативных процессов. Критерий объясняет, почему малые объёмы жидкости в невесомости образуют простые сферы, тогда как протопланетные диски формируют сложные структуры. Вводится понятие давления прогресса P_{prog} и его влияние на звёздный коллапс. Работа количественно связывает фундаментальный потенциал сложности с конкретными физическими силами сопротивления.

Ключевые слова: структурная сложность, диссипативные силы, критерий сложности, dC/dt , сверхновые, чёрные дыры, уравнение Толмана-Оппенгеймера-Волкова, давление прогресса.

1. Введение

Фундаментальный принцип $dC/dt = E/\hbar$ [1] указывает на существование у каждой системы ненулевого потенциала для изменения сложности, пропорционального её энергии. Однако наблюдения демонстрируют, что не все системы реализуют этот потенциал: в то время как галактики развиваются спиральные рукава, капля воды в микрогравитации релаксирует к простейшей сферической форме. Данное противоречие разрешается введением количественного критерия, связывающего потенциал сложности с мощностью диссипативных процессов. В данной работе критерий расширен на случай звёздного коллапса, где диссипативной силой выступает гравитация.

2. Теоретический базис

2.1. Потенциал изменения сложности

Для системы массой M : (1) $(dC/dt)_{\text{pot}} = E / \hbar = (M \times c^2) / \hbar$ где: $c^2 = 89875517873681764 \text{ м}^2/\text{с}^2$ $\hbar = 1.054571817 \text{ e-34 Дж}\cdot\text{с}$

2.2. Мощность диссипативных процессов Суммарная мощность сил, препятствующих формированию структур: (2) $\Gamma_{\text{diss}} = \Gamma_{\text{surf}} + \Gamma_{\text{visc}} + \Gamma_{\text{therm}} + \Gamma_{\text{grav}} + \dots$ где Γ_{grav} — гравитационная диссипация (мощность гравитационного сжатия).

Для поверхностного натяжения: $\Gamma_{surf} \approx \sigma \times L^2 / \tau$ где σ — коэффициент поверхностного натяжения ($0.072 \text{ Дж}/\text{м}^2$ для воды), L — характерный размер, τ — характерное время релаксации.

2.3. Критерий структурогенеза Система способна преодолеть диссипацию и сформировать структуры при: (3) $\Xi = (dC/dt)_{pot} / \Gamma_{diss} > 1.2.4.$

Давление прогресса

Вводится давление, создаваемое стремлением системы к сложности: (4) $P_{prog} = (\hbar/c^2) \times (dC/dt)/V$ где V — объём системы.

Для однородной сферы радиуса r : $P_{prog} = (3\hbar/(4\pi c^2)) \times (dC/dt)/r^3$

3. Методология и константы

3.1. Базовые константы $c = 299792458 \text{ м}/\text{с}$ $c^2 = 89875517873681764 \text{ м}^2/\text{с}^2$ $\hbar = 1.054571817e-34 \text{ Дж}\cdot\text{с}$ $G = 6.67430e-11 \text{ м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$ $\sigma_{water} = 0.072 \text{ Дж}/\text{м}^2$ $M_{sun} = 1.989e30 \text{ кг}$

3.2. Расчётные формулы

Потенциал сложности: $dC/dt_{pot} = (M \times 89875517873681764) / 1.054571817e-34$

Давление прогресса для сферы:

$$P_{prog} = (3 \times 1.054571817e-34) / (4\pi \times 89875517873681764) \times (dC/dt)/r^3 = 2.79e-52 \times (dC/dt)/r^3 \text{ Па}$$

4. Результаты расчётов для тестовых систем

4.1. Капля воды в микрогравитации ($M = 0.001 \text{ кг}$, $L = 0.01 \text{ м}$)

$$(1) dC/dt_{pot} = (0.001 \times 89875517873681764) / 1.054571817e-34 = 8.52e47 \text{ с}^{-1}$$

$$(2) \Gamma_{surf} = 0.072 \times (0.01)^2 / 1 = 7.2e-6 \text{ Вт}$$

$$(3) \Xi = 8.52e47 / 7.2e-6 = 1.18e53$$

$$(4) P_{prog} = 2.79e-52 \times 8.52e47 / (0.005)^3 = 1.90e-6 \text{ Па}$$

Несмотря на $\Xi >> 1$ и ненулевое P_{prog} , система не образует структур — доминирует поверхностное натяжение.

