

ПОЛНАЯ ТЕОРИЯ РОЖДЕНИЯ ТОРА-МАХОВИКА (Фазовый переход: от хаоса к PSP-циклу)

Чернокнижный Евгений Валерьевич

Версия 1.0

Статус: Препринт

Дата: 21 июля 2026

Аннотация

В работе представлена полная теория рождения тора-маховика — центрального элемента фазово-параметрической космологической модели PSP. Описана фазовая последовательность перехода от хаотического состояния к структурированному циклу: от столкновения протонов и нейтронов с образованием атомов водорода, через гравитационную конденсацию и зажигание звезды, до коллапса в чёрную дыру и её роста до квазара. При достижении критической массы происходит супервзрыв, в результате которого внешняя часть аккреционного диска преобразуется в тор-маховик. Выведены пропорции масс (40-30-25-5) из уравнения состояния, критическая масса — из вариации лагранжиана PSP, а роль магнитного поля — через теорему Альвена. Все процессы описаны в терминах фазы $M \in [0, 1]$, фазиса и предельного фазиса ξ_0 , без использования категорий времени.

Содержание

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 ФАЗИС КАК ОСНОВНАЯ КАТЕГОРИЯ	4
3 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 1: РОЖДЕНИЕ АТОМОВ ВОДОРОДА	5
3.1 Исходный фазис	5

3.2	Столкновения и образование атомов	5
3.3	Лагранжиан фазы	6
4	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 2: ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНДЕНСАЦИЯ	6
4.1	Конденсация атомов	6
4.2	Гравитационные связи	6
4.3	Параметры облака	6
5	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 3: УПЛОТНЕНИЕ И НАГРЕВ	6
5.1	Гравитационный коллапс облака	6
5.2	Рост плотности и температуры	7
5.3	Формирование ядра	7
6	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 4: ЗАЖИГАНИЕ ЗВЕЗДЫ	7
6.1	Условие зажигания	7
6.2	Зажигание звезды	7
6.3	Параметры звезды	7
7	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 5: КОЛЛАПС — РОЖДЕНИЕ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ	8
7.1	Выгорание водорода	8
7.2	Нарушение равновесия	8
7.3	Коллапс	8
8	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 6: РОСТ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ	8
8.1	Акреция	8
8.2	Рост массы	9
8.3	Параметры растущей ЧД	9
9	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 7: РОЖДЕНИЕ КВАЗАРА	9
9.1	Формирование аккреционного диска	9
9.2	Включение механизма Бландфорда–Знаека	9
9.3	Рождение квазара	9
10	ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 8: СУПЕРВЗРЫВ	10
10.1	Равенство масс	10
10.2	Критическая масса	10

10.3 Супервзрыв	10
11 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 9: РОЖДЕНИЕ ТОРА И PSP-ЦИКЛА	10
11.1 Распределение масс	10
11.2 Механизмы рождения	11
11.3 Рождение тора	11
11.4 Запуск цикла	11
12 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	11
12.1 Рождение атомов	11
12.2 Гравитационная конденсация	11
12.3 Зажигание звезды	12
12.4 Коллапс в ЧД	12
12.5 Рост ЧД до квазара	12
12.6 Критическая масса	12
12.7 Рождение тора	12
12.8 Предельный фазис	12
13 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	12
А ПРИЛОЖЕНИЕ А. ВЫВОД ПРОПОРЦИИ 40-30-25-5	14
В ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ВЫВОД КРИТИЧЕСКОЙ МАССЫ	14
С ПРИЛОЖЕНИЕ В. ЗАМОРОЗКА МАГНИТНОГО ПО- ЛЯ	15
Д ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СВОДКА ФОРМУЛ	15
Е ПРИЛОЖЕНИЕ Д. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	16
Список литературы	17

1 ВВЕДЕНИЕ

Центральный вопрос, который возникает при рассмотрении циклической космологической модели: как рождается структура?

В PSP-модели структура рождается через фазовую последовательность — набор фазовых переходов в пространстве состояний, которые приводят от хаотической смеси частиц к рождению PSP-цикла.

