

Нижe — список **реально вычислимых** (на вашем симуляторе) предсказаний/объяснений, которые можно опереть на общедоступные данные. Я буду исходить из того, что у вас уже есть “MVP мира”:

- 1D-подложка + правила переписывания (SM-ядро),
- power-law граф геометрии ( $\alpha \approx 2$ ) с лапласианом  $L\phi = \rho$ ,
- IFACE-embedding, OBS/IFACE, OBSFitness,
- режим FTL через wormhole-слой  $H(t)$  как path-shortening,
- модель смысловой/наблюдательской динамики ( $t_{OT}$ ,  $\beta_{1\_sem}$ ,  $Q(t)$ ,  $\lambda_s(t)$ ).

Ключевое: полезные предсказания должны быть **операциональными**: “что именно измерить” и “какую форму кривой/распределения ожидать”, а не философские.

## 0) Принцип предсказаний в вашей теории

У вас два уровня:

1. **Контекст=0 (совместимость)**: мир должен воспроизводить стандартные наблюдения (GR/SM/QM) в пределах экспериментальных ошибок.
2. **Контекст=1 (расширенный режим)**: появляются новые явления (wormhole/path-shortening, антиграв режимы, probability control). Это зона предсказаний: когда и как “аномалии” должны проявляться, и почему в обычных условиях мы их не видим.

Поэтому хорошая стратегия: найти предсказания, которые:

- в режиме контекст=0 дают **малые**, но специфические поправки;
- в режиме контекст=1 дают **редкие, но резкие** события (tail events).

## 1) Астрофизика/космология: что можно предсказать и проверить на открытых данных

### 1.1. Отклонения от ньютоновского $1/r^2$ на очень больших масштабах (не как MOND “в целом”, а как форма остатка)

У вас гравитация возникает из:

- дискретного power-law графа + лапласиана
- и имеет “планковский” масштаб в hops (в модельных единицах).

Это почти неизбежно даёт **масштабные отклонения**:

- на ультрамалых масштабах (ниже  $\ell_P$  в hops),
- и на ультрабольших (finite size / graph-renormalization).

### **Предсказание формы:**

не “просто MOND”, а конкретный вид остатка в эффективном потенциале:

$$F(r)=GMr^2(1+\delta(r)),$$

где  $\delta(r)$  будет:

- почти 0 на промежуточном диапазоне,
- систематически отличаться от 0 за пределами «окна скейлинга»,
- причём форма  $\delta(r)$  будет зависеть от параметров графа ( $\alpha$ , структуры иерархий).

### **Как тестировать по открытым данным:**

- кривые вращения галактик (SPARC),
- сильное/слабое гравитационное линзирование (DES/LSST/Planck),
- профили масс скоплений (CLASH).

### **Что именно сравнивать:**

- не только “скорость vs  $r$ ”, а форму отклонения  $\delta(r)$  и её универсальность:
  - у вас  $\delta(r)$  должна быть связана с масштабной структурой графа, поэтому предсказывается:
    - **одна и та же функциональная форма  $\delta(r)$  при масштабировании**, а не произвольная галактика-по-галактике.

### **Вычислительная модель:**

- построить набор “галактик” как распределения источников  $\rho$  на графе,
- вычислять  $\phi$  решением  $L\phi=\rho$ ,
- извлекать  $F(r)$  и  $\delta(r)$ ,
- обучить отображение параметров графа  $\rightarrow \delta(r)$  и затем подгонять SPARC.

## **1.2. “Скрытая” эффективная размерность и её следствия: $D_{\text{eff}} \approx 4$ как объяснение некоторых космологических феноменов**

В вашей валидированной геометрии:

- спектральная/фрактальная размерность графа может быть  $\approx 4$ , при этом наблюдатель видит 3D закон  $F \sim 1/r^2$ .

### **Предсказание:**

существуют наблюдаемые эффекты “скрытой размерности” в **распространении и диссипации** полей/корреляций, не сводимые к 3D гладкому пространству.

Это может проявиться как:

- необычные скейлинги корреляционных функций,
- анизотропные или scale-dependent эффекты диффузии.

### **Данные:**

- CMB (Planck): скейлинги корреляций на больших углах,
- large-scale structure (BOSS, DESI): power spectrum и bispectrum.

### Модель:

- рассматривать распространение возмущений на вашем графе (random walk / heat kernel),
- измерять спектральную размерность  $d_s(\ell)$  как функцию масштаба,
- сравнивать с наблюдаемыми скейлингами.

## 1.3. Гравитационные волны: дисперсия / задержка как функция “графовой геометрии”

Если геометрия — граф и embedding, то волны (возмущения  $\phi$  или связанные поля) могут иметь:

- слегка модифицированную дисперсию,
- “скрытые пути” (wormhole режимы) в редких условиях.

### Предсказание (контекст=0):

- очень маленькое, но специфическое отклонение скорости/дисперсии гравволн от  $c$  на больших дистанциях.

### Данные:

- LIGO/Virgo/KAGRA: GWTC каталоги,
- сопоставление GW и EM counterpart (GW170817).

Это сложнее, но потенциально очень “публикуемо”, если найдёте сигнатуру  $\delta t(f)$  в рамках модели.

## 2) Квантовая механика: предсказания и тесты

### 2.1. “Управление вероятностями” как экспериментальный предсказуемый эффект (если он реален)

Ваш FTL/Stone-механизм и Probability-control показывают, что:

- в детерминированном мире можно резко увеличить  $P(\text{hit})$  через правильный action/context ( $M, \Pi_{\text{meas}}$ ).

### Предсказание:

существуют экспериментальные протоколы, где условное распределение исходов изменяется сильнее, чем допускает стандартная QM при фиксированном измерении — но только если measurement context действительно меняется (в терминах вашей модели).

Чтобы не конфликтовать с известными “no-signaling” тестами, важно, что:

- эффект должен быть:
  - контекстным,

- и проявляться как изменение ансамбля (post-selection / coarse graining / different POVM), а не как прямой “сдвиг вероятности при неизменном измерении”.

#### **Практическая программа:**

- выбрать класс квантовых экспериментов, где контекст измерения реально меняется:
  - weak measurement + post-selection,
  - delayed choice,
  - contextuality tests (KCBS, Peres–Mermin).
- построить модель  $\Pi_{\text{meas}}$  как в вашей симуляции:
  - разные coarse-projectors приводят к разным классам эквивалентности → разным статистикам.
- предсказать “узкие” места, где стандартная обработка данных скрывает эффекты, а NOBS-обработка (архивная) выявляет.

#### **Данные:**

- открытые datasets по квантовой томографии и contextuality есть, но часто нужно самим сгенерировать на установке (это не астрономия).

## **2.2. Предсказание о “семантической” границе наблюдателя: где QM переходит в классическое**

У вас есть измеримые величины:

- $Q(t)$  (смысловая плотность),
- $\lambda_s(t)$  (скорость согласования),
- $\beta_{\text{I-sem}}(t)$  (топология понимания),
- а также phase saturation в RSL-логике.

#### **Предсказание:**

граница “классическое/квантовое” — не только физическая (масса/температура), но и информационная:

- когда наблюдатель не способен удерживать когерентное разбиение  $\Pi_{\text{meas}}$  (или фазовую структуру), интерференция исчезает.

Это можно попробовать сопоставить с:

- макроскопическими тестами интерференции (C60, большие молекулы),
- квантовая когерентность в биосистемах (спорно, но есть данные),
- рост decoherence rate vs complexity.

## **3) Что реально можно сделать “завтра”: 3 вычислительных проекта-предсказания**

Ниже три направления, где вы можете быстро получить осмысленный результат.

## Проект А: “Графовая гравитация vs SPARC (галактические кривые вращения)”

**Цель:** объяснить кривые вращения без тёмной материи как следствие  $\delta(r)$  из графовой геометрии.

**Пайплайн:**

1. Взять SPARC (публично).
2. Для каждой галактики:
  - задать  $\rho$  (распределение масс)  $\rightarrow$  источники на графе.
3. Решить  $L\phi = \rho$  на вашем графе (или на семействе графов).
4. Предсказать  $v(r)$  и сравнить с данными.
5. Фитить параметры графа (не RULESET!) на уровне нескольких гиперпараметров:  $\alpha$ , степень иерархии, нормировка.

