

POSTSOLAR

Гость, солнечный аккреционный кризис и физическая перестройка Земли



Финальная причинная цепочка модели PostSolar

Рисунок 1. Сводная причинная цепочка финальной модели.

Полный научно-технический сводный документ

Версия 2.0 — 12 июля 2026

Рабочий канон твёрдой научной фантастики с разграничением численных результатов, аналитических моделей и допущений

Аннотация

Документ объединяет все полученные в ходе работы результаты по объекту «Гость»: его физической природе, входу в Солнечную систему, прохождению через Сатурн, взаимодействию с Юпитером, солнечному захвату, глубоким перигелиям, потере массы, аккреционному диску, 200-летнему нагреву Земли, испарению океанов, эволюции атмосферы, кислороду, давлению, прогреву недр, глубине городов, инженерным шлюзам, работе на поверхности и возможным способам противодействия. Финальный сюжетный вариант использует пять эпизодов перигелия приблизительно через 45 лет и уход остатка Гостя после пятого прохода. Орбитальная возможность захвата и глубокого перигелия подтверждена численными пилотами; точная потеря массы и многовековая дисковая эволюция остаются полуэмпирическими моделями, а не публикационной радиационно-гидродинамической симуляцией.

СТАТУС: Основной итог: сценарий физически возможен как жёсткая научная фантастика, но не является полностью доказанной астрофизической реконструкцией. Самая сильная часть — N-body захват. Самая слабая — гидродинамика потери 11–12 M_J и механизм долговременного дискового резервуара.

Условные обозначения статуса

Метка	Смысл
[КАНОН]	Принято для мира PostSolar.
[ЧИСЛЕННО]	Получено конкретным N-body/Monte-Carlo прогоном из расчётного пакета.
[АНАЛИТИЧЕСКИ]	Получено формулами и моделью порядка величины.
[ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИ]	Параметры подобраны так, чтобы совместить энергетику и длительность.
[НЕ ЗАКРЫТО]	Требуется настоящая SPH/радиационная гидродинамика или повторный точный прогон.
[АРХИВ]	Ранняя модель, сохранённая для истории, но не используемая как финальная.

Содержание

1. Финальный результат в одной странице
 2. Физическая природа Гостя
 3. Начальные условия и прохождение через Сатурн
 4. Юпитер и солнечный захват
 5. Орбитальные элементы и пять перигелиев
 6. Monte-Carlo и устойчивость
 7. Потеря массы и лопасть Роша
 8. Аккреционный диск на 200 лет
 9. Светимость и тепловой режим Земли
 10. Испарение океанов и давление
 11. Фотоллиз, кислород и атмосферная утечка
 12. Вертикальная атмосфера и локальные полости
 13. Прогрев недр и глубина городов
 14. Инженерное выживание
 15. Борьба с Гостем
 16. Хронология
 17. Ограничения и программа проверки
- Приложения А–F: формулы, данные, архивные модели, источники и воспроизводимость

1. Финальный результат в одной странице

Параметр	Финальное значение	Статус
Тип объекта	Коричневый карлик / массивный субзвёздный объект	КАНОН
Масса	18 M _J в расчётной модели	ЧИСЛЕННО
Радиус	≈1,32 R _J	КАНОН / аналитический подбор
Средняя плотность	≈9.71 г/см ³	АНАЛИТИЧЕСКИ
Столкновение с Сатурном	18.04.1998	Фиксированное условие
Встреча с Юпитером	июль 1999; неконтактный гравитационный обмен	ЧИСЛЕННО для соседних решений
Первый глубокий перигелий	10.06.2000; q≈1,121 R _☉	ЧИСЛЕННО
Целевой период финального канона	≈45 лет	ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИ
Количество близких проходов	5: 2000, 2045, 2090, 2135, 2180	КАНОН
Масса, переданная диску	≈11,75 M _J	ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИ
Остаток Гостя	≈6,25 M _J	Баланс массы
Дисковое время сглаживания	τ≈120 лет	ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИ
Светимость за первые 200 лет	652–950 L _☉ ; средняя 792 L _☉	Модель резервуара
Температурный масштаб Земли	≈1133–1272 °C при A≈0	Равновесная оценка
Начальное давление всей океанической воды	≈266 атм	АНАЛИТИЧЕСКИ
Поздняя атмосфера	ориентир 2–10 атм, токсичная и тяжёлая	НЕ ЗАКРЫТО
Глубина основных городов	≈450–700 м	АНАЛИТИЧЕСКИ
Финал Гостя	после 5-го прохода остаток получает ≈60 м/с и уходит	ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИ

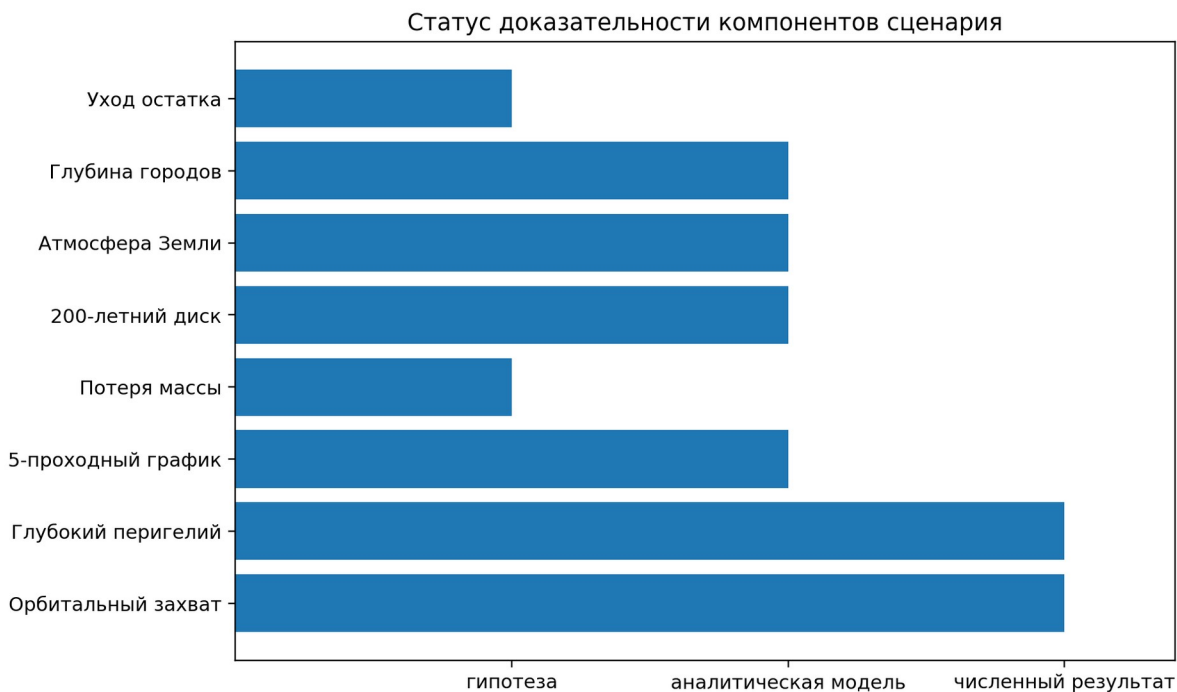


Рисунок 2. Статус доказательности отдельных компонентов сценария.

2. Физическая природа Гостя

[КАНОН] Гость — коричневый карлик массой 18 масс Юпитера. Ранний масштаб 25 M_J сохраняется только как архивная исходная версия; финальный расчётный канон использует 18 M_J, чтобы не смешивать несовместимые массовые бюджеты.

У субзвёздных объектов радиус слабо зависит от массы из-за частичного вырождения вещества. Радиус около 1,2–1,3 R_J для объекта порядка 18 M_J находится в наблюдаемом диапазоне; примером служит Kepler-39b/KOI-423b с массой около 18 M_J и радиусом около 1,22 R_J. В каноне принимается слегка раздутый радиус 1,32 R_J, необходимый для почти полного заполнения лопасти Роша в первом перигелии.