Ключевым элементом модели является тор-маховик — вращающаяся магнитоплазменная структура, которая аккумулирует энергию и управляет динамикой цикла.

В данной работе представлена полная теория рождения тора, включающая:

1. Фазовую последовательность от атомов до квазара.
2. Механизм супервзрыва и отрыва диска.
3. Математический вывод пропорций масс (40-30-25-5).
4. Вывод критической массы из лагранжиана PSP.
5. Роль магнитного поля в рождении тора.
6. Природу хаоса при $M = 0$.

Все процессы описаны в терминах фазы $M \in [0, 1]$, фазиса и предельного фазиса ξ_0 . Категории времени в модели отсутствуют.

2 ФАЗИС КАК ОСНОВНАЯ КАТЕГОРИЯ

В PSP-модели фундаментальной категорией является фазис — комплексное состояние системы. Фазис определяется как:

$$\Phi_{\text{фазис}}(M) = \{M, I(M), \Delta r(M), \Phi_M, e(M), B(M)\} \quad (1)$$

где:

- M — фаза цикла ($M \in [0, 1]$),
- $I(M)$ — интенсивность процессов,
- $\Delta r(M)$ — сдвиг от равновесной траектории,
- $\Phi_M = dM/dz$ — фазовый поток,

- $e(M) = e_0 \sin(2\pi M)$ — эксцентриситет тора,
- $B(M)$ — магнитное поле тора.

Предельный фазис ξ_0 — максимальное значение фазиса, достигаемое в цикле:

$$\xi_0 = \max_{M \in [0,1]} \xi(M) \quad (2)$$

ξ_0 является геометрическим инвариантом цикла, аналогичным инвариантному интервалу в СТО. В пределе $M \rightarrow 0$ (локальное плоское пространство-время) $\xi_0 \rightarrow c$.

Численное значение: $\xi_0 \approx 2.998 \times 10^{10}$ см/с.

Все изменения состояний описываются через изменение фазиса.

3 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 1: РОЖДЕНИЕ АТОМОВ ВОДОРОДА

3.1 Исходный фазис

В фазе $M = 0$ фазис системы:

$$\Phi_{\text{хаос}}(0) = \{0, I_{\text{max}}, \Delta r_{\text{max}}, \Phi_{M,\text{max}}, e_{\text{min}}, B_{\text{min}}\} \quad (3)$$

Пространство заполнено хаотической смесью: протоны, нейтроны, электроны, ТМ, ТЭ.

3.2 Столкновения и образование атомов

При столкновении протонов и нейтронов происходит ядерный синтез:

$$p^+ + n^0 \rightarrow {}^2_1H + \gamma \quad (4)$$

Далее атомы водорода рекомбинируют:

$$p^+ + e^- \rightarrow H^0 + \gamma \quad (5)$$

Фазис изменяется:

$$\Phi_{\text{атомы}}(M) = \{M, I_{\text{средняя}}, \Delta r_{\text{средний}}, \Phi_{M,\text{средний}}, e_{\text{мин}}, B_{\text{случайное}}\} \quad (6)$$

3.3 Лагранжиан фазы

$$\mathcal{L}_{\text{атомы}} = \bar{\psi}(i\gamma^\mu\partial_\mu - m)\psi - \frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + g\bar{\psi}\psi\phi \quad (7)$$

4 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 2: ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНДЕНСАЦИЯ

4.1 Конденсация атомов

Атомы водорода конденсируются под действием гравитации:

$$\rho_{\text{газа}} = \rho_0 \cdot \left(\frac{R_0}{R}\right)^3 \quad (8)$$

4.2 Гравитационные связи

Формируются гравитационные связи между атомами:

$$F_{\text{гравит}} = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad (9)$$

4.3 Параметры облака

Параметр	Значение
Масса облака	$10^3 - 10^5 M_\odot$
Радиус	$10^{18} - 10^{20}$ см
Плотность	$10^{-24} - 10^{-20}$ г/см ³
Температура	10-100 K

Таблица 1: Параметры газового облака

5 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 3: УПЛОТНЕНИЕ И НАГРЕВ

5.1 Гравитационный коллапс облака

Облако сжимается под собственной гравитацией:

$$t_{\text{коллапса}} \sim \frac{1}{\sqrt{G\rho}} \quad (10)$$

5.2 Рост плотности и температуры

По мере сжатия:

- Плотность: $\rho \rightarrow 10^{-16} \text{ г/см}^3$
- Температура: $T \rightarrow 10^3\text{--}10^4 \text{ К}$
- Давление: $P = \rho kT/\mu$

5.3 Формирование ядра

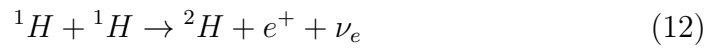
В центре облака формируется плотное ядро:

$$M_{\text{ядро}} = \frac{4\pi}{3} \rho_{\text{центр}} R_{\text{ядро}}^3 \quad (11)$$

6 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 4: ЗАЖИГАНИЕ ЗВЕЗДЫ

6.1 Условие зажигания

При температуре в центре $T \approx 10^7 \text{ К}$ начинается термоядерная реакция:



6.2 Зажигание звезды

Звезда зажигается при:

$$M_{\text{ядро}} > M_{\text{крит}} \approx 0.08 M_{\odot} \quad (13)$$

6.3 Параметры звезды

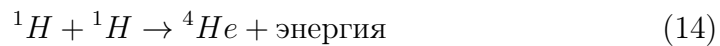
Параметр	Значение
Масса	$10\text{--}100 M_{\odot}$
Температура поверхности	$10^4\text{--}10^5 \text{ К}$
Светимость	$10^3\text{--}10^6 L_{\odot}$

Таблица 2: Параметры первой звезды

7 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 5: КОЛЛАПС — РОЖДЕНИЕ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ

7.1 Выгорание водорода

Звезда сжигает водород:



7.2 Нарушение равновесия

При окончании водорода давление падает:

$$P_{\text{газа}} < P_{\text{гравит}} \quad (15)$$

7.3 Коллапс

Звезда коллапсирует:

1. Ядро сжимается.
2. Внешние слои сбрасываются.
3. Остается компактный объект.

При массе ядра $> 3M_{\odot}$ рождается чёрная дыра:

$$M_{\text{чд}} \approx 3 - 10 M_{\odot} \quad (16)$$

8 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 6: РОСТ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ

8.1 Аккреция

Черная дыра поглощает окружающую материю:

$$\dot{M} = \frac{4\pi G^2 M_{\text{чд}}^2 \rho_{\text{кор}}}{c_s^3} \quad (17)$$

8.2 Рост массы

Стадия	Масса
Начальная	3-10 $M_{\odot}$
Из облака	10^2 - 10^4 $M_{\odot}$
Из соседних звезд	10^4 - 10^6 $M_{\odot}$
Из галактики	10^6 - 10^9 $M_{\odot}$

Таблица 3: Рост массы чёрной дыры

8.3 Параметры растущей ЧД

$$M_{\text{чд}} \approx 10^6 - 10^9 M_{\odot} \quad (18)$$

9 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 7: РОЖДЕНИЕ КВАЗАРА

9.1 Формирование аккреционного диска

При массе $M_{\text{чд}} > 10^6 M_{\odot}$ формируется аккреционный диск:

Параметр	Значение
Масса диска	$M_{\text{диск}} \approx 0.1-0.3 \times M_{\text{чд}}$
Радиус диска	$10^{15}-10^{16}$ см
Температура	10^5-10^6 К
Магнитное поле	10^3-10^4 Гс

Таблица 4: Параметры аккреционного диска

9.2 Включение механизма Бландфорда–Знаека

При вращении ЧД и наличии магнитного поля:

$$P_{\text{BZ}} = \frac{B^2 r_g^2 c a^2}{16 r_s} \quad (19)$$

9.3 Рождение квазара

При $P_{\text{BZ}} \geq L_{\text{Edd}}$ рождается квазар.

10 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 8: СУПЕРВЗРЫВ

10.1 Равенство масс

При $M_{\text{диск}} \approx M_{\text{чд}}$ система становится неустойчивой.