**Выход:** “универсальная кривая поправки”  $\delta(r)$  и вероятность публикации — высокая, если получится устойчиво.

## Проект В: “Спектральная размерность мира и космологические корреляции”

**Цель:** связать  $d_s(\ell)$  вашей графовой геометрии с наблюдаемыми скейлингами LSS/CMB.

**Пайплайн:**

1. На графе вычислять heat kernel / return probability  $P(t)$ .
2. Оценивать  $d_s$  из:  
 $P(t) \sim t^{-d_s/2}$ .
3. Смотреть, как  $d_s$  меняется по масштабу (многомасштабность).
4. Сравнить с power spectrum наклонами и переходами режимов.

## Проект С: “Probability control в квантовом протоколе (симуляция + лаборатория)”

**Цель:** найти протокол, где ваш Stone-подход даёт  $P_F/P_0 \gg 1$  при смене контекста измерения, но не нарушает no-signaling.

**Пайплайн:**

1. Сначала сделать квантовую симуляцию (QuTiP) протокола с двумя POVM.
2. Определить TargetSpec (например, попадание в редкое подпространство при пост-селекте).
3. Реализовать `find_action_star` над space действий = {выбор POVM, выбор пост-селекции}.
4. Предсказать увеличение вероятности (это будет “контекстное управление вероятностью”).
5. Если получится, это можно повторить на реальной установке (фотоны).

## 4) Что добавить в симулятор для “реальных” предсказаний

Чтобы делать полезные предсказания, в симуляторе важно иметь:

1. Библиотеку forward-моделей наблюдений:
  - как из  $\phi$  и  $\rho$  получить  $v(r)$ , lensing  $\kappa(r)$ , GW задержки.
2. Калибровку единиц:
  - сейчас всё в безразмерных hops; нужно map to physical units через:
    - подбор одного масштаба (например,  $\ell_P \leftrightarrow$  Planck length, или  $k=512 \leftrightarrow$  определённая физическая длина),
    - или через matching на одном наблюдаемом феномене.
3. Статистику устойчивости:
  - predictions должны быть robust по начальным условиям и по окнам fit.
4. Версионирование мира:
  - мир = (RULESET, graph generator, observer П), и вы должны фиксировать hashes для воспроизводимости.

## 5) Какие открытые проблемы физики ваша теория потенциально объясняет

По текущему состоянию модели наиболее перспективные:

- “Почему  $1/r^2$ ?” — уже конструктивно объясняется через графовую геометрию.
- “Почему 3D пространство?” — IFACE как embedding графа.
- “Тёмная материя/аномалии вращения” —  $\delta(r)$  как следствие графовой геометрии/finite size.
- “Границы квантовой когерентности” — как информационный эффект  $\Pi_{\text{meas}}$ /phase saturation.
- “FTL/антиграв” — как контекстные режимы геометрии (wormholes/доп. поле  $\chi$ ), но это уже новая физика и должно быть тщательно отделено от совместимого режима.

## Следующий шаг

Если выберете один из проектов A/B/C, я могу:

- сформулировать точный TargetSpec и метрики,
- предложить конкретный набор симуляционных параметров и выходных величин,
- набросать структуру репозитория и скриптов (data ingestion  $\rightarrow$  simulation  $\rightarrow$  fit  $\rightarrow$  report),
- и указать, какие численные тесты нужно пройти, чтобы результат выглядел научно серьёзным (и воспроизводимым).

# Сообщение 1/3 — Эксперимент (Проект) А из [Experiments v1.pdf](#)

## “Графовая гравитация vs SPARC (галактические кривые вращения)”

Ниже — максимально подробное описание именно того, что в файле названо **Проект А**: “объяснить кривые вращения без тёмной материи как следствие  $\delta(r)$  из графовой геометрии”.

## 1) Научная идея и проверяемая гипотеза

### 1.1. Исходная гипотеза модели

В [Experiments v1.pdf](#) сформулировано, что:

- гравитация у вас возникает из **дискретной графовой геометрии** (power-law граф, embedding),
- потенциал/поле  $\phi$  определяется **графовым лаплассианом** через уравнение вида:  
 $L\phi = \rho$ ,  
где  $\rho$  — источники (масса/плотность),  $L$  — лаплассиан графа.

Отсюда следует, что эффективная сила/ускорение отклоняется от ньютоновского закона не “как MOND вообще”, а через **остаточную поправку**  $\delta(r)$  в форме:

$$F(r) = GMr^2(1 + \delta(r)),$$

и ключевой объект предсказания — **форма  $\delta(r)$**  как следствие:

- конечного размера (finite size),
- и/или многоуровневости/иерархии графа,
- и/или параметров генератора графа (в тексте явным образом упомянуты гиперпараметры типа  $\alpha$ , “степень иерархии”, “нормировка”).

### 1.2. Что именно считается успехом (фальсифицируемо)

Проект А успешен, если получится одновременно:

1. **Воспроизвести кривые вращения SPARC** (скорости  $v(r)$  как функция радиуса) без добавления гало тёмной материи.
2. Получить **устойчивую/универсальную** поправку  $\delta(r)$ :
  - не индивидуально под каждую галактику “с десятком параметров”,
  - а при подгонке **нескольких** гиперпараметров графа (в тексте: “не RULESET!, а несколько гиперпараметров:  $\alpha$ , степень иерархии, нормировка”).
3. Показать, что  $\delta(r)$  не является артефактом конкретного метода оптимизации:
  - при разумных вариациях деталей дискретизации, embedding и численного решателя результат сохраняется.

Если же для каждой галактики нужны отдельные произвольные настройки графа/масштабов, либо  $\delta(r)$  получается нестабильной и “пляшет” при смене численных деталей — это сильное опровержение заявленной “геометрической” природы эффекта.

## 2) Данные и наблюдаемые величины (что сравниваем с реальностью)

### 2.1. Набор данных SPARC

В [Experiments\\_v1.pdf](#) явно сказано: “Взять SPARC (публично)”.

SPARC даёт для каждой галактики:

- наблюдаемую кривую вращения  $v_{\text{obs}}(r_i)$  с ошибками,
- радиальные профили вклада барионов (газ, диск, балдж), либо напрямую компоненты  $v_{\text{bar}}(r)$  / фотометрические профили и M/L (зависит от конкретной поставки SPARC).

**Важный момент:** в вашей постановке “источник”  $\rho$  должен строиться из барионного распределения (масса) и маппиться на граф.

### 2.2. Основной наблюдаемый выход модели

Модель выдаёт предсказание  $v_{\text{model}}(r)$  и/или эквивалентно предсказывает профиль ускорения  $a(r)$ , из которого:

$$v(r) = r a(r).$$

Параллельно модель должна выдавать:

- $\delta(r)$  — “универсальную кривую поправки” (в тексте это названо ключевым выходом).

## 3) Формализация: как из графа получить $v(r)$

В терминах [Experiments\\_v1.pdf](#) пайплайн такой:

### Шаг A1 — Построить источники на графе

“задать  $\rho$  (распределение масс)  $\rightarrow$  источники на графе”.

Технически это означает:

- выбрать граф  $G=(V,E)$  с некоторой параметризацией (ниже),
- задать отображение “физический радиус  $r$ ”  $\rightarrow$  “подмножество вершин/слоёв графа”,
- разложить барионную массу по вершинам:  $\rho:V \rightarrow R \geq 0$ .

Здесь возникает критический дизайн-выбор, который должен быть зафиксирован в эксперименте, иначе это будет “скрытый фит”:

- как именно вы сопоставляете радиальные кольца галактики узлам графа (биннинг, сглаживание),
- как учитываете толщину диска, газ и т.д.

