

Селено-гравитационный ритм (SGR): импульсные лунные приливные волны как модулятор сознания, поведения и соматического здоровья человека

Кросс-городской мета-анализ криминальной и медицинской статистики мегаполисов США (2001–2025)

Author: Artem Tysiatskii

Status: Independent researcher and software developer

Location: Kaliningrad, Russia

Email: artem.tysiatskii@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1974-7894>

GitHub repository: <https://github.com/TemaTys/seleno-gravitational-rhythm>

Zenodo DOI: [DOI: 10.5281/zenodo.20518660]

Version: 1.0

Year: 2026

How to cite this work

Tysiatskii, A. (2026). *Seleno-Gravitational Rhythm (SGR): Impulsive lunar tidal waves as a modulator of human consciousness, behavior, and somatic health*. Zenodo. [DOI: 10.5281/zenodo.20518660]

Data and code availability

Source code, processed data tables, wave files, and analytical outputs are maintained in the project repository:

GitHub: <https://github.com/TemaTys/seleno-gravitational-rhythm>

Zenodo archival snapshot: [DOI: 10.5281/zenodo.20518660]

Аннотация

Связь лунного цикла с физиологическими и поведенческими состояниями человека обсуждается со времён античной медицины, однако современная литература, как правило, ограничивается анализом четырёх статических фаз Луны (Новолуние, Полнолуние, четверти) и даёт противоречивые результаты — во многом потому, что биологически значимым может быть не только абсолютный уровень приливного фона, но и динамика его изменения, включая первую и вторую производные приливного потенциала. В настоящей работе впервые разработан и применён авторский детектор импульсных скачков второй производной приливного потенциала (**ddF**, *lunar tidal-wave*

detector) к крупному массиву официальных данных — семи независимым базам данных пяти мегаполисов США (Чикаго, Лос-Анджелес, Нью-Йорк, Филадельфия, Сан-Франциско) за период 2001–2025 гг., включающим более 106 миллионов записей криминальной статистики, вызовов скорой помощи и службы 911.

Применены два независимых аналитических контура: random-effects мета-анализ с HKSJ-коррекцией для кросс-городской репликации и одиночный пайплайн с внутренней робастной батареерой (block-permutation, bootstrap, slice stability, placebo) для уникальных баз. Получен устойчивый репликационный сигнал (TIER1, $p = 3.9 \times 10^{-3}$, $R^2 = 0\%$, $k = 21$ в 5 городах) для семейства имущественных преступлений в окне импульсной волны перед лунной квадратурой, а также 14 TIER1 и 17 TIER2 находок в одиночном анализе с воспроизведением в субкогорте 2001–2014.

Обнаружена устойчивая дихотомия **syzygy / quadrature**: лунные сизигии и квадратуры воздействуют на сердечно-сосудистую систему и имущественную преступность с противоположным знаком — это структурный отпечаток, трудно совместимый со случайным шумом. Предложен механистический фреймворк, в котором лунный гравитационный сигнал реализуется через два независимых слоя — *behavioural-circadian* (фазовый) и *biomechanical* (волновой, **ddF**) — сходящихся на уровне **Ca²⁺-зависимой регуляции** и нейроэндокринных осей **HPA/HPG**.

Полученные результаты обосновывают наличие лунного приливного триггера как самостоятельного популяционного фактора и открывают новый класс прикладных задач — от прогнозирования нагрузки экстренных служб до хронофармакологии, открывая новый класс прикладных задач хронобиологии и популяционной эпидемиологии.

Ключевые слова: селено-гравитационный ритм, SGR, лунный приливной jerk, ddF-детектор, импульсная приливная волна, кросс-городской мета-анализ, HKSJ, PIEZO1, Ca²⁺-сигнализация, SCN, циркадная регуляция, нейроэндокринная модуляция, гравитационная биология, прогнозирование поведения, gravitational chronopharmacology, mechanosensitive ion channels, population epidemiology, criminal records analysis, lunar gravity behaviour.