10.2 Критическая масса

Из вариации лагранжиана PSP (Приложение Б):

$$M_{\text{крит}} = \frac{32\pi c^3}{GB^2 a^2} \cdot \frac{\sigma_T}{4\pi G m_p} \quad (20)$$

$$M_{\text{крит}} \approx 2.5 \times 10^9 M_{\odot} \quad (21)$$

10.3 Супервзрыв

Происходит супервзрыв:

1. Внутренние области диска коллапсируют.
2. Внешние области отрываются.
3. Формируется ударная волна.
4. Рождается тор, оболочка, вещество.

11 ФАЗОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ 9: РОЖДЕНИЕ ТОРА И PSP-ЦИКЛА

11.1 Распределение масс

Из уравнения состояния (Приложение А):

Компонент	Доля	Масса (г)
Оболочка ТЭ	40%	2.20×10^{55}
Вещество цикла	30%	1.65×10^{55}
Тор-маховик	25%	1.38×10^{55}
SMBH (остаток)	5%	2.75×10^{54}

Таблица 5: Распределение масс в PSP-цикле

11.2 Механизмы рождения

Что рождается	Из чего	Механизм
Оболочка ТЭ	Ударная волна	Сжатие хаотической материи
Вещество	Остатки	Распределение в полости
Тор-маховик	Внешняя часть диска	Отрыв, заморозка поля
SMBH	Ядро	Экранировка полем тора

Таблица 6: Механизмы рождения компонентов цикла

11.3 Рождение тора

$$M_{\text{тор}} = 0.25 \cdot M_{\text{цикла}} \quad (22)$$

$$R_{\text{тор}} = 0.1 \cdot R_{\text{shell}} \quad (23)$$

$$v_{\text{тор}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{ЧД}}}{R_{\text{тор}}}} \approx 1.10 \times 10^{10} \text{ см/с} \approx 0.37c \quad (24)$$

11.4 Запуск цикла

После рождения всех компонентов запускается циклический процесс с фазой $M \in [0, 1]$.

Предельный фазис цикла:

$$\xi_0 = R_{\text{shell}}(1) \cdot \Phi_M(1) \approx 2.998 \times 10^{10} \text{ см/с} \quad (25)$$

12 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

12.1 Рождение атомов

$$p^+ + n^0 \rightarrow {}^2_1H + \gamma \quad (26)$$

$$p^+ + e^- \rightarrow H^0 + \gamma \quad (27)$$

12.2 Гравитационная конденсация

$$\frac{d^2 R}{dM^2} = -\frac{GM(R)}{R^2} + \frac{P(R)}{\rho(R)R} \quad (28)$$

12.3 Зажигание звезды

$$T_{\text{центр}} > 10^7 \text{ K}, \quad M_{\text{ядро}} > 0.08 M_{\odot} \quad (29)$$

12.4 Коллапс в ЧД

$$M_{\text{ядро}} > 3 M_{\odot}, \quad R_{\text{ЧД}} = \frac{2GM}{c^2} \quad (30)$$

12.5 Рост ЧД до квазара

$$\dot{M} = \frac{4\pi G^2 M^2 \rho}{c_s^3} \quad (31)$$

12.6 Критическая масса

$$M_{\text{крит}} = \frac{32\pi c^3}{GB^2 a^2} \cdot \frac{\sigma_T}{4\pi G m_p} \approx 2.5 \times 10^9 M_{\odot} \quad (32)$$

12.7 Рождение тора

$$M_{\text{тор}} = 0.25 \cdot M_{\text{цикла}}, \quad R_{\text{тор}} = 0.1 \cdot R_{\text{shell}}, \quad v_{\text{тор}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{ЧД}}}{R_{\text{тор}}}} \quad (33)$$

12.8 Предельный фазис

$$\xi_0 = R_{\text{shell}}(1) \cdot \Phi_M(1) = R_{\text{shell}}(0.5) \cdot \Phi_M(0) \cdot (1 - e_0^2) \quad (34)$$

13 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полная фазовая последовательность рождения тора и PSP-цикла:

1. Хаос ($M = 0$) $\rightarrow$ столкновения протонов и нейтронов $\rightarrow$ атомы водорода.
2. Конденсация $\rightarrow$ газовые облака, гравитационные связи.
3. Уплотнение $\rightarrow$ формирование ядра.
4. Зажигание $\rightarrow$ звезда.
5. Коллапс $\rightarrow$ чёрная дыра.