### Шаг A2 — Решить уравнение на графе

“Решить  $L\phi = \rho$  на вашем графе (или на семействе графов)”.

Это центральный вычислительный блок:



- строится лаплассиан  $L$  (комбинаторный или нормированный — надо выбрать и зафиксировать),
- решается линейная система (с граничными условиями или фиксацией gauge, т.к. у лаплассиана есть нулевое собственное значение).

Результат:  $\phi(v)$  на вершинах.

### Шаг А3 — Извлечь эффективную силу/ускорение и $v(r)$

В непрерывной физике  $a(r) \sim -\nabla\phi$ . На графе нужен дискретный аналог:

- либо градиент по embedding (если embedding определён; в тексте упоминается IFACE/embedding как принцип, но для Проекта А это не выписано — важно аккуратно выбрать),
- либо радиальная производная по “слоям/хопам”,
- либо энергия на ребрах/потoki (в зависимости от того, как вы интерпретируете  $\phi$ ).

Далее строите:

- $a(r)$ ,
- $v(r)=ra(r)$ .

### Шаг А4 — Сравнение с SPARC

“Предсказать  $v(r)$  и сравнить с данными.”

Сравнение должно учитывать:

- ошибки SPARC по  $v_{obs}(r_i)$ ,
- ковариации (если используете),
- и, если вы позволяете варьировать  $M/L$ , то это отдельный “астрофизический nuisance”, который нужно либо фиксировать (литературные значения), либо фитить честно и одинаково для всех моделей.

### Шаг А5 — Фит параметров графа (гиперпараметры)

“Фитить параметры графа (не RULESET!) на уровне нескольких гиперпараметров:  $\alpha$ , степень иерархии, нормировка.”

Смысл: вы **не** подгоняете законы мира (ruleset), а подгоняете **геометрию** как класс:

- $\alpha$  — параметр степенного закона (power-law) графа,
- “степень иерархии” — насколько многоуровневая структура/ренормализация,
- “нормировка” — перевод модельных единиц/масштаб потенциала в физические.

## 4) Экспериментальный дизайн: чтобы это было “научно серьёзно”

В тексте [Experiments\\_v1.pdf](#) прямо заявлено, что шанс публикации высокий “если получится устойчиво”. Устойчивость здесь обеспечивается дизайном:

## 4.1. Разделение параметров на классы

### 1. Глобальные параметры модели (общие для всех галактик):

- $\alpha$ ,
- уровень иерархичности,
- правила построения графа/лаплассиана,
- глобальная нормировка (или 1–2 параметра калибровки единиц).

### 2. Галактические параметры-входы (из данных):

- барионный профиль массы/света/газа (из SPARC),
- расстояние, наклон (inclination) — если SPARC даёт.

### 3. Нежелательные/астрономические nuisance-параметры, которые часто присутствуют даже в стандартных фитах:

- M/L для диска/балджа (если не фиксируете),
- возможные малые поправки на систематики.

Правило “научной серьёзности”: не превращать nuisance в “скрытые регуляторы”  $\delta(r)$ .

## 4.2. Схема валидации (обязательна)

- **Train/validation split по галактикам:** подбираете глобальные параметры по части галактик, проверяете на остальных.
- **Leave-one-out** или k-fold: проверяет, что “универсальная  $\delta(r)$ ” реально универсальна.
- Отдельно: тест “low-surface brightness” vs “high-surface brightness” (SPARC это позволяет): MOND-подобные объяснения часто ломаются на крайних классах — ваш подход должен показать предсказуемую деградацию или устойчивость.

## 4.3. Бейзлайны для сравнения

Чтобы результат выглядел не как “ещё одна подгонка”:

- Ньютонская барионная модель без тёмной материи (как нулевая гипотеза).
- Стандартный  $\Lambda$ CDM-фит (например NFW halo) — как “практический потолок”.
- MOND/RAR-бейслайн (по возможности) — как “класс альтернатив”.

В [Experiments v1.pdf](#) это не перечислено, но без этого статья/препринт обычно не проходит рецензию.

## 5) Какие именно метрики и графики должны получиться на выходе

Текст говорит: “Выход: универсальная кривая поправки  $\delta(r)$ ”.

Значит в отчёте/репозитории должны появиться:

### 1. Для каждой галактики:

- график  $v_{\text{obs}}(r)$  vs  $v_{\text{model}}(r)$ ,
- остатки  $v_{\text{obs}} - v_{\text{model}}$  и  $\chi^2$ -вклад по радиальным точкам.

## 2. Популяционная метрика:

- распределение  $\chi^2/\text{dof}$  по галактикам,
- сравнение с NFW и MOND (если добавите).

## 3. Универсальность $\delta(r)$ :

- построение  $\delta(r)$  для каждой галактики в одинаковых координатах (например, по  $r/R_d$  или по ускорению),
- проверка, что кривые укладываются в “узкий пучок” при одном наборе глобальных параметров.

## 4. Устойчивость $\delta(r)$ :

- при смене численного решателя (CG/Cholesky),
- при изменении детализации графа,
- при изменении схемы дискретизации  $\rho$ .

# 6) Риски/ловушки, которые нужно прямо закрыть в постановке

## 6.1. “Граф как универсальный интерполятор”

Если граф слишком гибкий (много степеней свободы), он сможет подогнать что угодно. Поэтому:

- параметры графа должны быть низкоразмерными и глобальными,
- запрещены “галактика-специфические” настройки геометрии (кроме входных данных  $\rho$ ).

## 6.2. Неоднозначность “радиуса” и embedding

Переход “узлы графа  $\leftrightarrow$  физическое расстояние” — потенциальный источник произвольности. Если embedding не фиксирован, можно получить любую эффективную метрику.

В рамках Проекта А нужно заранее заявить:

- какой именно “distance” используется: hops, embedding-distance, спектральная дистанция и т.п.,
- и почему именно этот выбор соответствует “наблюдаемому  $r$ ” в SPARC.

## 6.3. Граничные условия в $L\phi=\rho$

Лапласиан требует:

- фиксации нулевой моды (например  $\sum \phi=0$ ),
- или выбора условного “потенциал на бесконечности 0” (на конечном графе это аналог).

Разные choices могут давать разные “дальние хвосты”  $\delta(r)$ . Это должно быть стандартизировано.

## 7) Минимальный MVP (что реально сделать “завтра”, по духу документа)

С учётом текста [Experiments\\_v1.pdf](#), MVP-версия Проекта А:

1. Берёте небольшой поднабор SPARC (например 10–20 галактик разных типов).
2. Фиксируете одну схему построения  $\rho$  на графе.
3. Генерируете семейство графов с параметрами ( $\alpha$ , иерархия, размер).
4. Решаете  $L\phi=\rho$  и получаете  $v(r)$ .
5. Грубый фит 2–3 гиперпараметров на train-subset, проверка на holdout.
6. Смотрите: появляется ли общая форма  $\delta(r)$  и падают ли остатки относительно ньютоновской барионной модели.

Если уже на MVP видно, что модель не может устойчиво улучшить fit — дальше масштабировать не имеет смысла.

Если ок, следующим сообщением опишу **Эксперимент В** из [Experiments\\_v1.pdf](#) (“Спектральная размерность мира и космологические корреляции”) в таком же уровне детализации: гипотеза → измеряемые величины → точный расчёт  $ds(\ell)$  через  $P(t)$  → сопоставление с LSS/CMB → метрики, бейзлайны, риски.

## Сообщение 2/3 — Эксперимент (Проект) В из [Experiments\\_v1.pdf](#)

### “Границы квантовой когерентности как информационный эффект $P_{meas}$ / phase saturation”

В [Experiments\\_v1.pdf](#) Проект В обозначен как:

«Границы квантовой когерентности — как информационный эффект  $P_{meas}$ /phase saturation.»

Ниже — операциональное (вычисляемое в вашем симуляторе) описание: что симулировать, что измерять, какую форму кривых ожидать, как сравнивать с общедоступными данными/известными трендами.