1. Введение

1.1. Исторический контекст и состояние литературы

Хотя циркалунарные и циркатидальные ритмы хорошо задокументированы у морских организмов и рассматриваются как самостоятельный класс биологических таймеров (Tessmar-Raible et al., [2011](#)), представления о связи лунного цикла с физиологическим и поведенческим состоянием человека прослеживаются от Гиппократов до современной хронобиологии. Принципиальные результаты последних двух десятилетий вывели

обсуждение из области эмпирики в область механистической биологии: была продемонстрирована модуляция архитектуры сна в контролируемых условиях и при исключении прямого светового воздействия (Cajochen et al., [2013](#)); на протяжении десятилетий зафиксирована синхронизация циклов биполярного расстройства с лунными гравитационными ритмами (Wehr, [2018](#)); открыты механочувствительные ионные каналы PIEZO1/PIEZO2 (Нобелевская премия, [2021](#); Coste et al., [2010](#)), реагирующие на тонкие изменения механического состояния тканей. Впоследствии была показана их широкая представленность и функциональная значимость в сосудистых, нейрональных и других механочувствительных тканях.

При этом подавляющее большинство популяционных исследований лунного влияния ограничивается одной методологической рамкой: сравнением «день фазы Луны vs. остальные дни». Результаты такого подхода ожидаемо противоречивы, и причина этого — **методологическая**, а не феноменологическая.

Биологические системы кодируют **производную** сенсорного стимула, а не его абсолютное значение: это базовый принцип нейрофизиологии (закон Вебера-Фехнера, быстро адаптирующиеся рецепторы). Тот же принцип верен и для механорецепции: PIEZO1 является сенсором *изменения* натяжения мембраны, а не постоянного давления (Li et al., [2014](#); Lewis and Grandl, [2015](#); Rode et al., [2017](#)). Следовательно, биологически релевантным параметром лунного приливного воздействия должна быть не абсолютная сила F , а её первая и в особенности **вторая** производная — ***jerk* приливного потенциала**.

До настоящей работы такой подход применительно к массовым социальным и медицинским данным не реализовывался.

1.2. От личных наблюдений к большим данным

Настоящее исследование возникло из последовательности систематических личных наблюдений за собственными психофизиологическими состояниями и независимым поведением домашних и уличных животных в течение продолжительного периода (более года, из них шесть месяцев — с регулярным датированным дневником). Воспроизводимая привязка субъективных и наблюдаемых поведенческих сдвигов к определённым астрономическим конфигурациям сформировала рабочую гипотезу: лунный гравитационный фон содержит **импульсные элементы**, регистрируемые нервной системой как кратковременные триггеры, и эти триггеры должны быть видны в массовых данных, отражающих коллективное поведение и физиологическое состояние популяции.

Принципиальным был сознательный отказ от любых ретроспективных «подгонок» к фазам Луны и переход к разработке формального астрономического детектора с явно описанным критерием срабатывания. Сформированная гипотеза была затем вынесена на проверку на крупных открытых базах данных полицейских и медицинских служб США, не имевших ни малейшего отношения к личным наблюдениям автора.

1.3. Гипотеза и новизна

Сформулированная в настоящей работе гипотеза. Лунный приливной потенциал содержит как минимум два независимых биологически релевантных слоя: (i) **статический фазовый слой** — традиционные четыре фазы Луны как маркер долгопериодической нейроэндокринной модуляции; и (ii) **импульсный волновой слой** — кратковременные скачки второй производной d^2F/dt^2 , действующие как биомеханический триггер для механочувствительных тканей. Эти два слоя имеют разные временные профили, разные молекулярные мишени и должны проявляться на разных классах биологических и поведенческих исходов.