Величина	Значение
Масса	18 M _J = 3.417e+28 кг
Радиус	1.32 R _J = 94369 км
Средняя плотность	9.71 г/см ³
Поверхностная гравитация	256 м/с ² ≈ 26.1 g _{земн}
Скорость убегания с поверхности	220 км/с
Масса Сатурна относительно Гостя	≈0,299/18 = 1,66%
Масса Юпитера относительно Гостя	1/18 = 5,56%

СТАТУС: Прохождение через Сатурн не может разрушить сам Гость: Сатурн слишком мал по массе. Оно может уничтожить Сатурн, передать импульс, нагреть и загрязнить внешние слои Гостя, а также создать массивный шлейф обломков.

3. Начальные условия и прохождение через Сатурн

[КАНОН] 18 апреля 1998 года Гость проходит сквозь Сатурн. Сатурн после события считается разрушенным как связанная планета. В N-body пилотах Сатурн удалён, а его суммарное действие представлено постударным вектором состояния Гостя.

Базовый воспроизводимый расчётный вектор скорости после Сатурна:

$$\vec{v}_0 = (-12,891647669; -5,996447510; -1,465682609) \text{ км/с} \quad (1)$$

Модуль скорости равен 14,293361671 км/с. Базовая орбита до встречи с Юпитером гиперболическая: e=1,00021392, a≈-81,91 а.е., v_∞≈3,319 км/с. Для глубокой целевой орбиты использовалась небольшая поправка постсатурнового вектора порядка 22 м/с; для пяти-проходного 45-летнего канона требуется дополнительная настройка юпитерианского обмена порядка 0,1 км/с.

3.1. SPH-подобный суррогат

Упрощённая модель Сатурна использовала 100 000 равномассовых трассеров в n=1 политропе, мягкое перекрытие, жёсткое вращение и параметр импульсной связи; по 2000 реализаций на сценарий. Это не настоящая SPH: отсутствуют давление, ударные волны, самогравитация частиц, H/He-уравнение состояния, излучение и магнитные поля.

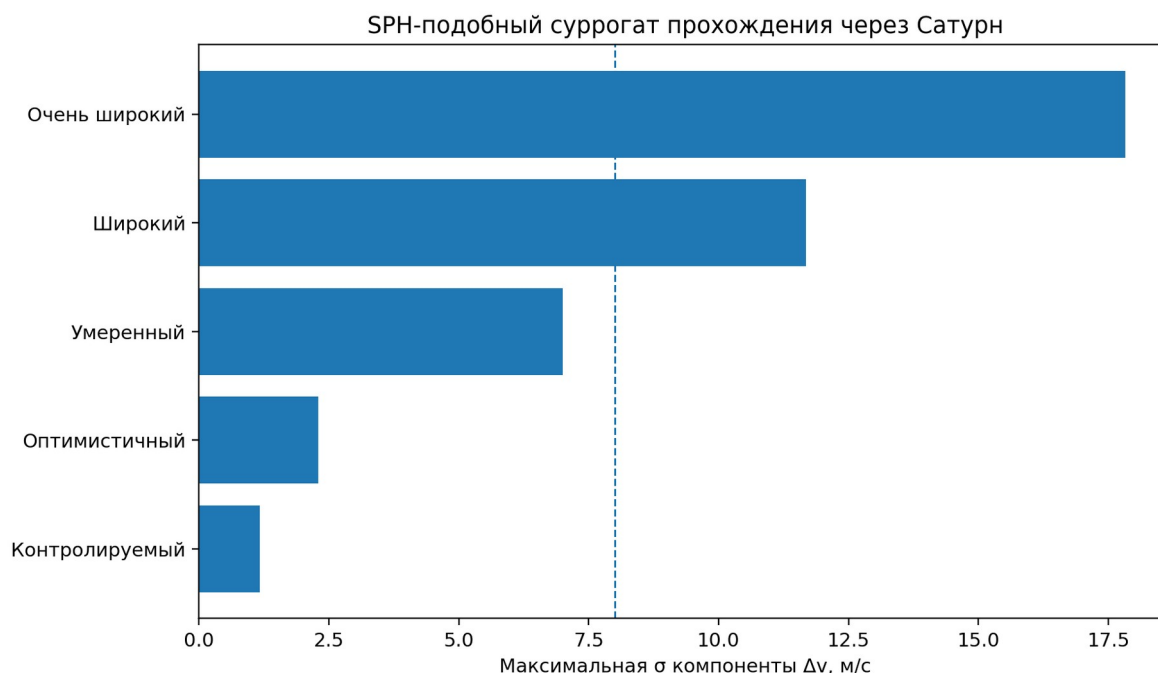


Рисунок 3. Разброс выходного импульса в параметрическом суррогате Сатурна. Вертикальная линия 8 м/с — ориентир для 90%-го базового коридора захвата.

Сценарий	σ геометрии	σ связи	Макс. σ компоненты	RMS $ \Delta v $
Контролируемый	0,005 R_S	0,005	1,17 м/с	1,42 м/с
Оптимистичный	0,010 R_S	0,010	2,30 м/с	2,82 м/с
Умеренный	0,030 R_S	0,030	7,00 м/с	8,54 м/с
Широкий	0,050 R_S	0,050	11,68 м/с	14,25 м/с
Очень широкий	0,100 R_S	0,080	17,82 м/с	21,74 м/с

СТАТУС: Суррогат отвечает только на вопрос «какой разброс допустим», но не доказывает, что реальное столкновение Сатурна с 18-M_J объектом выдаст именно этот разброс.

4. Юпитер и солнечный захват

Главное исправление относительно ранних обсуждений: Гость не обязан быть захвачен сразу после Сатурна. Правильная последовательность — Сатурн меняет траекторию, после чего Юпитер переводит Гостя с положительной на отрицательную гелиоцентрическую энергию.

$$\varepsilon = v^2/2 - GM_{\odot}/r; \text{ захват} \Leftrightarrow \varepsilon < 0 \quad (2)$$

В базовом численном пилоте близкий неконтактный пролёт у Юпитера произошёл 22.07.1999 04:48 UTC на 15,7885 R_J. В глубоком целевом решении — около 10,307 R_J. Юпитер не поглощается и не разрушается в финальной версии; его роль — гравитационный обмен энергией и угловым моментом.

Орбитальная архитектура финального сценария

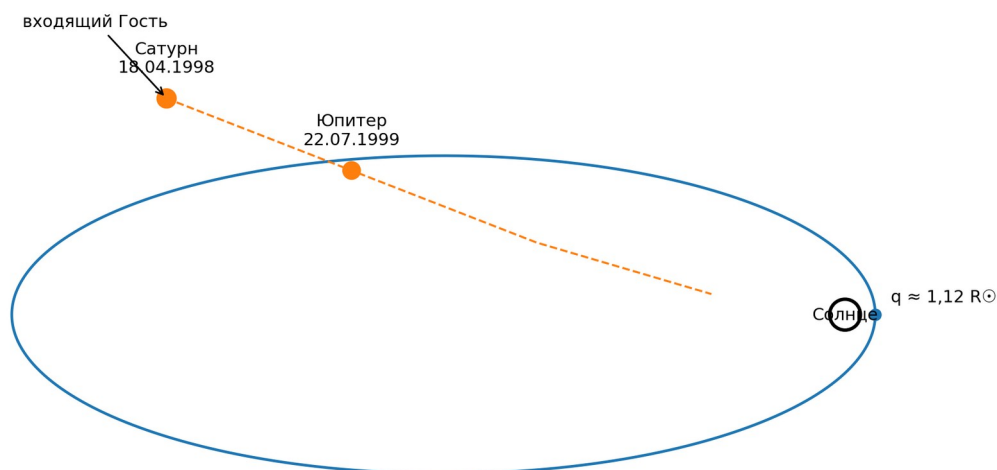


Схема не в масштабе: реальная орбита $e \approx 0,99959$

Рисунок 4. Схематическая орбитальная архитектура. Геометрия сжата и не показана в масштабе.