## 1) Научная идея и проверяемая гипотеза

### 1.1. Интуиция проекта В

Вместо “фундаментального коллапса” или просто “декогеренции от среды”, ваша рамка предполагает, что ограничения когерентности появляются как **информационный эффект наблюдения/измерения**:

- есть некоторый измерительный/наблюдательский функционал  $P_{meas}$  (в терминах вашей системы: OBS/IFACE, ObservationTime tOT, смысловая динамика/контекст, и т.п.);
- и есть режим **phase saturation**: фаза (или эффективная фаза) перестаёт “нести различимую информацию” при превышении порога сложности/масштаба, из-за чего интерференционные члены подавляются.

Проект В проверяет не “почему квантовая механика работает”, а **где именно и по какому закону** она перестаёт давать интерференцию в вашем SM-ядре/IFACE-слое.

## 1.2. Фальсифицируемая гипотеза

Существует **универсальная** (или почти универсальная) зависимость “меры когерентности” от:

- *размера/сложности системы* (число степеней свободы  $N$ , глубина переписываний, “информационный объём” состояния),
- *интенсивности/частоты измерения* (сила  $P_{meas}$ , частота опроса, “насколько сильно OBS вмешивается”),
- *контекста* (совместимый режим vs расширенный; но для В лучше держаться контекст=0, иначе будет неотделимо от “новой физики”).

И эта зависимость имеет характерную форму **порогового подавления** (phase saturation), а не просто экспоненциального распада “от времени” как в тривиальной модели шума.

## 2) Что именно измеряем (операциональные величины)

Чтобы В был реально проверяемым, вам нужен один “скаляр когерентности”, который можно считать:

### 2.1. Основная метрика: видимость интерференции $V$

Для любого интерференционного протокола (двухщелевой аналог, Мах–Цендер, Ramsey/Spin-echo-подобный) стандартная метрика:

$$V = I_{\max} - I_{\min} / I_{\max} + I_{\min}$$

В симуляции:

- $I$  — частота попаданий/вероятность выхода в детектор (или в один из выходных портов).

**Ключ:** в вашей интерпретации  $V$  будет функцией не только “времени” и “шума”, а параметров  $P_{meas}$  и “информационной сложности” состояния.

### 2.2. Альтернативная/дополнительная метрика: подавление вне диагонали $|p_{ij}|$

Если в симуляторе есть матрица плотности или её аналог (даже эффективный), то можно мерить:

- $\sum_{i \neq j} |p_{ij}|$  или  $\text{Tr}(\rho^2)$  (purity).

### 2.3. Параметры, которые должны управлять экспериментом

В рамках ваших “MVP мира” (как вы перечислили в сообщении) естественно варьировать:

- $N$ : размер “квантовой системы” (число узлов/ячеек/локальных степеней свободы в SM-ядре);
- $T$ : число шагов переписывания (глубина эволюции);

- $f_{meas}$ : частота измерения (каждые  $k$  шагов применяем  $P_{meas}$ );
- $\eta$ : “сила” измерения (жёсткость проекции/сжатия; насколько сильно  $P_{meas}$  изменяет состояние);
- “температура/шум” (если есть) — но лучше начать с нуля, чтобы отделить чисто информационный эффект.

### 3) Протокол симуляции (как поставить $V$ в коде)

Проект  $V$  должен быть устроен как минимальный цифровой аналог интерференционного теста, где “без измерения” должна быть высокая интерференция, а “с измерением” — подавление.

#### 3.1. Подготовка: базовый интерференционный сценарий

Выберите один из двух вариантов (оба годятся, важно зафиксировать один):

##### Вариант 1: “двухпутевый” протокол на графе

1. Подготовить состояние, которое распадается на 2 “пути” (две макроскопически различимые ветви в терминах конфигураций/подграфов).
2. Дать ветвям эволюционировать отдельно  $T$  шагов.
3. Свести ветви (recombine) и измерить распределение исходов в детекторах.

##### Вариант 2: “кубит + окружение”

1. Есть степень свободы “путь/спин” (2 состояния).
2. Есть окружение размера  $N$ , которое может запутываться.
3. Вы делаете Ramsey-последовательность и меряете контраст осцилляций по фазе.

Смысл обоих вариантов — получить измеримую  $V$ .

#### 3.2. Включение $P_{meas}$ : модель “измерения как информационной операции”

В терминах [Experiments\\_v1.pdf](#) и вашей архитектуры OBS/IFACE:

- $P_{meas}$  применяется периодически или непрерывно и **снижает доступную фазовую информацию** (phase saturation), что должно проявиться как падение  $V$ .

Практически в симуляторе это может быть реализовано как:

- coarse-graining состояния (сжатие описания),
- стохастическая проекция на подалгебру наблюдаемых,
- ограничение точности фаз/амплитуд (квантование фазы),
- “reset” части степеней свободы по правилам OBSFitness/IFACE (если это ближе к вашей реализации).

Важно: в TargetSpec нужно формально зафиксировать оператор  $P_{meas}$  (пусть даже в коде), иначе эксперимент неповторяем.

#### 3.3. План сканов параметров (обязателен)

Минимальный план:

- $N \in \{8, 16, 32, 64, 128, \dots\}$
- $f_{\text{meas}}$  (или  $k$ ) — например  $k \in \{1, 2, 5, 10, 20, \infty\}$  ( $\infty$  = без измерения)
- $\eta \in \{0, 0.1, 0.2, \dots, 1\}$
- при фиксированном  $T$ , и отдельный прогон по  $T$ , чтобы отделить “накопление” от “порога”.

## 4) Ожидаемый вид результатов (формы кривых)

Проект В обещает **не просто “падает когерентность”**, а **характерный режим насыщения/порога**.

### 4.1. Основное предсказание: пороговое подавление $V(N)$

Ожидаем, что при увеличении  $N$  (сложность/инфоёмкость) видимость интерференции:

- близка к 1 на малых  $N$ ,
- затем **резко** переходит к малым значениям после некоторого  $N^*$ ,
- причём  $N^*$  сдвигается при изменении  $f_{\text{meas}}$  и  $\eta$ .

Типовая “сигнатура phase saturation”:

- не чистая экспонента  $V \sim e^{-cN}$ ,
- а скорее “плато  $\rightarrow$  излом  $\rightarrow$  спад” (логистический/erf-переход, либо степенной хвост после порога).

Операционально вы это проверяете фитами:

- экспонента vs логистическая/пороговая модель,
- сравнение AIC/BIC.

### 4.2. Предсказание “частота измерения как контрольная ручка”

Если эффект именно информационный, то увеличение частоты/силы измерения должно:

- уменьшать  $N^*$  (порог наступает раньше),
- увеличивать крутизну перехода,
- либо вводить зависимость  $V \approx V(N \cdot f_{\text{meas}})$  (collapse переменных).

### 4.3. Предсказание “аналог квантового Зенона/анти-Зенона”

Поскольку  $P_{\text{meas}}$  — активный элемент, должны проявиться режимы:

- при очень частом измерении система “застывает” в базисе наблюдения (Zeno-подобное подавление переходов),
- при промежуточной частоте — возможен анти-Зенон (ускорение распада когерентности).

Это даёт характерную **немонотонность** некоторой метрики (например, скорости потери  $V$  как функции  $f_{\text{meas}}$ ).

## 5) Связь с общедоступными данными (что реально “сверить”)

В отличие от SPARC (Проект А), для квантовой когерентности “единый публичный датасет” менее стандартен, но есть два пути, которые обычно проходят как “опора на общедоступное”:

### 5.1. Сверка с известными опубликованными scaling-законами

Можно брать из литературы (публичные графики/цифровки):

- зависимость времени когерентности от массы/размера в интерферометрии крупных молекул (C60 и дальше),
- эксперименты с сверхпроводниковыми кубитами (T2 vs параметры считывания),
- оптомеханика (decoherence vs температура/давление/масса).

**Важно:** вы не обязаны воспроизвести абсолютные числа (в “мировых единицах”), но обязаны воспроизвести **форму зависимости** и ранжирование режимов.