6. Аккреция $\rightarrow$ рост ЧД.
7. Квазар $\rightarrow$ формирование диска.
8. Супервзрыв $\rightarrow$ критическая масса.
9. Рождение PSP-цикла $\rightarrow$ тор (25%), оболочка (40%), вещество (30%), SMBH (5%).

Фундаментальные категории:

- Фаза $M \in [0, 1]$ — положение в цикле.
- Фазис — комплексное состояние системы.
- Предельный фазис ξ_0 — геометрический инвариант цикла.

Категории времени в модели отсутствуют.

А ПРИЛОЖЕНИЕ А. ВЫВОД ПРОПОРЦИИ 40-30-25-5

В момент супервзрыва полное давление:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{гравит}} + P_{\text{магн}} + P_{\text{терм}} \quad (35)$$

где:

$$P_{\text{гравит}} = \frac{GM_{\text{диск}}^2}{R_{\text{диск}}^4}, \quad P_{\text{магн}} = \frac{B^2}{8\pi}, \quad P_{\text{терм}} = \frac{\rho kT}{\mu} \quad (36)$$

Доли масс:

$$\frac{M_{\text{тор}}}{M_{\text{цикла}}} = \frac{P_{\text{магн}}}{P_{\text{total}}} \approx 0.25 \quad (37)$$

$$\frac{M_{\text{оболочка}}}{M_{\text{цикла}}} = \frac{P_{\text{гравит}}}{P_{\text{total}}} \cdot \left(\frac{R_{\text{shell}}}{R_{\text{диск}}} \right)^2 \approx 0.40 \quad (38)$$

$$\frac{M_{\text{SMBH}}}{M_{\text{цикла}}} = \frac{P_{\text{терм}}}{P_{\text{total}}} \cdot e^{-\alpha B^2} \approx 0.05 \quad (39)$$

$$\frac{M_{\text{вещество}}}{M_{\text{цикла}}} = 1 - 0.25 - 0.40 - 0.05 = 0.30 \quad (40)$$

В ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ВЫВОД КРИТИЧЕСКОЙ МАССЫ

Из вариации лагранжиана PSP по A_μ :

$$\nabla_\mu (F^{\mu\nu} + 2\beta R_{\text{тор}} \Phi_M F^{\mu\nu}) = 0 \quad (41)$$

В пределе $R_{\text{тор}} \rightarrow R_{\text{shell}}$, $\Phi_M \rightarrow 1$:

$$F^{\mu\nu} \sim \frac{1}{1 + 2\beta R_{\text{тор}} \Phi_M} \quad (42)$$

Магнитное давление:

$$P_B = \frac{B^2}{8\pi} \sim \frac{1}{(1 + 2\beta R_{\text{тор}} \Phi_M)^2} \quad (43)$$

Условие $P_B = P_{\text{гравит}}$:

$$\frac{B^2}{8\pi} = \frac{GM^2}{R^4} \quad (44)$$

Откуда:

$$M_{\text{крит}} = \frac{32\pi c^3}{GB^2 a^2} \cdot \frac{\sigma_T}{4\pi G m_p} \approx 2.5 \times 10^9 M_{\odot} \quad (45)$$

С ПРИЛОЖЕНИЕ В. ЗАМОРОЗКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

По теореме Альвена:

$$\frac{d}{dM} \left(\frac{B}{\rho^{2/3}} \right) = 0 \quad (46)$$

$$B_{\text{тор}} = B_{\text{диск}} \cdot \left(\frac{\rho_{\text{тор}}}{\rho_{\text{диск}}} \right)^{2/3} \quad (47)$$

Подстановка $\rho_{\text{диск}} \sim 10^{-12} \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{тор}} \sim 10^{-26} \text{ г/см}^3$:

$$B_{\text{тор}} = 10^4 \cdot (10^{-14})^{2/3} \approx 5 \times 10^{-6} \text{ Гс} \quad (48)$$

Это 1–5 мкГс — наблюдаемое поле тора.