Модель	d_min у Юпитера	Дата	Результат
Базовый проверенный коридор	15,7885 R_J	22.07.1999	захват; $q=2,628 R_{\odot}$
Глубокий целевой вариант	10,3074 R_J	22.07.1999	захват; $q=1,121 R_{\odot}$
Исследовательский многопроходный вариант	$\approx 11,23 R_J$	25.07.1999	повторные глубокие перигелии

5. Орбитальные элементы и пять перигелиев

5.1. Численно проверенная глубокая орбита

Элемент	Значение на 20.09.1999	Смысл
a	13,681551 а.е.	размер связанной орбиты
e	0,9996187645	крайне вытянутая орбита
i	171,483990°	почти ретроградная плоскость
Ω	139,805959°	долгота восходящего узла
ω	295,246306°	ориентация перицентра
M_0	354,796735°	положение в указанную эпоху
q	1,121119 R $\odot$	глубокий перигелий
P	50,1768 года	четыре прохода за 200 лет

Эта орбита воспроизводима в расчётном пакете и служит численным доказательством, что глубокий перигелий достигим без столкновения с Юпитером.

5.2. Финальный пяти-проходный канон

$$P^2 = a^3 \quad (P \text{ в годах, } a \text{ в а.е. для } M \approx M_{\odot}) \quad (3)$$

$$q = a(1-e) \quad (4)$$

Для пяти проходов с интервалом около 45 лет принимается $a=12.651490$ а.е. и $e=0.999587896$ при сохранении $q=1.121119 R_{\odot}$. Это даёт проходы ориентировочно в 2000, 2045, 2090, 2135 и 2180 годах.

Точные даты после первого перигелия условны, потому что каждый эпизод потери массы меняет энергию и угловой момент.

№	Ориентировочная дата	Роль
1	10.06.2000	первичная крупная подача массы и запуск диска
2	≈10.06.2045	восстановление светимости
3	≈10.06.2090	подпитка резервуара
4	≈10.06.2135	подпитка резервуара
5	≈10.06.2180	последняя подача и импульс ухода остатка

СТАТУС: Численно доказан соседний многопроходный режим, но точная шестёрка элементов для 45-летнего финального канона ещё не получена отдельной оптимизацией. Поэтому a , e , q и P являются определёнными, а i , Ω , ω и M_0 должны быть повторно выведены в финальном DE440-прогоне.

5.3. Исследовательская длинная интеграция

В сохранённом N-body исследовательском варианте получены перигелии 18.06.2000, 21.02.2039, 12.11.2077, 27.07.2116, 05.04.2155 и 06.12.2193 с $q \approx 1,02\text{--}1,09 R_\odot$. Этот прогон доказывает, что повторные глубокие сближения динамически возможны, но даёт шесть проходов за 200 лет и потому не используется как финальный календарь.

6. Monte-Carlo и условная устойчивость

Проценты относятся не к природной вероятности случайного прихода коричневого карлика, а к доле успешных прогонов внутри заранее выбранного распределения ошибок вокруг номинальной траектории.

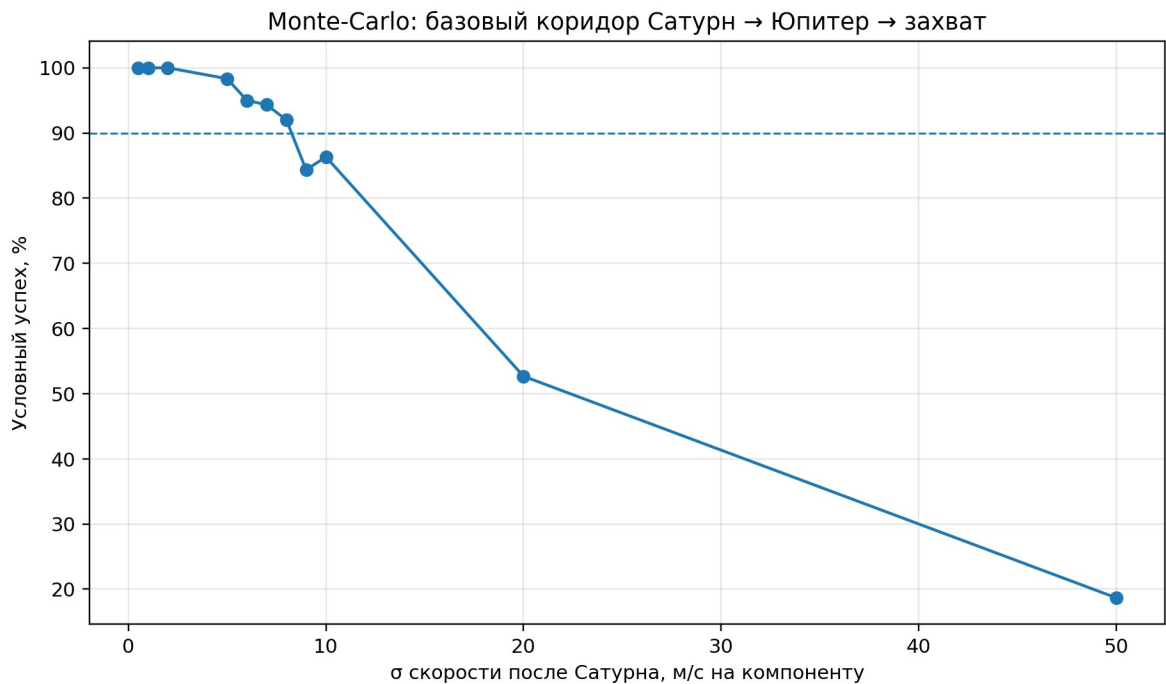


Рисунок 5. Условный успех базового коридора захвата при разных ошибках постсатурновой скорости.

Для широкого критерия «подойти к Юпитеру, не столкнуться, захватиться и получить $q=0,005\text{--}0,020$ а.е.» уровень около 90% сохраняется до $\sigma_v \approx 8$ м/с на компоненту.