Элементы новизны настоящей работы:

1. **Впервые** разработан и применён детектор импульсных скачков второй производной приливного потенциала (далее — *ddF-detector* или *lunar tidal-wave detector*) для социально-медицинских временных рядов городского уровня.
2. **Впервые** проведён кросс-городской мета-анализ лунного влияния на криминальную и медицинскую статистику пяти мегаполисов США с применением random-effects модели и HKSJ-коррекции.
3. **Впервые** формально разделены и сопоставлены два слоя лунного сигнала — фазовый и волновой — через ортогональную декомпозицию остатков (*Branch A vs. Branch B residualization*).
4. **Впервые** показано существование устойчивой дихотомии syzygy/quadrature на массиве более 106 млн записей — структурный отпечаток, имеющий ясную нейрофизиологическую интерпретацию.

1.4. Цели исследования

1. Разработать и валидировать оригинальный астрономический детектор импульсных лунных приливных волн на основе второй производной приливного потенциала, ортогональный статическим фазам Луны.
2. Применить детектор к семи независимым официальным базам криминальной и медицинской статистики мегаполисов США и оценить размеры эффектов с консервативной поправкой на множественные тесты и автокорреляцию.
3. Провести пространственную (cross-city) и временную (PRE / PRE2014) репликацию выявленных сигналов.
4. Описать предполагаемый нейрофизиологический и поведенческий механизм, связывающий гравитационный триггер с наблюдаемыми популяционными сдвигами в состоянии сознания, поведении и соматическом здоровье.

2. Данные

2.1. Источники

Использованы семь открытых официальных баз данных, доступных через порталы data.cityofnewyork.us, data.lacity.org, data.cityofchicago.org, opendataphilly.org и data.sfgov.org. Для каждой базы была проведена унификация: агрегирование по локальным календарным дням, сопоставление кодов преступлений и медицинских вызовов, удаление дубликатов и недокументированных записей. Итоговые ежедневные таблицы приведены к единому формату `date × crime_code → count`.

Таблица 1. Используемые базы данных.

Dataset	Period	Records	Link
Chicago Crimes	2001-01-01 — 2026-02-20	~7 000 000	Link
Los Angeles Crimes	2010-01-01 — 2022-12-31	~3 000 000	Link part 1 Link part 2
New York City Crimes	2008-01-01 — 2023-12-31	~7 300 000	Link
Philadelphia Crimes	2006-01-01 — 2026-02-26	~3 500 000	Link
San Francisco Crimes	2003-01-01 — 2017-12-31	~2 000 000	Link
New York City 911 Calls	2018-01-01 — 2025-12-31	~54 900 000	Link
New York City EMS	2005-01-01 — 2025-08-31	~28 700 000	Link
Total		~106 400 000	

2.2. Эпохи

Анализ стратифицирован по следующим эпохам:

- **PRE2014** — данные до 2014 года включительно. Используется не как независимая когорта, а как вложенная sensitivity-страта (nested sub-epoch), позволяющая оценить устойчивость гравитационного сигнала до начала волны декриминализации правонарушений в ряде штатов США.
- **PRE** — полный период до начала пандемии COVID-19 (до 1 марта 2020 г.). Выступает как основная эпоха анализа и наиболее эталонный временной ряд.
- **POST** — данные после пандемии (с 2022 г.). Убрана из базового пула из-за сдвигов в поведении социума, но алгоритм её анализирует и выдает в CSV-отчетах.

Эпоха **COVID** (2020-03-01 — 2021-12-31) полностью исключена из анализа как период экстремального режимного сдвига (локдауны, изменение паттернов мобильности и регистрации обращений).

2.3. Группировка кодов преступлений

Из-за неоднородной таксономии полицейских кодов в разных городах сформированы две независимые группировки:

- **Pure-таблица** — отдельные коды одного типа правонарушения в каждом городе (например, `PURE_BURGLARY`, `PURE_THEFT`, `PURE_ROBBERY`), позволяющая проверять сигнал на максимально «чистых» рядах.
- **Semantic families** — семантически сгруппированные кластеры (например, `AGGRESSION_TOTAL`, `PROPERTY_CRIME`, `SEXUAL_ASSAULT_CORE`), обеспечивающие необходимую статистическую мощность за счёт объединения близких по смыслу кодов. Полный SEMANTIC_MAP приведён в дополнительных материалах.