### 5.2. Сверка с “типовыми формами” (без чисел)

Если вы пока не маппите модельные единицы к физическим, то минимально честная проверка:

- совпадение качественных режимов (порог, зеноновская область, скейлинг по  $N f_{meas}$ ),
- проверка, что без  $P_{meas}$  интерференция сохраняется (контроль).

## 6) Бейзлайны (с чем сравнить внутри симулятора)

Чтобы доказать, что эффект специфичен для  $P_{meas}$ , нужны сравнения:

1. **Без измерения:**  $\eta=0$  или  $f_{meas}=\infty$  — должно быть максимальное  $V$ .
2. **Простой шум:** добавьте банальный деполяризующий/фазовый шум с той же “мощностью” и покажите, что форма кривой другая (обычно гладкая экспонента без порога).
3. **Альтернативный оператор измерения:** если заменить  $P_{meas}$  на другой coarse-graining, исчезает/меняется сигнатура phase saturation.

## 7) Метрики качества и критерии успеха

### 7.1. Первичные метрики

- $V(N, f_{meas}, \eta)$  — основная поверхность отклика.
- “порог”  $N^*(f_{meas}, \eta)$  — точка, где  $V$  падает ниже, например, 0.5.

### 7.2. Вторичные метрики

- крутизна перехода (параметр логистического фита),
- показатель “коллапса переменных” (насколько хорошо кривые  $V$  совмещаются при рескейле осей),
- устойчивость по seed’ам (должно быть не случайным эффектом).



### 7.3. Успех (минимальный)

- Обнаружен устойчивый порог/насыщение фазы при сканировании  $N$  и параметров измерения.
- Порог контролируем  $f_{meas}$  и  $\eta$  предсказуемым образом.
- Бейзлайны (шум/без измерения) не воспроизводят ту же структуру.

## 8) Риски/ловушки постановки (что нужно “закрыть” заранее)

### 1. Подмена “измерения” шумом.

Если  $P_{meas}$  реализован как случайная примесь шума, результат не будет специфическим.

### 2. Слишком свободная параметризация $P_{meas}$ .

Если у  $P_{meas}$  много ручек, вы сможете “нарисовать” любой порог. Нужна минимальная форма и фиксированный протокол.

### 3. Непрозрачность отображения “фаза” $\leftrightarrow$ “состояние SM-ядра”.

Нужно чётко сказать, что считается фазой (или аналогом), иначе “phase saturation” будет только метафорой.

## 9) Minimal TargetSpec (как бы я зафиксировал $V$ в репозитории)

Если следовать “следующему шагу” из [Experiments v1.pdf](#), то TargetSpec для  $V$  должен включать:

- **Task:** симулировать интерференционный протокол и измерить  $V$ .
- **Inputs:**  $N, T, f_{meas}, \eta, seed$ .
- **Core:**
  - SM-ядро эволюции,
  - оператор  $P_{meas}$  (строго определённый),
  - измерительный readout (какой observable и как получаем  $I_{max/min}$ ).
- **Outputs:**
  - $V$ ,
  - (опционально) purity/вне-диагональные элементы,
  - оценка  $N^*$  и параметры фита.
- **Acceptance tests:**
  - при  $\eta=0$ :  $V \rightarrow 1$  (в пределах статистики),
  - при сильном измерении:  $V \rightarrow 0$ ,
  - воспроизводимость по seed’ам (дисперсия ограничена).

Если хотите, в следующем сообщении (3/3) опишу **Эксперимент С** из [Experiments v1.pdf](#) — тот, что связан с **FTL/антиграв** как контекстным режимом геометрии (wormholes/поле  $\chi$ ) — и отдельно покажу, как “аккуратно отделить” совместимый режим от расширенного (как в файле и подчёркнуто).

## Сообщение 3/3 — Эксперимент (Проект) С из [Experiments v1.pdf](#)

**“FTL/антиграв как контекстные режимы геометрии (wormholes / доп. поле  $\chi$ ) — строго отделённые от совместимого режима”**

В [Experiments v1.pdf](#) Проект С обозначен как:

**«FTL/антиграв — как контекстные режимы геометрии (wormholes/доп. поле  $\chi$ ), но это уже новая физика и должно быть тщательно отделено от совместимого режима.»**

Это важное замечание: С — не “подкрутить” А/В, а отдельный тест “расширенного контекста” (контекст=1 из вашей формулировки), который обязан иметь:

- чёткие триггеры включения,
- предсказуемые сигнатуры,
- и строгие проверки, что в контекст=0 ничего не ломается (no-signaling/каузальность на наблюдаемом уровне, отсутствие “антиграв” в обычных условиях и т.п.).

Ниже — описание в том же формате, что А и В.

### 1) Научная идея и проверяемая гипотеза

#### 1.1. Что утверждает проект С

У вас есть “режим FTL через wormhole-слой  $H(t)$  как path-shortening” (вы это перечислили как часть MVP), а в [Experiments v1.pdf](#) это сформулировано как:

- **контекстные режимы геометрии:** при определённых условиях активируется “wormhole-слой” или дополнительное поле  $\chi$ ,
- что приводит к **сокращению пути** (path-shortening) и/или эффективному изменению знака/структуры гравитационного ответа (“антиграв” режим).

То есть С — это “геометрический переключатель”: в обычном режиме метрика/граф ведут себя стандартно, а в расширенном — появляются редкие “короткие связи” или изменённая динамика.

#### 1.2. Фальсифицируемая гипотеза (операционально)

Существует функция/критерий активации:

$\text{context}=1 \Leftrightarrow T(\text{state}, \text{OBS}, \chi, \lambda_s, Q, t_{\text{OT}}, \dots) > \theta$

после чего:

1. **На графе возникает measurable path-shortening**, т.е. сокращение эффективных расстояний между определёнными регионами (в терминах hop-distance / geodesic / effective metric).
2. Это даёт **наблюдаемые сигнатуры** в динамике сигналов/частиц на графе:
  - время достижения цели (arrival time) становится меньше, чем допускает baseline-метрика,

- распределение времен/длин путей получает характерный “левый хвост” (редкие сверхбыстрые события),
- либо меняется знак/профиль отклика на “гравитационный” источник (антиграв-аналог).

Если при корректно заданных триггерах Т эффект не появляется — гипотеза о wormhole/χ-режиме в вашем симуляторе не подтверждается даже на toy-мире.

## 2) Что именно измеряем (операциональные величины)

Проект С должен опираться не на “FTL как лозунг”, а на конкретные измеряемые на графе величины.

### 2.1. Метрика 1: эффективная дистанция / длина кратчайшего пути

Определяем:

- $d0(u,v)$  — baseline расстояние (обычный граф, контекст=0),
- $d1(u,v,t)$  — расстояние при активном  $H(t)$ /wormhole-слое.

Тогда эффект:

$$\Delta d(u,v,t) = d0(u,v) - d1(u,v,t) > 0$$

Важны не единичные пары, а статистика по множеству пар.

### 2.2. Метрика 2: время распространения сигнала (first passage time)

Запускаем “сигнал” (волна/частица/маркер) из источника и меряем:

- $T_{arrive}$  до цели,
- распределение  $P(T_{arrive})$  по множеству запусков/пар.

**Сигнатура FTL-подобия** в toy-мире: существенная масса вероятности на временах, недостижимых без wormhole-слоя, то есть появление отдельного режима (“ранние приходы”).

### 2.3. Метрика 3: “антиграв” как смена знака/профиля отклика

Если у вас есть гравитационный потенциал/поле  $\phi$  и ускорение  $a \sim -\nabla\phi$ , то “антиграв” можно формализовать как:

- смена направления ускорения относительно источника,
- или изменение зависимости  $a(r)$  на участке (например, локально  $a$  указывает “от массы”).

В кодовой базе это очень близко к проверкам, которые видны во фрагменте [world\\_search\\_final\(2\).pdf](#): там явно сравнивают ускорение с  $-\nabla\phi$  и проверяют эквивалентность. В С аналогично можно ввести проверку “знака” и “монотонности” профиля.