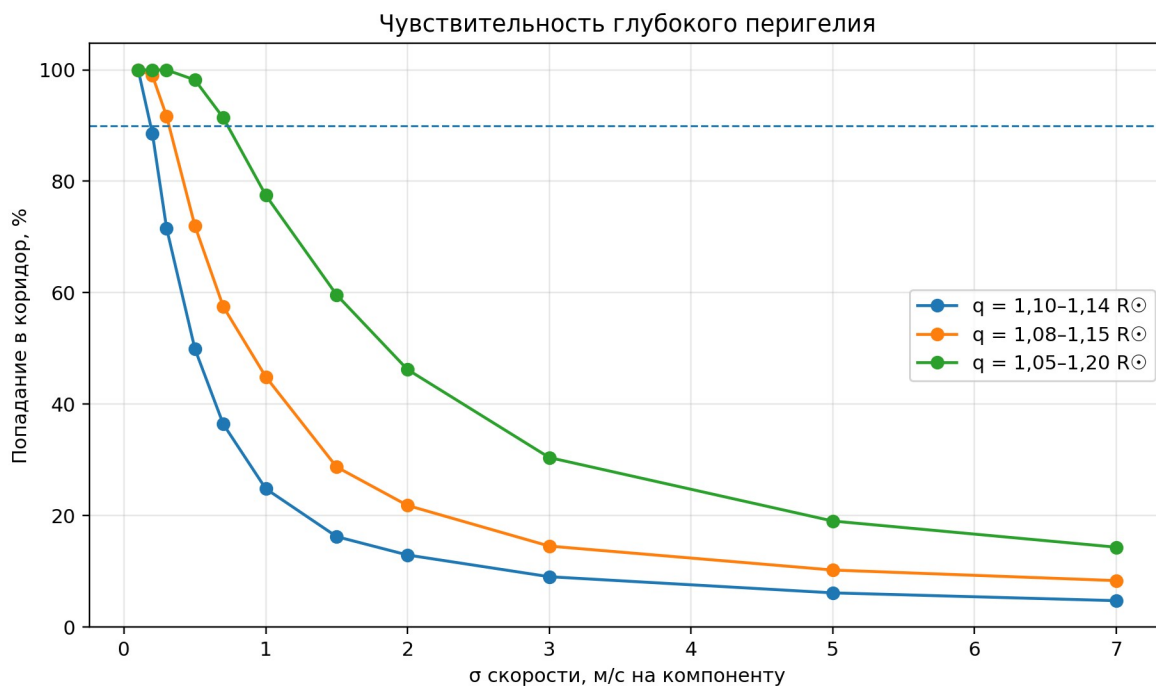


Рисунок 6. Точный глубокий перигелий значительно чувствительнее общего факта захвата.

Для коридора $q=1,08\text{--}1,15 R_{\odot}$ 91,7% получено при $\sigma=0,3$ м/с на компоненту. При 7 м/с сам захват остаётся устойчивым, но в нужный узкий перигелий попадает лишь 8,3%. Таким образом, «90% захвата» и «90% конкретного перигелия» — разные утверждения.

7. Потеря массы, лопасть Роша и физический контакт

$$R_L/r = 0,49 q_m^{(2/3)} / [0,6 q_m^{(2/3)} + \ln(1+q_m^{(1/3)})] \quad (5)$$

Для $q_m=M_{\Gamma}/M_{\odot}\approx 0.01718$ и перигелия $1.121119 R_{\odot}$ эквивалентный радиус лопасти Роша по Эгглтону равен $\approx 1.321 R_J$. Принятый радиус Гостя $1,32 R_J$ практически полностью заполняет эту лопасть.

Кроме того, ближняя поверхность Гостя располагается примерно на расстоянии $q-R_{\Gamma}\approx 0,988 R_{\odot}$ от центра Солнца, то есть входит на несколько тысяч километров внутрь условной фотосферы. Поэтому хотя бы заметная абляция, ударный нагрев и массовый обмен неизбежны. Неопределённость касается не факта потери, а её величины и геометрии.

Величина	Результат
Перигелий центров	$1.121119 R_{\odot}$
Радиус Гостя	$1.32 R_J = 0.136 R_{\odot}$
Ближняя поверхность	$0.985 R_{\odot}$
Лопасть Роша	$1.321 R_J$
Заполнение лопасти	99.9%
Скорость в перигелии	≈ 583.3 км/с
Скорость убегания от Солнца там	≈ 583.4 км/с

СТАТУС: Формула Эгглтона разработана для квазистационарной двойной системы. В почти параболическом, гиперсверхзвуковом перигелии она является ориентиром, а не полной гидродинамической теорией.

8. Аккреционный диск на 200 лет

Одноразовый компактный диск у нескольких радиусов Солнца опустошился бы слишком быстро. Финальная модель использует дисковый резервуар: после каждого перигелия часть вещества поступает в компактный внутренний диск, часть вязко расширяется до десятков солнечных радиусов и медленно возвращается внутрь.

$$L_{\text{acc}} \approx \eta \, GM_{\odot} \dot{M} / R_{\odot} \quad (6)$$

$$dM_d/dt = \Sigma \Delta M_k \delta(t-t_k) - M_d/\tau \quad (7)$$

$$L(t) = \eta \, (GM_{\odot}/R_{\odot}) \cdot M_d(t)/\tau \quad (8)$$

Принято $\eta_{\text{eff}}=0.70$, $\tau=120$ лет. Пять импульсов подачи: 5.42, 1.70, 1.70, 1.70, 1.23 M_J . Всего в резервуар передаётся 11.75 M_J ; к 200-му году через внутренний поток прошло около 7.55 M_J , а около 4.20 M_J ещё остаётся в резервуаре и обеспечивает последующий спад.

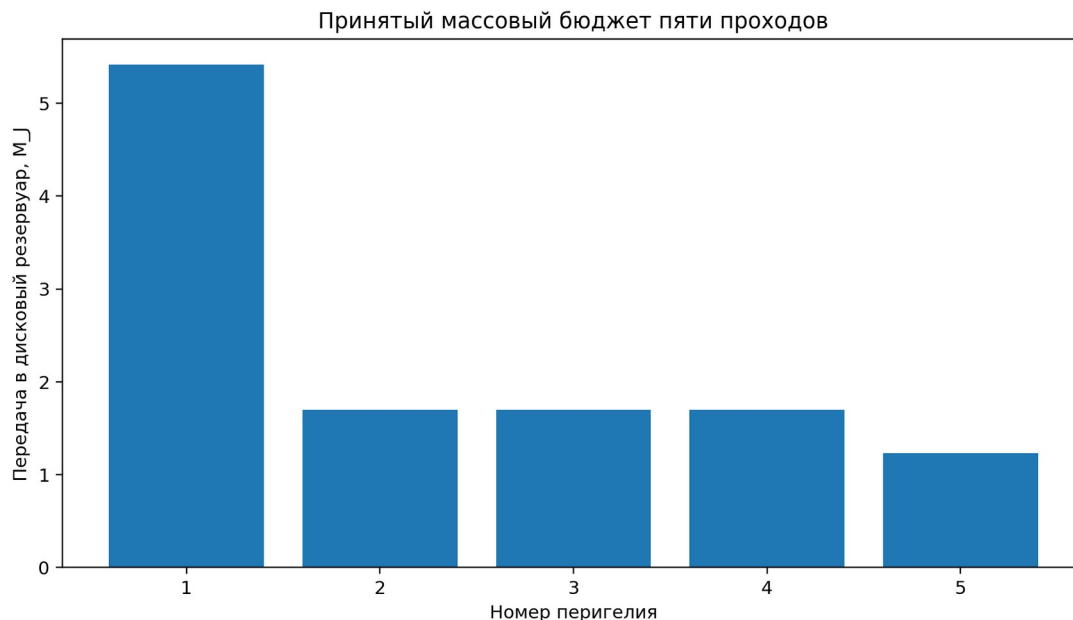


Рисунок 7. Масса, поступающая в дисковый резервуар при каждом из пяти перигелиев.