Подобная двойная группировка реализует принцип взаимной верификации: если сигнал, регистрируемый на агрегированном family-уровне, не воспроизводится в pure-выборках — это указывало бы на артефакт группировки; полученные результаты (§4.1) этого артефакта не показывают.

3. Методология

3.0. Архитектура анализа

Анализ построен на двух параллельных и независимых аналитических контурах.

Кросс-городской контур (`correlator` → `verdict`) применяется к пяти криминальным базам и проверяет одну и ту же гипотезу в пяти независимых городах с агрегацией через random-effects мета-анализ (HKSJ); основной аргумент здесь — кросс-городская репликация при минимальной модельной сложности. **Одиночный контур** (`single_correlator` → `single_verdict`) применяется к двум уникальным базам, для которых внешняя репликация невозможна (NYC 911, NYC EMS); здесь внешняя репликация замещается внутренней робастной батапеей (block- и circular-permutation, bootstrap, slice stability, placebo, quasi-Poisson sanity-check). Оба контура используют одинаковый астрономический движок (§3.1–§3.2), одинаковый детрендинг (§3.3), одинаковую ортогональную декомпозицию Branch A / Branch B (§3.4) и одинаковую иерархию TIER-меток (§3.10), различаясь только способом инференса и критериями итогового verdict-a.

3.1. Астрономический движок

Все астрономические параметры рассчитаны с использованием библиотеки **Skyfield (v1.53)** (Rhodes, 2019) и эфемерид **JPL DE421** (Folkner et al., 2009), обеспечивающих субсекундную точность относительно метки времени. Для каждого города выбрана опорная точка времени — **локальный полдень (12:00 по местному часовому**

поясу), что обеспечивает: (i) единое суточное опорное время для всех городов; (ii) стандартизованную межсуточную привязку расчётов внутри каждого города; (iii) корректную привязку к локальным календарным дням, в которые агрегированы исходные данные.

Полный лунно-солнечный приливной скаляр, действующий в опорной точке, вычисляется как

$$F_{\text{total}}(t) = \frac{M_{\text{moon}}}{r_{\text{moon}}^3(t)} + \frac{M_{\text{sun}}}{r_{\text{sun}}^3(t)} \cdot \mathcal{P}_2(\cos \theta(t)),$$

где M — массы Луны и Солнца, r — текущие геоцентрические расстояния, θ — угол Луна–Земля–Солнце, а

$$\mathcal{P}_2(\cos \theta) = \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2}$$

— **полином Лежандра второй степени** (стандартное разложение тидального потенциала, обеспечивающее максимум при **syzygy** и минимум в квадратуре).

Параметры нодального (18.61 года) и апсидального (8.85 года) циклов **вычисляются и сохраняются как отдельные контекстные параметры**, `nodal_modulation` $\in [0.86, 1.14]$ и `apsidal_modulation` $\in [0.97, 1.03]$.

Первая и вторая производные приливного скаляра вычисляются конечными разностями с шагом $\Delta t = 1$ ч:

$$\frac{dF}{dt} \approx F(t) - F(t - 1 \text{ ч}), \quad \frac{d^2F}{dt^2} \approx [F(t) - F(t - 1 \text{ ч})] - [F(t - 1 \text{ ч}) - F(t - 2 \text{ ч})].$$

Для удобства численного представления и читаемости порогов далее значения dF/dt и d^2F/dt^2 приводятся в форме, масштабированной умножением на 10^6 (безразмерный коэффициент, не влияющий на статистический инференс).

Программная среда воспроизведения. Все вычисления выполнены в Python 3.10.11; ключевые библиотеки: Skyfield 1.53, NumPy 2.2.4, pandas 2.2.3, SciPy 1.15.2, statsmodels 0.14.6. Полный manifest — в `requirements.txt` репозитория.