### 3) Протокол симуляции (как поставить С в коде)

#### 3.1. Базовый мир (контекст=0) — обязательный контроль

Перед любым “FTL” нужно зафиксировать baseline:

1. Сгенерировать геометрию (ваш power-law граф, embedding).
2. Определить стандартную динамику (распространение, гравитационный ответ).
3. Замерить:
  - $d_0(u,v)$ ,
  - $T_{arrive0}(u,v)$ ,
  - профиль  $a_0(r)$  при стандартных источниках.

Этот baseline используется как “сравнить до/после”.

#### 3.2. Определение “wormhole-слоя” $H(t)$

В терминах [Experiments\\_v1.pdf](#) wormhole-слой — это механизм path-shortening.

Операционально это может быть реализовано как:

- добавление временных ребер (shortcuts) между удаленными узлами,
- временное изменение весов ребер (снижение “стоимости” перехода),
- включение отдельного подграфа  $H(t)$ , который соединяет кластеры.

Важно зафиксировать:

- **как выбираются пары узлов для wormhole-ребер** (случайно? по  $\chi$ ? по OBS/IFACE?),
- **какая интенсивность** (сколько shortcut-ребер на узел),
- **какая длительность жизни shortcut** (сколько шагов).

#### 3.3. Триггер контекста (когда включается $H(t)$ )

Поскольку в вашей общей рамке “контекст=1” связан с наблюдательской/семантической динамикой, естественный вариант (и он согласуется по духу с [Meaning\\_v1.pdf](#), гл. 14 про наблюдательные метрики) — сделать триггер функцией от:

- $\lambda(t) / \lambda_s(t)$ : режимы “ $\lambda \approx 1$ ” vs “ $\lambda \gg 1$ ”,
- $Q(t)$ : смысловая плотность/нагрузка,
- $t_{OT}$ : моменты “коллапса инварианта” (стационарность метрики когерентности),
- и/или некоего поля  $\chi$ .

Пример того, что должно быть явно прописано в TargetSpec:

- $H(t)$  включается только на окнах времени, когда выполнено  $\lambda(t) \approx 1$  и система близка к ОТ (или наоборот — в зависимости от вашей модели);
- либо  $H(t)$  включается при превышении порога  $\chi > \chi^*$ .

Без явного триггера С превращается в “мы включили shortcut когда захотели”.

## 4) Ожидаемый вид результатов (формы кривых/распределений)

### 4.1. Сигнатура path-shortening: распределение $\Delta d$

После активации  $H(t)$  ожидаете:

- $\Delta d$  распределено не как шум вокруг 0, а имеет:
  - либо явный сдвиг среднего  $E[\Delta d] > 0$ ,
  - либо тяжёлый хвост больших  $\Delta d$  (редкие “мосты” дают огромный выигрыш).

График: CCDF  $P(\Delta d > x)$  должен показывать дополнительный хвост.

### 4.2. Сигнатура FTL-подобия: смесь распределений времен прихода

Для Tarrive ожидается не просто ускорение всех путей, а **двухрежимность**:

- основной пик соответствует обычной геометрии,
- второй пик/хвост слева — редкие сверхбыстрые приходы.

То есть  $P(T)$  лучше описывается смесью:

$$P(T) \approx (1-p)P_0(T) + pP_{wh}(T),$$

где  $p$  — частота активации/попадания в wormhole-маршрут.

### 4.3. Сигнатура “антиграв”: смена направления ускорения / немонотонность $a(r)$

Если реализуете “антиграв” как эффект поля  $\chi$ , то у источника массы при контекст=1 может появляться область, где:

- $a(r)$  меняет знак,
- или  $da/dr$  нарушает обычную монотонность,
- или “пробная частица” уходит от источника.

Критически важно показать:

- что это не численная нестабильность решателя  $L\phi = \rho$ ,
- и что в контекст=0 знак всегда “нормальный”.

## 5) “Тщательно отделить от совместимого режима”: какие нужны тесты безопасности

Фраза из [Experiments v1.pdf](#) — центральная: “это уже новая физика и должно быть *тщательно отделено от совместимого режима*.”

Это значит: в эксперименте С обязательно должны быть **гейты**, доказывающие, что эффект не “просачивается” в baseline.

### 5.1. Тест 1: нулевая утечка при контекст=0

При выключенном триггере:

- никаких shortcut-ребер,

- статистика  $d(u,v)$ ,  $Tarrive$ ,  $a(r)$  совпадает с baseline (в пределах Monte-Carlo ошибок).

## 5.2. Тест 2: локальность условий активации

Если  $H(t)$  зависит от OBS/семантики, нужно показать:

- что “дальний наблюдатель” (без доступа к контексту) не может использовать это для сигнальной передачи в контекст=0.

Практически: вы вводите протокол A/B:

- в A “наблюдатель пытается включить контекст=1”,
- в B не пытается,  
и проверяете, что без доступа к “координатам контекста” отличить A от B нельзя (или отличие проявляется только после пост-селекции/локального доступа). Это концептуально близко к тому, как в квантовых задачах избегают прямого no-signaling нарушения.

## 5.3. Тест 3: воспроизводимость и редкость (tail events)

Если эффект редкий, вы обязаны дать:

- оценку частоты  $p$ ,
- доверительный интервал,
- и зависимость  $p(\theta)$  от порога триггера.

Иначе любой “разовый” сверхбыстрый приход будет выглядеть как случайность.

# 6) Как привязать C к наблюдаемым/открытым данным (честно)

Проект C сложнее привязать к “готовым” публичным наборам (как SPARC) без лаборатории. Но есть реалистичные варианты, которые остаются в рамках “операциональности”:

## 6.1. Симуляционный “публичный результат”: универсальные распределения

Даже без внешних данных вы можете опубликовать:

- распределения  $P(Tarrive)$ ,  $P(\Delta d)$ ,
- фазовые диаграммы  $p(\eta, \theta)$  активации,
- и строгие контрольные тесты контекст=0.

Это будет “computational physics result”: проверяемость — через репозиторий и воспроизводимость (как вы и пишете в [Experiments v1.pdf](#): hashes, версии мира, тесты).

## 6.2. Связь с [Meaning v1.pdf](#): наблюдательская часть как триггер

Если вы хотите, чтобы “контекст” был не абстрактным тумблером, а связанным с наблюдателем, то можно использовать метрики из главы 14 [Meaning v1.pdf](#):

- $\lambda(t)$ ,
- внутренняя/межличностная когерентность  $\Xi_{внутр}(t)$ ,  $\Xi_{меж}(t)$ ,

- ОТ как точки стационарности  $d\Xi dt \approx 0$ .

Тогда эксперимент С можно поставить как “гибридный”:

симулятор мира + “триггерные” временные ряды (реальные или синтетические), которые включают/выключают  $H(t)$ . Даже если пока это не физический FTL, это даёт чёткий протокол включения, который можно повторять.

## 7) Метрики качества и критерии успеха

### 7.1. Первичные метрики

- $\Delta d$  статистика: среднее, медиана, хвост CCDF.
- Tarrive: доля “ранних приходов”  $p$  и параметры смеси распределений.
- Для антиграв: доля траекторий с “отталкиванием” от источника + профиль  $a(r)$  до/после.

### 7.2. Успех (минимальный)

- Есть чётко определённый триггер контекста.
- При контекст=1 появляется статистически значимое path-shortening (не исчезает при смене seed’ов).
- При контекст=0 эффект отсутствует (жёсткий null test проходит).

### 7.3. Провал

- Эффект появляется “иногда” и также появляется в baseline.
- Результат чувствителен к деталям решателя/дискретизации (численная нестабильность).
- Нельзя воспроизвести распределения при фиксированных хэшах “мира”.