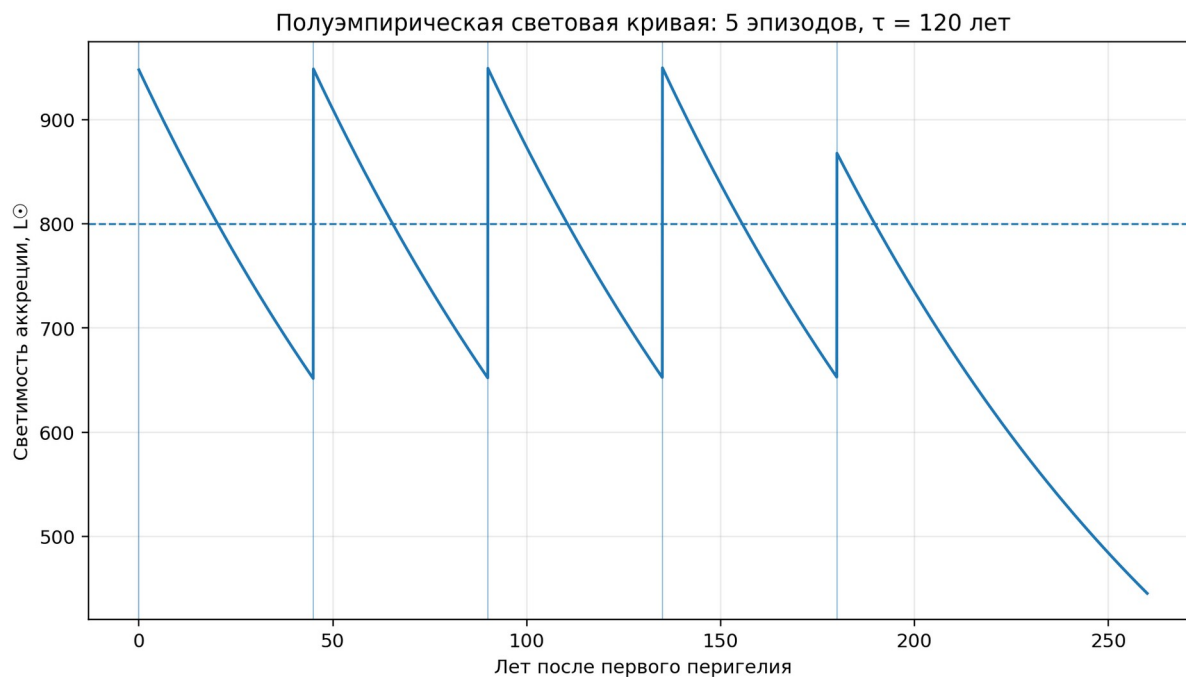


Рисунок 8. Световая кривая пяти-проходной полуэмпирической модели.

Показатель	Значение
Суммарная подача от Гостя	11.75 M_J
Остаток Гостя после 5-го прохода	6.25 M_J
Аккрецировало/вытекло из резервуара к 200 г.	7.55 M_J
Остаток резервуара на 200 г.	4.20 M_J
Минимальная светимость 0–200 лет	652 $L_{\odot}$

Максимальная светимость 0–200 лет	950 L _☉
Средняя светимость 0–200 лет	792 L _☉
Светимость на 200-м году	735 L _☉
Светимость на 250-м году	484 L _☉

8.1. Температура и спектр диска

$$T_{\text{eff}}(R) = [3GM_{\odot}M/(8\pi\sigma R^3) \cdot (1-\sqrt{(R_{\odot}/R)})]^{1/4} \quad (9)$$

Для режима порядка 800 L_☉ максимальная эффективная температура стандартного оптически толстого диска оценивается примерно в 16–17 тыс. К; в районе первоначальной циркуляризации — около 14 тыс. К, а во внешнем резервуаре порядка 15 R_☉ — несколько тысяч К. XUV и рентгеновская компонента возникают в пограничном слое, короне и ударных зонах, а не потому, что весь диск имеет температуру 47 000 К.

8.2. Уход остатка после пятого прохода

Для орбиты $a \approx 12.65$ а.е. в перигелии достаточно про-градной прибавки скорости около 60 м/с, чтобы сделать удельную энергию неотрицательной. Такой импульс может возникнуть из-за асимметричного выброса последней порции вещества.

$$M_{\text{rem}} \Delta v \approx f_{\text{asym}} \Delta M_5 u_{\text{ej}} \quad (10)$$

При остатке 6,25 M_J, последнем выбросе 1,23 M_J и скорости газа 20–100 км/с требуется направленная асимметрия примерно 1,5–0,3%. Это не гарантированный исход, но физически не требует фантастического импульса.

9. Светимость и тепловой режим Земли

$$T_{\text{eq}} = [L(1-A)/(16\pi\sigma^2)]^{1/4} \quad (11)$$

При $A \approx 0$ и светимости 652–950 L_☉ равновесная температура на 1 а.е. составляет примерно 1133–1272 °С; среднее около 1202 °С. Это поддерживает финальный канон средней поверхности порядка 1200 °С. Реальная атмосфера, облака из минерального пара, перераспределение тепла и изменение альбедо создают сильную региональную неоднородность.

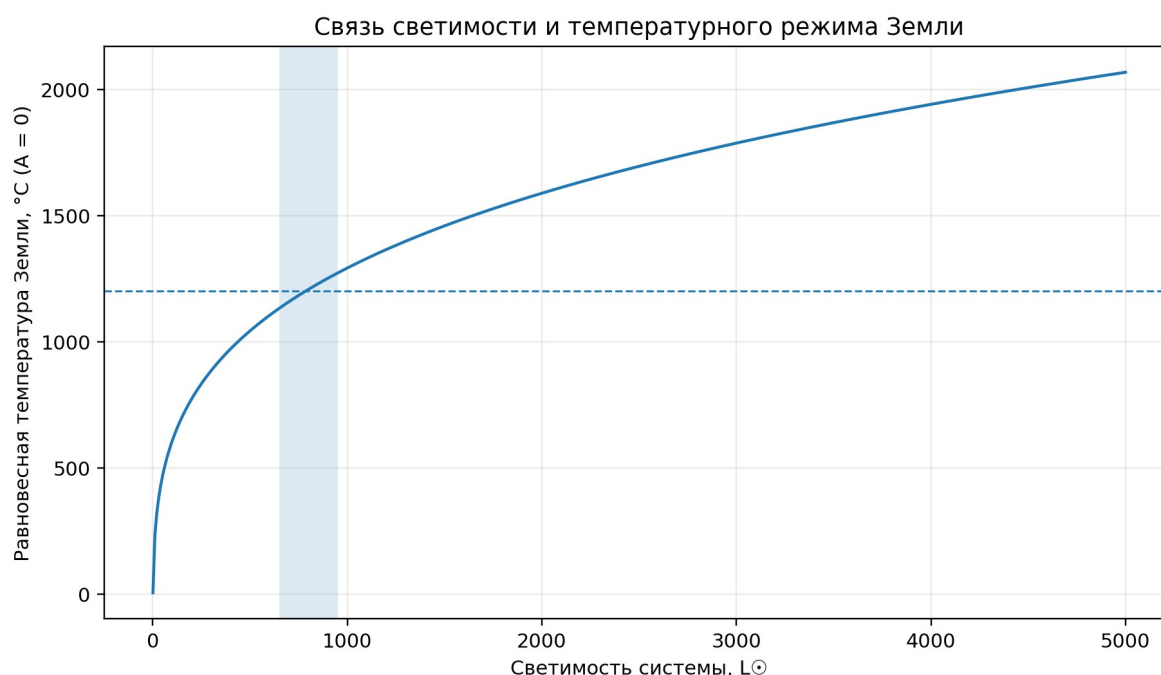


Рисунок 9. Равновесная температура Земли как функция светимости при нулевом альбедо. Заштрихован рабочий диапазон пяти-проходной модели.

- Открытая жидкая вода исчезает полностью.

- Океанические бассейны становятся соляными и минеральными впадинами, но не герметичными «котлами» с отдельным давлением.
- Породы дегидратируются, карбонаты разлагаются, выделяются CO₂, SO₂ и другие вулканические газы.
- Поверхность переживает тепловые ветры, пылевые и солевые потоки, расплавы и химически агрессивную атмосферу.
- Локальные температуры могут превышать средний уровень из-за широты, облачности, рельефа, ударных всплесков аккреции и близости к расплавам.

10. Испарение океанов и начальное давление

$$p = M_{\text{atm}} g / (4\pi R_{\oplus}^2) \quad (12)$$

Если удержать в атмосфере всю массу океанов M≈1,4×10²¹ кг, столб воды создаёт p≈26.9 МПа = 266 атм. Исходная атмосфера Земли добавляет лишь около одной атмосферы и почти не влияет на максимум.