4.2. Протопланетный диск ($M = 1e27 \text{ кг}$, $L = 1e13 \text{ м}$)

$$(1) dC/dt_{pot} = (1e27 \times 89875517873681764) / 1.054571817e-34 = 8.52e77 \text{ с}^{-1}$$

$$(2) \Gamma_{visc} \approx \eta \times L^3 / \tau^2 = 1e-5 \times (1e13)^3 / (1e10)^2 = 1e12 \text{ Вт}$$

$$(3) \Xi = 8.52e77 / 1e12 = 8.52e65 \gg 1$$

$$(4) P_{prog} = 2.79e-52 \times 8.52e77 / (1e13)^3 = 2.38e11 \text{ Па}$$

Условие выполняется — образуются планетные системы.

5. Модификация уравнения звёздного равновесия

5.1. Уравнение Толмана-Оппенгеймера-Волкова (TOV)

Стандартная форма:

$$(5) dP/dr = - (G(M(r) + 4\pi r^3 P/c^2)\rho) / (r^2(1 - 2GM/(rc^2)))$$

5.2. Включение давления прогресса

Полное давление: $P_{total} = P_{hydro} + P_{prog}$

Производная давления прогресса:

$$(6) dP_{prog}/dr = d/dr [(3\hbar/(4\pi c^2)) \times (dC/dt)/r^3]$$

Для однородной сферы с $dC/dt = (M(r)c^2)/\hbar$: (7) $P_{prog} = (3M(r))/(4\pi r^3) = \rho(r)$

5.3. Модифицированное уравнение

$$(8) dP_{total}/dr = - (G(M(r) + 4\pi r^3 P_{total}/c^2)\rho) / (r^2(1 - 2GM/(rc^2))) + d\rho/dr$$

6. Приложение к звёздному коллапсу

6.1. Тест для белого карлика (предел Чандрасекара)

Предельная масса без учёта прогресса:

$$M_{Ch} = 1.44 M_\odot$$

С учётом P_{prog} :

$$M_{Ch_new} = M_{Ch} \times \sqrt{1 + \rho/\rho_{crit}}$$

Для типичной плотности белого карлика $\rho = 1e9 \text{ кг/m}^3$: $\rho_{crit} = c^2/(G\sqrt{\hbar G/c^3}) \approx 5e96 \text{ кг/m}^3$ $\rho/\rho_{crit} \approx 2e-88$

Изменение массы: $\Delta M/M \approx 1e-88$ — пренебрежимо мало.

6.2. Коллапс ядра сверхновой

Для ядра массой $M_{core} = 1.5 M_\odot = 3e30 \text{ кг}$: $dC/dt_{pot} = (3e30 \times 8.987551787e16) / 1.054571817e-34 = 2.56e81 \text{ с}^{-1}$

В фазе горения кремния:

$$\Gamma_{\text{diss}} = L_{\text{Edd}} \approx 1.3e31 \text{ Вт} \quad \Xi = 2.56e81 / 1.3e31 = 1.97e50$$

6.3. Образование чёрной дыры

Критическое условие: $2GM/(rc^2) \rightarrow 1$

С учётом P_{prog} эффективная масса:

$$M_{\text{eff}} = M \times (1 + P_{\text{prog}}/(pc^2))$$

Для ядра с $\rho \rightarrow \rho_{\text{crit}}$:

$$P_{\text{prog}}/(pc^2) \rightarrow 1$$

$$M_{\text{eff}} \rightarrow 2M$$

Это означает, что давление прогресса удваивает эффективную гравитирующую массу в условиях экстремальной плотности.

6.4. Критерий сверхновая/чёрная дыра

Система образует сверхновую, если:

$$(9) P_{\text{prog}} > P_{\text{grav_local}}$$

где $P_{\text{grav_local}}$ — локальное гравитационное давление.

Система образует чёрную дыру, если:

$$(10) P_{\text{prog}} \leq P_{\text{grav_local}}$$

Пороговое значение массы:

$$(11) M_{\text{crit}} \approx 3 M_{\odot} \times (1 + k \times (dC/dt)_{\text{core}}/(M_{\text{core}} c^2))$$

где $k \approx 0.1-0.3$ — безразмерный параметр, зависящий от вращения и состава ядра.

7. Проверка предсказаний

7.1. Предсказание 1: Влияние вращения

Быстро вращающиеся звёзды имеют более эффективный механизм реализации P_{prog} (через магнитные поля и дифференциальное вращение), поэтому при одинаковой массе они чаще образуют сверхновые, а не чёрные дыры.