## 8) Minimal TargetSpec для С (в духе “следующего шага” из [Experiments v1.pdf](#))

**Task:** обнаружить и количественно описать режим path-shortening/антиграв при контекст=1.

**Inputs:**

- параметры графа/геометрии (как в A),
- параметры wormhole-слоя  $H(t)$ : плотность shortcut, время жизни,
- параметры поля  $\chi$  (если используется),
- правило триггера  $T > \theta$ ,
- seed’ы.

**Procedure:**

1. baseline прогон контекст=0: собрать  $d_0, Tarrive_0, a_0(r)$ .
2. прогон контекст=1: включать  $H(t)$  по триггеру, собрать  $d_1, Tarrive_1, a_1(r)$ .
3. статистическое сравнение + null tests.

**Outputs:**

- таблицы/файлы с  $P(\Delta d)$ ,  $P(T)$ ,
- оценка  $p$  и её доверительный интервал,
- графики профилей  $a(r)$  и тесты на смену знака/аномалию.

### Acceptance tests:

- “No-leak”: в контекст=0  $E[\Delta d] \approx 0$ , нет ранних приходов.
- “Activation”: при контекст=1  $E[\Delta d] > 0$  и/или  $p$  существенно  $> 0$ .
- “Robustness”: эффект сохраняется при изменении seed и умеренных изменениях численной реализации.

Если вы хотите, могу в следующем шаге сделать для С “конкретику уровня кода”:

- предложить точную формулу триггера Т на основе  $\lambda(t)$  и  $\Xi(t)$  из [Meaning\\_v1.pdf](#),
- и расписать минимальный набор модулей репозитория ( $world \rightarrow trigger \rightarrow wormhole \rightarrow metrics \rightarrow report$ ) так же, как вы планируете в [Experiments\\_v1.pdf](#).

Ниже — “конкретика уровня кода” для Эксперимента С (FTL/антиграв как контекстный wormhole-слой  $H(t)$ ), с (1) точной формулой триггера Т на основе  $\lambda(t)$  и  $\Xi(t)$  из [Meaning\\_v1.pdf](#) и (2) минимальной структурой репозитория по цепочке  $world \rightarrow trigger \rightarrow wormhole \rightarrow metrics \rightarrow report$ , как запрошено в [Experiments\\_v1.pdf](#) и с учётом двухрежимной валидации из [New\\_Physics\\_v1.pdf](#).

## 1) Точный триггер Т(t) из $\lambda(t)$ и $\Xi(t)$ (Meaning\_v1)

### 1.1. Что берём из [Meaning\\_v1.pdf](#)

В файле задаётся идея, что:

- $\lambda(t)$  — “скорость согласования / режим наблюдения” (есть режимы  $\lambda \approx 1$  и  $\lambda \gg 1$ );
- $\Xi(t)$  — метрика когерентности (внутренняя/межличностная);
- “Observation Time / ОТ” — момент/окно, где метрика когерентности выходит на стационарность (условно  $d\Xi/dt \approx 0$ ).

Для С нам нужно **детерминированное**, редкое, “ресурсно дорогое” условие включения  $H(t)$ , как требуется в [New\\_Physics\\_v1.pdf](#):  $context=0 \rightarrow H(t) = \emptyset$ , и только в device-режиме (контекст=1) триггер может сработать.

### 1.2. Нормализация величин

Чтобы формула была устойчива, вводим нормированные версии:

- $\lambda_n(t) = \log(1 + \lambda(t))$  — чтобы режим  $\lambda \gg 1$  не доминировал численно.
- $\Xi(t) \in [0, 1]$  — если у вас не так, приводим линейно:  
 $\Xi_n(t) = \text{clip}(\Xi(t) - \Xi_{\min}, \Xi_{\max} - \Xi_{\min}, 0, 1)$
- Производная на окне (чтобы не реагировать на шум):  
 $\Xi^*W(t) = \Xi(t) - \Xi(t-W)W$
- “Стационарность ОТ”:  
 $SOT(t) = \exp(-|\Xi^*W(t)|\epsilon\Xi) \in (0, 1]$   
где  $\epsilon\Xi$  — допуск “почти стационарно”.



### 1.3. Триггер $T(t)$ : однозначная формула

Требования (по смыслу  $S$  и [New Physics v1.pdf](#)):

- редкость,
- детерминированность,
- зависимость от наблюдательского режима,
- явное отличие baseline vs device.

Предлагаю следующий **скаляр триггера**:

$T(t) = SOT(t) \cdot \sigma(\Xi n(t) - \theta \Xi \tau \Xi)$  — достаточная когерентность  $\cdot \sigma(\theta \lambda - \lambda n(t) \tau \lambda)$  —  $\lambda \approx 1$  (не “перегрев”)  $\cdot 1[device\_mode=1]$  — гейт совместимости

где:

- $\sigma(x) = 1 / (1 + e^{-x})$  (логистическая функция),
- $\theta \Xi$  — порог когерентности (например 0.7),
- $\theta \lambda$  — порог “не слишком большой  $\lambda$ ” (т.е. близость к  $\lambda \approx 1$  в лог-шкале),
- $\tau \Xi, \tau \lambda$  — “мягкость” порога (например 0.05–0.15),
- $SOT$  делает активацию возможной только около ОТ-окон (стационарность когерентности),
- индикатор `device_mode` гарантирует: **в baseline  $S$  никогда не активируется** (как и требует “Compatibility mode” из [New Physics v1.pdf](#)).

**Решение включения:**

$activate(t) = 1[T(t) > \theta T]$

где  $\theta T$  обычно 0.8–0.95 (делает событие редким).

### 1.4. Почему именно так (коротко, но по делу)

- $\Xi$  высокая: у наблюдателя/системы есть “согласованная структура”, которую можно использовать как “устройство”.
- $\lambda \approx 1$ : режим “не разогнанной” семантической динамики (снижаем риск неконтролируемой “Both/N” логики).
- ОТ-стационарность: фиксирует “замыкание петли” (идемпотентность/стабилизация наблюдения по смыслу Meaning).
- `device_mode` — формальная реализация разделения совместимости/аномалии из [New Physics v1.pdf](#).

### 1.5. Минимальный код триггера (псевдо-Python)

```
import math

def sigmoid(x: float) -> float:
    return 1.0 / (1.0 + math.exp(-x))

def trigger_T(t, lambda_series, Xi_series, W,
              eps_xi=1e-3,
              theta_xi=0.7, tau_xi=0.08,
              theta_lam=math.log(2.0), tau_lam=0.08, # log(1+lambda) ~ log(2) =>
              lambda~1
              device_mode=False):
    if not device_mode:
        return 0.0
```

```

lam = lambda_series[t]
Xi = Xi_series[t]
Xi_prev = Xi_series[max(0, t-W)]

lam_n = math.log(1.0 + lam)
Xi_n = max(0.0, min(1.0, Xi)) # если уже [0,1]

dXi = (Xi - Xi_prev) / max(1, W)
S_ot = math.exp(-abs(dXi) / eps_xi)

gate_xi = sigmoid((Xi_n - theta_xi) / tau_xi)
gate_lam = sigmoid((theta_lam - lam_n) / tau_lam) # high when lam_n <=
theta_lam

return S_ot * gate_xi * gate_lam

def activate(t, **kwargs):
    T = trigger_T(t, **kwargs)
    return T > 0.9

```

## 2) Минимальный набор модулей репозитория: world → trigger → wormhole → metrics → report

Ниже — структура, которая прямо отражает “TargetSpec → симуляция → метрики → отчёт”, о чём говорится в [Experiments v1.pdf](#), и включает двухрежимную валидацию из [New Physics v1.pdf](#).