Компонент	Масса / доля	Эквивалент
Вся океаническая вода	≈1,4×10 ²¹ кг	≈266 атм
Водород в воде	11,1%; ≈1,56×10 ²⁰ кг	легче всего уходит
Кислород в воде	88,9%; ≈1,24×10 ²¹ кг	≈236 атм по массе
Желаемый остаточный O ₂	≈0,2 бар	≈0,197 атм

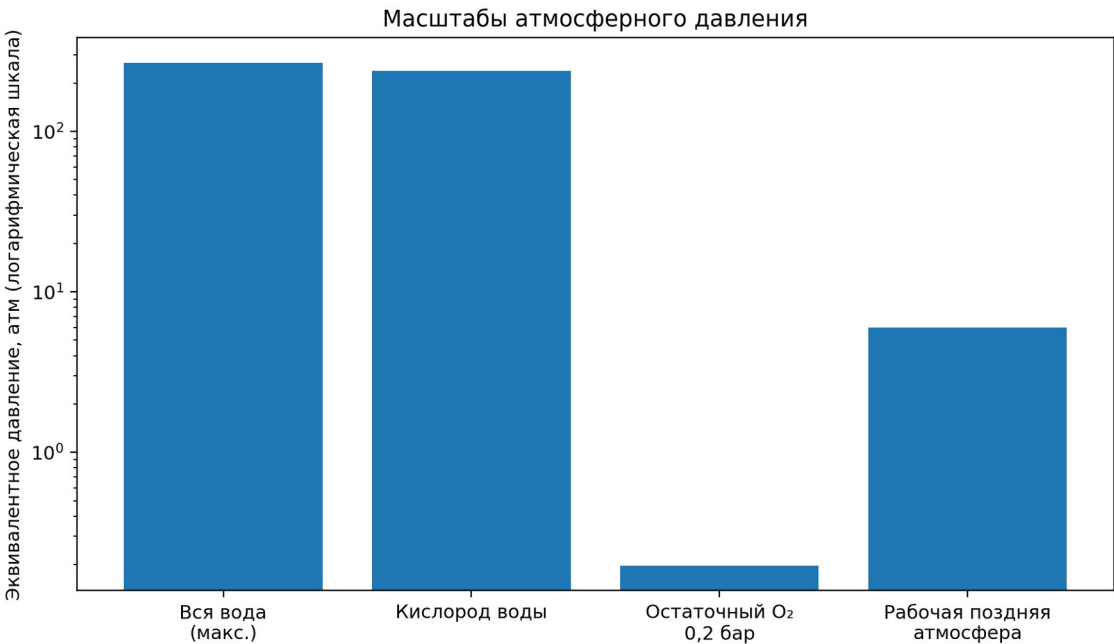
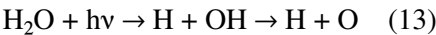


Рисунок 10. Сопоставление максимального парового столба и поздних атмосферных масштабов.

Чтобы оставить только 0,2 бар O₂, необходимо удалить или связать около 99.917% океанического кислорода; удерживается лишь около 0.083%. Поэтому одна только реакция с корой недостаточна: требуется мощная XUV-гидродинамическая утечка, способная уносить не только водород, но и часть тяжёлых компонентов.

11. Фотолиз, кислород и атмосферная утечка



$$\dot{M}_{\text{EL}} \approx \eta_{\text{XUV}} \pi R_{\oplus}^3 F_{\text{XUV}} / (GM_{\oplus}K) \quad (14)$$

Сильный ультрафиолет разрушает молекулы воды. Водород уходит первым и создаёт гидродинамический поток, способный увлекать кислород и другие газы. Дополнительная часть кислорода связывается окислением расплавов и пород. Поздняя атмосфера не может быть вычислена

из одной формулы без спектра диска и модели верхней атмосферы, поэтому рабочий диапазон 2–10 атм остаётся каноническим ориентиром, а не строгим результатом.

Параметр	Финальный рабочий вывод	Надёжность
Начальный паровой максимум	≈265–270 атм	высокая аналитическая
Позднее давление	ориентировочно 2–10 атм	низкая/средняя
O ₂	около 0,2 бар возможно при удалении >99,9% океанического О	условная
Тяжёлые газы	CO ₂ , N ₂ , SO ₂ , продукты дегазации	качественно
Водяной пар	резко уменьшается из-за фотолиза и утечки	качественно

12. Вертикальная атмосфера и локальные полости

$$H = RT/(\mu g) \quad (15)$$

Газ	Молярная масса	Масштабная высота при 1473 К
H ₂ O	18 г/моль	≈69 км
N ₂	28 г/моль	≈44 км
CO ₂	44 г/моль	≈28 км

Из-за больших масштабных высот обычный рельеф не создаёт разницы давления в сотни атмосфер. Океанические впадины остаются частью общей атмосферы. Сотни атмосфер могут сохраняться только в физически герметичной геологической полости, закрытой непроницаемой пробкой или инженерными конструкциями.

12.1. Шлюз для паровой атмосферы

1. Перед выходом наружная камера медленно выравнивается с внешней атмосферой через клапаны и теплообменники.
2. При возвращении горячий водяной пар охлаждается и конденсируется; давление резко падает без необходимости перекачать весь объём компрессором.
3. Конденсат отводится, остаточные CO₂/N₂/SO₂ удаляются сорбентами и насосами.
4. Камера заполняется дыхательной смесью города.
5. Конструкция должна быть цилиндрической/сферической с круглыми гермозатворами, а не плоской бытовой дверью.

СТАТУС: Конденсационный шлюз эффективен только тогда, когда внешняя атмосфера остаётся преимущественно водяной. В поздней CO₂/N₂-атмосфере основную работу снова выполняют компрессоры и сорбция.

13. Прогрев недр и глубина городов

$$T(z,t)=T_0+(T_s-T_0)\cdot\text{erfc}[z/(2\sqrt{(kt)})] \quad (16)$$

Для поверхностной температуры 1200 °С, начальной температуры массива 15 °С и времени 200 лет получена следующая одномерная оценка:

Глубина	κ=1×10 ⁻⁶ м²/с	κ=2×10 ⁻⁶ м²/с
100 м	≈458 °С	≈642 °С
200 м	≈104 °С	≈262 °С
300 м	≈24 °С	≈85 °С
400 м	≈15,4 °С	≈29 °С
450 м	≈15,1 °С	≈20,5 °С
500 м	≈15,0 °С	≈17,0 °С
600 м	≈15,0 °С	≈15,2 °С