3.2. ddF-детектор импульсных лунных приливных волн

Импульсные события — кратковременные скачки d^2F/dt^2 — детектируются формальной процедурой со следующей логикой (полная реализация — в репозитории, файл `gen.py`):

«**Down-start**» событие — индикатор приближающейся сизигии:

$$(x_{k-2} > -THR_BASE) \wedge (x_{k-1} \leq -THR_BASE) \wedge (x_k \leq x_{k-1} - THR_STEP),$$

где $THR_BASE = 0.035$, $THR_STEP = 0.020$ (значения в величинах, масштабированных умножением на 10^6 ; пороги откалиброваны на 24-летнем интервале и зафиксированы до основного прогона — см. §6, артефакт J). Условие соответствует прохождению d^2F/dt^2 через отрицательный порог с ускоренным спуском.

«Up-start» событие — индикатор приближающейся квадратуры (зеркальная логика):

$$(x_{k-2} < THR_BASE) \wedge (x_{k-1} \geq THR_BASE) \wedge (x_k \geq x_{k-1} + THR_STEP).$$

Lookback / cooldown. Помимо самих стартовых событий, фиксируются «продолжения» ($LOOKBACK_START = 4$ дня) при условии последовательного 3-точечного хода dF/dt в соответствующем направлении и истечения cooldown-периода ($COOLDOWN = 2$ дня). В терминах реализации `gen.py` это означает наличие стартового события соответствующего типа в пределах последних 4 **суточных шагов**, монотонный 3-точечный ход `dF_dt_micro` в том же направлении и отсутствие события того же типа в пределах последних 2 **суточных шагов**. Это обеспечивает биологически разумный профиль регистрации — событие отмечается там, где ткани с инерцией реагируют на скачок.

Каждое событие классифицируется по ближайшей фазе Луны (**syzygy** либо **quadrature**) и относительной позиции (**before** или **after**), что даёт семь бинарных триггеров:

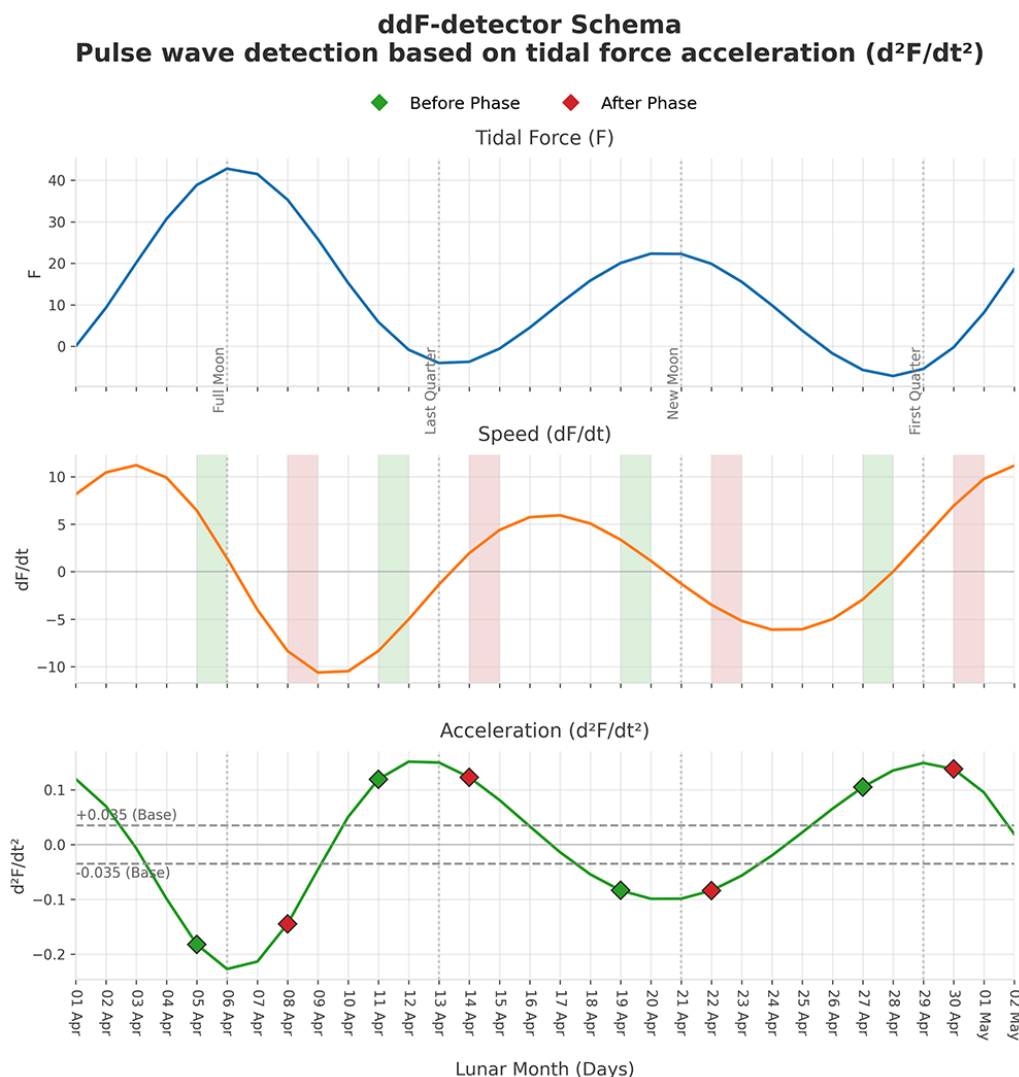
- `wave_event`
- `wave_syzygy`
- `wave_quadrature`
- `wave_before_syzygy`
- `wave_after_syzygy`
- `wave_before_quadrature`
- `wave_after_quadrature`