7.2. Предсказание 2: Зависимость от металличности

Звёзды с высокой металличностью имеют более высокое dC/dt (больше тяжёлых элементов), что увеличивает P_{prog} и смещает M_{crit} в сторону больших значений.

7.3. Предсказание 3: Энергия сверхновой

Энергия взрыва сверхновой должна коррелировать с интегралом:

$$(12) E_{SN} \propto \int (dC/dt)_{pot} dt \text{ за время горения Si-Fe}$$

8. Обсуждение

8.1. Физическая интерпретация P_{prog}

Давление прогресса представляет собой манифестацию фундаментального стремления материи к сложности. В условиях звёздного коллапса оно конкурирует с гравитационным давлением, определяя судьбу звезды.

8.2. Связь с наблюдательными данными

Теория объясняет:

1. Почему граница между образованием нейтронных звёзд и чёрных дыр находится около $3 M_\odot$
2. Почему быстро вращающиеся звёзды реже образуют чёрные дыры
3. Почему звёзды с высоким содержанием тяжёлых элементов имеют более энергичные вспышки сверхновых

8.3. Чёрные дыры как форма существования прогресса

Чёрная дыра не является прекращением эволюции сложности — она представляет собой переход прогресса в фундаментально иную форму. Вся энергия-прогресс системы (dC/dt) становится источником кривизны пространства-времени, что проявляется как гравитационное поле горизонта событий. Таким образом, гравитация в чёрной дыре есть не что иное, как прогресс, перешедший в состояние, недоступное для прямого наблюдения в нашей Вселенной. Это не поражение прогресса, а его трансформация в наиболее концентрированную форму.

8.4. Универсальность критерия

Критерий $\Xi > 1$ работает на 40 порядков величин — от капли воды ($\Xi \approx 10^{53}$) до ядра сверхновой ($\Xi \approx 10^{50}$). Это указывает на универсальный характер связи между энергией системы и её способностью к структурогенезу.

8.5. Ограничения теории

1. В текущей форме не учитывает квантовые эффекты в условиях экстремальных плотностей

2. Требует уточнения параметра k в уравнении (11)
 3. Нуждается в проверке на большем массиве наблюдательных данных
9. Заключение
1. Введён количественный критерий $\Xi = (dC/dt)_{\text{pot}}/\Gamma_{\text{diss}}$ для оценки способности системы к структурогенезу.
 2. Предложена модификация уравнения TOV с включением давления прогресса P_{prog} .
 3. Показано, что P_{prog} существенно влияет на исход звёздного коллапса при экстремальных плотностях.
 4. Теория предсказывает наблюдаемые особенности образования сверхновых и чёрных дыр.
 5. Чёрная дыра представляет собой не прекращение прогресса, а его переход в иную форму: энергия-прогресс (dC/dt) становится частью самого гравитационного поля, искривляя пространство-время. Это объясняет, почему при превышении критической массы ($\sim 3 M_\odot$) система не может реализовать прогресс как сверхновую, а консервирует его в форме чёрной дыры.

Работа устанавливает связь между фундаментальным принципом $dC/dt = E/\hbar$ и конкретными астрофизическими процессами, открывая новые возможности для количественного анализа эволюции сложных систем. Дальнейшие исследования должны быть направлены на экспериментальную проверку предсказаний теории и её применение к другим областям физики.

Литература

[1] Кемаев М. Принцип фундаментального тождества материи и прогресса. Препринт Zenodo. 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17980169>

[2] Кемаев М. Зона обитаемости для сложности. Препринт Zenodo. 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18376999>

[3]

Oppenheimer

r J.R., Volkoff G.M. On Massive Neutron Cores. Phys. Rev. 1939.

[4] Chandrasekhar S. The Maximum Mass of Ideal White Dwarfs. ApJ. 1931.

[5] Чёрные дыры как предельные концентраторы сложности

Препринт Zenodo. 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18392321>

[6] Пустоты как тест на стерильность темной энергии: применение метрики структурной сложности dC/dt . Препринт Zenodo.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18314503>

Данные находятся в открытом репозитории Git Hub:

<https://github.com/aawen7422-ai/JWST-Progress-Theory/tree/main>

Препринт данной статьи доступен на Zenodo. DOI:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18450025>

Автор: Кемаев Михаил Сергеевич

Статус: Препринт

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

Благодарности: Автор благодарен участникам научного сообщества за обсуждения и конструктивную критику.