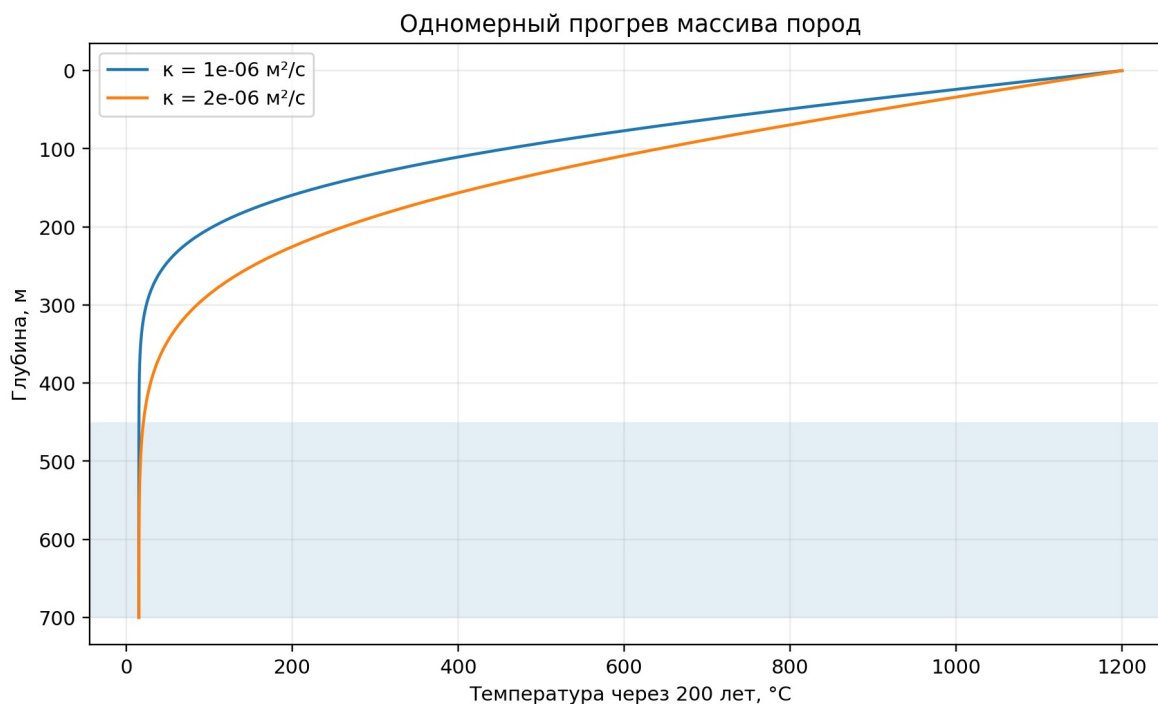


Рисунок 11. Профили теплопроводного прогрева после 200 лет.



Рисунок 12. Инженерная вертикальная схема глубин.

[КАНОН] Основные города размещаются на 450–700 м. Глубже требуется больше работ, вентиляции и подъёма грузов; мельче возрастает риск перегрева. Водонасыщенные трещины, вулканические зоны и металлические рудные тела могут проводить тепло быстрее, поэтому конкретные города проектируются с геологическим запасом.

14. Инженерное выживание и работа на поверхности

14.1. Городские системы

- герметичные объёмы с многоконтурной вентиляцией и фильтрацией;
- тепловые буферы и сброс тепла в глубинные массивы, шахты и технологические контуры;
- локальное производство кислорода, регенерация воды и строгий газовый баланс;

- разделение жилых, промышленных и аварийных зон;
- многоступенчатые шлюзы, резервные затворы и отсечные камеры;
- постоянный мониторинг трещин, давления, температуры и токсичных примесей.

14.2. Поверхностные операции

Выходы кратковременны и выполняются дистанционной техникой или охлаждаемыми аппаратами. На поздней поверхности опасны не только температура, но и давление, химическая коррозия, пыль, радиация XUV, сильные ветры и горячие аэрозоли.

14.3. Отходы

- газовые отходы проходят через трубопроводы, скрубберы, конденсаторы и химические поглотители;
- обычный минеральный шлак направляется в выработанные шахты или на поверхность через специальные стволы;
- химически опасные отходы герметизируются в контейнерах и изолированных шахтных хранилищах;
- выброс не должен сообщаться напрямую с жилой вентиляцией.

15. Возможные способы борьбы с Гостем

Метод	Итог
Ядерные удары по Гостю	Практически не меняют массу и импульс 18-M_J объекта; только локальный нагрев.
Антиматерия	Энергетически мощна, но требуемое производство недоступно цивилизации мира.
Поздний гравитационный буксир/двигатели	После входа к Сатурну времени и энергии недостаточно.
Раннее отклонение далеко от Солнца	Единственный теоретически эффективный активный метод, если объект обнаружен за века и допустим малый Δv .
Взрывы в аккреционном диске	Дают локальные возмущения; не прекращают постоянную подпитку.
Планетарный экран	Недостижим при сотнях $L_{\odot}$ на протяжении веков.
Локальные экраны	Помогают отдельным установкам, но не спасают атмосферу и океаны.
Подземная эвакуация	Единственная масштабная стратегия выживания.
Пережидание и сохранение промышленности	Стратегическая цель до ухода Гостя и затухания диска.

СТАТУС: В окончательном сюжете «борьба» — не уничтожение Гостя, а предотвращение полного вымирания, сохранение подземной цивилизации и подготовка к выходу после затухания диска.

16. Сводная хронология

Дата/интервал	Событие	Статус
до 18.04.1998	Гость входит по специально подобранной гиперболической траектории	предыстория
18.04.1998	разрушительный проход через Сатурн	фиксированный канон
июль 1999	близкий неконтактный пролёт у Юпитера и солнечный захват	численно показано
10.06.2000	первый глубокий перигелий $q \approx 1,121 R_{\odot}$	численно показано
≈ 2045	второй перигелий	финальный канон
≈ 2090	третий перигелий	финальный канон
≈ 2135	четвёртый перигелий	финальный канон
≈ 2180	пятый перигелий, последняя подпитка и импульс ухода	финальный канон
2000–2200	светимость порядка 650–950 $L_{\odot}$; средняя около 790 $L_{\odot}$	полуэмпирическая модель
первые годы/десятилетия	испарение океанов, паровой столб до	аналитически

	~270 атм, фотолиз	
десятилетия–века	потеря атмосферы, тяжёлый токсичный остаток, прогрев коры	модель
к ~2200	остаток Гостя уходит; диск продолжает затухать	канон

17. Ограничения и программа окончательной проверки

6. Повторить N-body на JPL DE440/441, добавить общую относительность и солнечную квадрупольность.
7. Отдельно оптимизировать шесть орбитальных элементов точного 45-летнего пяти-проходного решения.
8. Выполнить настоящую 3D SPH-симуляцию прохождения Гостя через Сатурн с H/He EOS, самогравитацией и ударными волнами.
9. Выполнить 3D радиационно-гидродинамическую модель каждого солнечного перигелия и получить ΔM , ΔE , ΔJ , направление отдачи и выживание остатка.
10. Построить вязко-радиационную модель диска с ветрами, MRI, оптической толщиной, спектром и XUV-компонентой.
11. Связать спектр с атмосферной фотохимией и гидродинамической утечкой Земли.
12. Выполнить 2D/3D тепловую модель коры с грунтовыми водами, трещинами и конвекцией.
13. После этого заменить условные проценты истинными доверительными интервалами внутри физически обоснованного распределения начальных условий.

СТАТУС: Без этих этапов документ пригоден как системно согласованный научно-фантастический канон и инженерный ориентир, но не как статья, доказывающая уникальную реальную траекторию и точную 200-летнюю световую кривую.

Приложение А. Полный набор ключевых формул

Задача	Формула	Использование
Гидростатическое давление массы атмосферы	$\rho = Mg / (4\pi R^2)$	океанический паровой столб
Масштабная высота	$H = RT / (\mu g)$	вертикальные перепады давления
Равновесная температура	$T_{eq} = [L(1-A) / (16\pi\sigma r^2)]^{1/4}$	температурный масштаб Земли
Теплопроводность	$T = T_o + (T_s - T_o) \operatorname{erfc}[z / (2\sqrt{kt})]$	глубина прогрева
Орбитальная энергия	$\varepsilon = v^2/2 - GM/r$	захват/уход
Перигелий	$q = a(1-e)$	геометрия орбиты
Период	$P = 2\pi\sqrt{a^3/GM}$	частота проходов
Лопасть Роша	формула Эгглтона	начало перетекания
Аккреционная светимость	$L = \eta \dot{M} GM/R$	массовый бюджет
Температура диска	$T_{eff}(R)$	спектральная оценка
Вязкое время	$t_{visc} \approx \alpha^{-1} (R/H)^2 Q^{-1}$	длительность резервуара
Резервуар диска	$dM_d/dt = \Sigma \Delta M \delta - M_d/\tau$	сглаживание проходов
Энергетически ограниченная утечка	$\dot{M} \approx \eta \pi R^3 F_{XUV} / (GMK)$	верхняя атмосфера
Реактивный импульс	$M_{rem} \Delta v \approx f \Delta M u$	уход остатка