Ключевое эмпирическое свойство детектора: в подавляющем большинстве случаев событие регистрируется в окне **$\pm 1...2$ дня** от фазы Луны и крайне редко попадает на саму фазу. Это означает, что волновые триггеры конструктивно ортогональны статическим фазовым меткам и могут быть использованы как независимый сигнал.

Биологическое обоснование выбора d^2F/dt^2 в качестве рабочей переменной:

- **Нейрофизиологически:** многие сенсорные системы преимущественно кодируют изменение стимула; PIEZO-каналы, в частности, реагируют на изменение механического напряжения, а не на его длительное статическое удержание (Li et al., 2014).
- **Математически:** экстремумы $\frac{dF}{dt}$ соответствуют нулям $\frac{d^2F}{dt^2}$, тогда как пики $\left| \frac{d^2F}{dt^2} \right|$ выделяют моменты наиболее резкого изменения самой скорости вариации внешнего поля.

- **Геофизически:** магнитогидродинамический сигнал прибрежных приливных течений связан со скоростью движения проводящей морской воды в магнитном поле Земли, то есть подчёркивает физическую значимость не только статического уровня прилива, но и его динамики (Sabaka et al., [2016](#)).



3.3. Детрендинг и deseasoning

Перед оценкой эффектов каждый временной ряд $\log_{1p}(\text{counts})$ для пары ($\text{city} \times \text{epoch} \times \text{crime_type}$) обрабатывается OLS-регрессией со следующим набором предикторов:

- полиномиальный тренд 4-й степени по времени;
- годовой Фурье-базис (3 гармоники);
- dummies для дней недели (6);
- US federal holidays + лаги ± 1 день вокруг каждого праздника.

Полученные остатки далее подвергаются симметричной винсоризации (1% / 1%) для робастности к экстремальным выбросам (массовые события, крупные ЧП), подавляя влияние хвостовых значений без внесения систематического смещения.

3.4. Ортогональная декомпозиция Branch A / Branch B

Принципиальный методологический шаг настоящей работы — разделение анализа на две ортогональные ветви:

Branch A (используется для `PHASE_` триггеров).*

OLS из §3.3 без включения каких-либо лунных переменных. Остатки сохраняют всю лунно-ассоциированную дисперсию, не объяснённую нелунными ковариатами, и позволяют чисто оценить контраст «дни фазы Луны vs. дни вне фазового окна ± 1 день».