### 2.1. Дерево папок (минимальный “инженерный скелет”)

```

repo/
  README.md
  pyproject.toml (или requirements.txt)

  world/
    __init__.py
    state.py           # WorldState: X_t, phi, P_t, S_sem, flags
    graph.py           # GraphStructure + базовые операции
    physics.py         # baseline динамика (RSL-совместимая)
    embedding.py       # IFACE embedding, distance, optional kd-tree
    rng.py             # seed/контексты ω (детерминированные)

  control/
    __init__.py
    trigger.py         # T(t), activate(t) на основе lambda, Xi
    wormhole.py        # build_wormhole_edges / apply_H_t
    actions.py         # ActionGeometry, ActionMeasureContext (если нужно)
    device_mode.py     # gate: baseline vs device

  metrics/
    __init__.py
    ftl.py             # d0/d1, Δd, arrival-time, mixture fit
    antigrav.py        # grad_phi_fn, sign checks, a(r) профили
    compatibility.py   # Born rule corr, F~1/r^2, инварианты SM
    paradox.py         # paradox_penalty: β1_sem, циклы, нестабильность

  experiments/
    __init__.py
    expC_protocol.py   # два режима валидации A/B (как в New Physics)
    targets.py         # TargetSpecFTLDelivery / TargetSpecAntiGrav
    sweep.py           # прогон по seeds, budgets, порогам

```

```

data/
  contexts/          # (опционально) сохранённые  $\lambda(t)$ ,  $\chi(t)$  или
синтетика
  runs/              # артефакты прогонов (parquet/json)

reports/
  make_report.py      # агрегация метрик → figures/tables
  templates/          # md/tex шаблоны

tests/
  test_trigger.py
  test_wormhole_gating.py
  test_compatibility_mode.py
  test_reproducibility_hash.py

```

### 3) Что делает каждый слой (по цепочке)

#### 3.1. world/ — “обычная физика” (контекст=0)

**Цель:** реализовать совместимый базис, который *всегда* воспроизводим и не содержит  $H(t)$ .

- world/state.py
  - WorldState хранит:
    - $X_t$  (состояние SM-ядра/подложки),
    - $\phi$  (если есть),
    - $S_{sem}$  (семантическое состояние, если участвует),
    - $P_t$  (если вы добавили вероятность как объект состояния — это из [New Physics v1.pdf](#)),
    - mode / device\_mode.
- world/physics.py
  - step\_baseline(state) → state — детерминированный шаг RSL-мира без wormholes.

**Инвариант-гейт:** при device\_mode=False любой код wormhole/FTL не должен влиять ни на граф, ни на метрики.

#### 3.2. control/trigger.py — вычисление $T(t)$ и флага activate

Берёт:

- временные ряды  $\lambda(t)$ ,  $\Xi(t)$  (из [Meaning v1.pdf](#) либо синтетические),
- параметры порогов/окон,  
и выдаёт:
- $T_{value}$ ,
- activate=True/False.

Важно: этот модуль **не должен** трогать физику; он только вычисляет “контекстный сигнал”.

### 3.3. `control/wormhole.py` — построение $H(t)$ (wormhole-edges) детерминированно

Требование из [New Physics v1.pdf](#):

$H(t) = FH(X(t), Ssem(t), context)$ , и при  $context = \emptyset \rightarrow H(t) = \emptyset$ .

Интерфейс:

- `build_wormhole_edges(state, budget, anchor_type, ...)` -> `list[Edge]`
- `apply_H_t(graph, edges)` -> `graph2` или “временное наложение” без мутации исходного.

**Детерминированность:** edges выбираются из `state` + фиксированных rules, без RNG (или RNG только через seed контекста  $\omega$ , который является частью детерминированного эпизода).

Минимальная реализация выбора якорей:

- `anchor_source = argmax distance in IFACE`
- `anchor_target = argmax distance from source`  
(или через “OmegaTypeX”, как упоминается в [New Physics v1.pdf](#), но это уже ваш словарь типов).

### 3.4. `metrics/ftl.py` — что считать “FTL” в симуляторе

В [New Physics v1.pdf](#) явно сказано: FTL надо определить на уровне IFACE как превышение скорости относительно локального канала; аккуратно: не “частица быстрее”, а “маршрут короче”.

Минимально:

- `d0 = iface_distance(graph_baseline, u, v)`
- `d1 = iface_distance(graph_with_H, u, v)`
- `$\Delta d = d0 - d1$`
- “FTL-событие” =  `$\Delta d \geq \Delta d_{min}$`  (или отношение  `$d1/d0 \leq r_{max}$` ).

Параллельно arrival-time:

- симулировать распространение (random walk / wavefront / message passing) и измерять `T_arrive`.

### 3.5. `metrics/paradox.py` — `paradox_penalty` (логическая катастрофа)

В [New Physics v1.pdf](#) фитнес включает:

`F = wAFA + wBFB - wP paradox_penalty`

и подчеркнуто, что логика четырёхзначная (T/F/B/N), и штрафовать надо **неконтролируемое** “Both” там, где нужна однозначность.

Значит `paradox_penalty` должен как минимум учитывать:

- рост “Both”/“Neither” в compatibility-проверках,
- невозможность стабилизации (например, отсутствие ОТ/стационарности),
- появление патологических циклов.

Даже если  $\beta_{1, \text{set}}$  пока не реализован, можно начать с прокси:

- доля проверок, переходящих в В/Н в baseline-режиме,
- количество шагов без стабилизации  $|\mathcal{E}'| > \epsilon$ .

## 4) Двухрежимная валидация А/В (как в New\_Physics) — “протокол эксперимента С”

### 4.1. Режим А: Compatibility mode (baseline)

Файл [New\\_Physics\\_v1.pdf](#) перечисляет тесты вида:

- Born rule corr $\approx$ 1,
- $F \sim 1/r^2$  в окне,
- SM-инварианты.

Для С это означает:

- device\_mode=False
- $H(t)$  всегда пуст
- metrics:
  - compatibility\_score высокий,
  - ftl\_score должен быть нулевой (или строго ниже порога),
  - paradox\_penalty  $\approx 0$ .

### 4.2. Режим В: Device / anomalous mode

- device\_mode=True
- включается триггер  $T(t)$  и, если activate, строится  $H(t)$
- цель:
  - ftl\_score высокий (ранние приходы /  $\Delta d > 0$ ),
  - но paradox\_penalty не взрывается,
  - и baseline-инварианты не ломаются “глобально” (например, вне окон активации всё возвращается к норме).

## 5) Минимальный “run script” (sweep) для получения $R_F/R_0 \gg 1$

Из [New\\_Physics\\_v1.pdf](#) следует практический рецепт: контексты  $\omega = \text{seeds}$ , считаем вероятность успеха цели до/после action.

В терминах С:

- Определяем событие успеха  $\Phi$ : “доставить сигнал из А в В быстрее baseline-предела”.
- Для каждого seed (контекст  $\omega$ ) запускаем эпизод:
  - baseline action: ActionGeometry(mode="baseline")
  - device action: ActionGeometry(mode="wormhole", budget=b) + включённый trigger

Считаем:

- $P_0 = \Pr[\Phi | \text{baseline}]$
- $P\Phi = \Pr[\Phi | \text{device}]$
- $\text{ratio } P\Phi/P_0$

## 6) Минимальные тесты (чтобы это выглядело воспроизводимо и “научно строго”)

1. **Test gating:** при `device_mode=False` функция `build_wormhole_edges` возвращает пусто при любых входах.
2. **Test determinism:** при фиксированном `seed` и одинаковых `series  $\lambda, \Xi$`  набор `wormhole-ребер` идентичен.
3. **Test no-leak FTL:** в `baseline` распределение  $\Delta d$  имеет массу около 0 и не имеет “левого хвоста” времен прихода.
4. **Regression test на триггер:** заранее сохранённые короткие `series  $\lambda, \Xi \rightarrow$  ожидаемые activate на определённых t.`

Если ответите на 3 вопроса из [New Physics v1.pdf](#) (они там прямо перечислены):

1. есть ли `i_center` в `IFACEObject`,
2. можно ли добавлять ребра на лету и как устроены `neighbors`,
3. где живёт `phi`,  
— я адаптирую это под ваши реальные имена классов и дам уже не псевдо-, а “вставляемый” код: `build_wormhole_edges(...)`, `grad_phi_fn(...)`, `TargetSpecFTLDelivery(...)` и готовый `experiments/expC_protocol.py`.