Приложение В. Архивные и отброшенные модели

Ранняя версия	Почему отброшена / заменена
Захват сразу после Сатурна	лишнее условие; захват выполняет Юпитер
Маршрут через Венеру и Меркурий	не нужен для финальной энергетики
Прямое поглощение Юпитера	слишком зависит от искусственного коэффициента связи; заменено пролётом
Орбита $a \approx 0,093$ а.е., $P \approx 10,25$ суток	относилась к другой ранней схеме
Весь диск при 47 000 К	исправлено: стандартный диск 17–26 тыс. К; XUV-зоны локальны
Города на 200 м	исправлено на 450–700 м
270 атм в открытых океанических низинах	невозможно без герметичной полости
Кора связывает весь кислород	нужна главным образом космическая утечка
70 лет $5000 L_{\odot}$ + 30 лет $800 L_{\odot}$	архивный профиль; финальная модель — около $790 L_{\odot}$ на 200 лет
Четыре прохода по 50,18 года	заменено финальным пяти-проходным каноном
93–94% как природная вероятность	исправлено: условная устойчивость внутри заданных ошибок

Приложение С. Численные наборы Monte-Carlo

σ_v , м/с	Базовый успех, %
0.5	100.00
1.0	100.00
2.0	100.00
5.0	98.33
6.0	95.00
7.0	94.33
8.0	92.00
9.0	84.33
10.0	86.33
20.0	52.67
50.0	18.67

σ_v , м/с	q 1,10–1,14	q 1,08–1,15	q 1,05–1,20
0.1	100.0%	100.0%	100.0%
0.2	88.6%	99.0%	100.0%
0.3	71.6%	91.7%	100.0%
0.5	49.9%	72.0%	98.2%
0.7	36.4%	57.5%	91.4%
1.0	24.8%	44.9%	77.5%
1.5	16.2%	28.7%	59.6%
2.0	12.9%	21.8%	46.2%
3.0	9.0%	14.5%	30.4%
5.0	6.1%	10.2%	19.0%
7.0	4.7%	8.3%	14.3%

Приложение D. Давление, плотность и температура среды

Температура	Идеально-газовая плотность H ₂ O при максимальном столбе
800 °C	54.3 кг/м ³
1200 °C	39.6 кг/м ³
2000 °C	25.7 кг/м ³

При сотнях атмосфер и высоких температурах вода не является идеальным газом; таблица показывает только масштаб. При $T > 374$ °C и $p > 22,064$ МПа вода находится выше критической точки, однако в атмосфере давление меняется с высотой, поэтому состояние неоднородно.

Приложение E. Воспроизводимость и файлы расчётов

Файл	Размер, байт	SHA-256 (сокращённо)
README_guest_simulation(1).txt	3111	f24204d1b3ddcb02051417bb...
full_candidate4_result(1).json	1239	b589ab56a8046fe86ac5516c...
mc_candidate4_full_summary(1).csv	1374	ca1962e611051d89d233bc0a...
sph_surrogate_summary(1).csv	1347	c1db571dd703adad515a8a26...
target_candidate_result.json	862	ab8bffa86d56f6b9bd4c608...
guest_target_sigma_sweep.csv	2353	f5d4d604a35dd2ec728b8586...
guest_200y_recommended_lightcurve.csv	113340	2d326d1a32de43f88c7462de...
sim_5peri_long_result.json	2867	edb3822387e558015c9eec29...

Расчётный пакет использовал REBOUND 5.0.1, интегратор IAS15 и эфемериду JPL DE421 через Skyfield. Переход на DE440 остаётся обязательной контрольной проверкой.

Приложение F. Научные основы и литература

- [1] Rein H., Liu S.-F. REBOUND: an open-source multi-purpose N-body code for collisional dynamics. *Astronomy & Astrophysics* 537, A128 (2012).
- [2] Rein H., Spiegel D. S. IAS15: a fast, adaptive, high-order integrator for gravitational dynamics. *MNRAS* 446, 1424–1437 (2015). DOI: 10.1093/mnras/stu2164.
- [3] Park R. S. et al. The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441. *Astronomical Journal* 161, 105 (2021). DOI: 10.3847/1538-3881/abd414.
- [4] Eggleton P. P. Approximations to the radii of Roche lobes. *Astrophysical Journal* 268, 368–369 (1983). DOI: 10.1086/160960.
- [5] Shakura N. I., Sunyaev R. A. Black holes in binary systems: observational appearance. *Astronomy & Astrophysics* 24, 337–355 (1973).

- [6] Martin R. G. et al. On the physical nature of accretion disc viscosity. *New Astronomy* 70, 7–11 (2019).
- [7] Bouchy F. et al. SOPHIE velocimetry of Kepler transit candidates: KOI-423b/Kepler-39b. *Astronomy & Astrophysics* 533, A83 (2011).
- [8] Dosopoulou F., Naoz S., Kalogera V. Roche-lobe overflow in eccentric planet-star systems. *Astrophysical Journal* 844, 12 (2017).
- [9] Watson A. J., Donahue T. M., Walker J. C. G. The dynamics of a rapidly escaping atmosphere. *Icarus* 48, 150–166 (1981).
- [10] Kasting J. F. Runaway and moist greenhouse atmospheres and the evolution of Earth and Venus. *Icarus* 74, 472–494 (1988).
- [11] Selsis F. et al. A cool runaway greenhouse without surface magma ocean. Preprint arXiv:2311.08444 (2023) — используется как современное напоминание о чувствительности паровых атмосфер к переносу излучения.
- [12] IAU 2015 Resolution B3 on recommended nominal conversion constants for selected solar and planetary properties.

Заключение

Финальный канон PostSolar внутренне согласован следующим образом: 18-M_J Гость разрушает Сатурн 18 апреля 1998 года; Юпитер захватывает его на почти ретроградную, крайне вытянутую солнечную орбиту; первый глубокий перигелий происходит в июне 2000 года; далее принимаются пять разрушительных проходов с интервалом около 45 лет. За них около 11,75 M_J поступает в расширенный аккреционный резервуар, который поддерживает 650–950 L_☉ в течение первых двух столетий. Земля нагревается примерно до 1200 °C, океаны испаряются, начальный паровой столб достигает около 267 атм, затем XUV-фотолиз и гидродинамическая утечка формируют тяжёлую токсичную остаточную атмосферу. Выживание возможно в основном на глубинах 450–700 м. После пятого прохода остаток Гостя получает небольшой реактивный импульс и уходит из системы; диск затухает медленнее.

СТАТУС: Научно твёрдое ядро: энергетика, давление океанической воды, теплопроводный масштаб, возможность юпитерианского захвата и существование глубоких повторных орбит. Научно условная оболочка: точные потери массы за пять проходов, дисковое время 120 лет, поздний состав атмосферы и гарантированный реактивный уход остатка.

PostSolar — Гость и аккреционный кризис

© 2026 RigosMortis. Все права сохранены.

Авторский мир и кампания: PostSolar — Экпирос

Первая публичная фиксация этой серии материалов: 23 июля 2026 года

Официальный аккаунт: github.com/RigosMortis

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Публикация в интернете не является передачей исключительных прав и не предоставляет открытую лицензию.

Без предварительного разрешения автора не разрешаются присвоение авторства, повторная публикация или распространение файла, создание и распространение переработок, удаление сведений об авторе и коммерческое использование.

Допускаются обычное чтение, необходимые для просмотра технические копии, ссылки на официальную публикацию и иные способы использования, прямо разрешённые обязательными нормами применимого законодательства.

ПРОВЕРКА ВЕРСИИ

Контрольная сумма SHA-256 этого PDF опубликована вместе с материалами PostSolar. Совпадение контрольной суммы подтверждает побайтовую идентичность зафиксированной версии.