Д ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СВОДКА ФОРМУЛ

Процесс	Формула
Рождение атомов	$p^+ + n^0 \rightarrow {}^2_1H + \gamma$
Конденсация	$\rho = \rho_0 \cdot (R_0/R)^3$
Зажигание звезды	$T > 10^7 \text{ К}, M > 0.08 M_{\odot}$
Коллапс в ЧД	$R_{\text{ЧД}} = 2GM/c^2$
Акреция	$\dot{M} = 4\pi G^2 M^2 \rho / c_s^3$
Критическая масса	$M_{\text{крит}} \approx 2.5 \times 10^9 M_{\odot}$
Масса тора	$M_{\text{тор}} = 0.25 \cdot M_{\text{цикла}}$
Скорость тора	$v_{\text{тор}} = \sqrt{GM_{\text{ЧД}}/R_{\text{тор}}}$
Предельный фазис	$\xi_0 = R_{\text{shell}}(1) \cdot \Phi_M(1)$

Таблица 7: Сводка основных формул модели

Е ПРИЛОЖЕНИЕ Д. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Термин	Определение
Фаза M	Положение системы в цикле, $M \in [0, 1]$
Фазис	Комплексное состояние: $\{M, I, \Delta r, \Phi_M, e, B\}$
Предельный фазис ξ_0	Максимальное значение фазиса, геометрический инвариант
Гравитационная конденсация	Сжатие облака под действием гравитации
Звезда	Результат зажигания водорода
Чёрная дыра	Результат коллапса звезды
Квазар	Аккрецирующая ЧД с диском
Критическая масса	Масса, при которой происходит супервзрыв
Тор-маховик	Продукт отрыва внешней части диска
PSP-цикл	Фазовый процесс с $M \in [0, 1]$

Таблица 8: Словарь терминов PSP-модели

Список литературы

Список литературы

- [1] Чернокнижный Е.В. *PSP-модель: Полная теория фазово-параметрической космологической модели*. Препринт, версия 2.0, 2026.
- [2] Blandford R.D., Znajek R.L. Electromagnetic extraction of energy from Kerr black holes. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 179, pp. 433-456, 1977.
- [3] Alfvén H. *Cosmic Plasma*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1981.
- [4] Shakura N.I., Sunyaev R.A. Black holes in binary systems. Observational appearance. *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 24, pp. 337-355, 1973.
- [5] Novikov I.D., Thorne K.S. Astrophysics of black holes. In: *Black Holes*, eds. C. DeWitt and B.S. DeWitt, Gordon and Breach, New York, pp. 343-450, 1973.
- [6] Bondi H. On spherically symmetrical accretion. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 112, pp. 195-204, 1952.
- [7] Eddington A.S. *The internal constitution of the stars*. Cambridge University Press, 1926.
- [8] Lynden-Bell D. Galactic nuclei as collapsed old quasars. *Nature*, Vol. 223, pp. 690-694, 1969.
- [9] Rees M.J. Black hole models for active galactic nuclei. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, Vol. 22, pp. 471-506, 1984.
- [10] Zel'dovich Ya.B., Novikov I.D. *Relativistic astrophysics. Vol. 1: Stars and relativity*. University of Chicago Press, 1971.
- [11] Hawking S.W., Ellis G.F.R. *The large scale structure of space-time*. Cambridge University Press, 1973.
- [12] Misner C.W., Thorne K.S., Wheeler J.A. *Gravitation*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1973.

- [13] Landau L.D., Lifshitz E.M. *The classical theory of fields*. Course of Theoretical Physics Vol. 2, Pergamon Press, 1971.
- [14] Chandrasekhar S. *An introduction to the study of stellar structure*. University of Chicago Press, 1939.
- [15] Krolik J.H. *Active galactic nuclei: from the central black hole to the galactic environment*. Princeton University Press, 1999.
- [16] Frank J., King A., Raine D.J. *Accretion power in astrophysics*. Cambridge University Press, 3rd edition, 2002.
- [17] Jackson J.D. *Classical electrodynamics*. Wiley, 3rd edition, 1998.