Branch B (используется для `WAVE_` триггеров).* В OLS включён полный набор статических лунных dummies – Full / New / First / Last с лагами $\{-1, 0, +1\}$ (12 переменных). Остатки имеют partialled out статическую фазовую компоненту, и оценка волновых эффектов в этих остатках отвечает на чёткий вопрос: «Добавляет ли импульсная волна ddF информацию сверх статической фазы Луны?»

Поскольку волновые события по построению часто расположены в окне $\pm 1 \dots 2$ дня от фазы Луны, а Branch B явно включает статические фазовые dummies для лагов $\{-1, 0, +1\}$, эти регрессоры неизбежно поглощают часть истинной волновой дисперсии, особенно для событий, близких к самой фазе. Следовательно, все оценки `WAVE_*` - эффектов в настоящей работе являются **нижними оценками (lower bounds) истинного волнового сигнала**. Этот консерватизм является сознательным методологическим выбором: лучше недооценить эффект, чем приписать волне то, что объясняется уже известной статической фазой.

3.5. Размер эффекта и его дисперсия

В качестве основной меры размера эффекта использован **Hedges' g** (Hedges, 1981) — стандартизованная разность средних остатков между «экспонированными» (target) и «контрольными» (control) днями с поправкой Хеджеса (J) на малую выборку:

$$g = J \cdot \frac{\bar{r}_{\text{target}} - \bar{r}_{\text{control}}}{s_{\text{pooled}}}, \quad J = 1 - \frac{3}{4(n_{\text{target}} + n_{\text{control}}) - 9},$$

где \bar{r} — средние винсоризованных остатков (§3.3) в соответствующих подмножествах дней, а s_{pooled} — объединённое стандартное отклонение. Аналитически вычисляется и дисперсия размера эффекта $\text{Var}(g)$, необходимая для дальнейшего random-effects мета-анализа:

$$\text{Var}(g) = \frac{n_{\text{target}} + n_{\text{control}}}{n_{\text{target}} \cdot n_{\text{control}}} + \frac{g^2}{2(n_{\text{target}} + n_{\text{control}})}.$$

В качестве непараметрического backstop-теста дополнительно вычисляется двусторонний U-тест Манна-Уитни. Это особенно важно для одиночных баз (NYC 911, NYC EMS), где невозможно опереться на кросс-городскую мета-агрегацию: в single-

database pipeline непараметрический критерий p_{MW} служит базовым условием significance, после чего сигнал допускается в TIER-классификацию (§3.10) только при дополнительном подтверждении внутренней робастности — по permutation-тестам, slice-stability и placebo-контролю.

Дополнительно для каждого значимого результата на исходных счётчиках вычисляется относительный сдвиг

$$\Delta\% = 100 \cdot (e^{\bar{r}_{\text{target}} - \bar{r}_{\text{control}}} - 1),$$

позволяющий перевести стандартизованный эффект в физически интерпретируемые проценты превышения над фоном.

3.6. Схема окон задержки (lag scheme)

Биологический отклик на любой триггер не обязан проявляться строго в день срабатывания триггера. Сосудистая, нейроэндокринная и поведенческая реакции на гравитационный импульс могут смещаться на сутки в обе стороны — за счёт инерции НРА-оси, ночного сна, поведенческой задержки между внутренним состоянием и регистрируемым событием.

Чтобы корректно учесть этот джиттер, каждый эффект оценивался независимо в четырёх временных окнах:

- $\text{lag} = -1$ — за сутки до события;
- $\text{lag} = 0$ — в день события;
- $\text{lag} = +1$ — на следующие сутки;
- $\text{lag} = \text{WIN3}$ — 3-дневное окно экспонирования, объединение $\{-1, 0, +1\}$.

WIN3 — основная timing-robust оценка эффекта. В отличие от подхода с per-event argmax (выбор «лучшего» лага для каждого события), фиксированное трёхдневное окно исключает selection bias и т. н. *winner's curse* — артефактное усиление оценки за счёт оптимизации по семейству окон. Индивидуальные лаги $\{-1, 0, +1\}$ сообщаются как диагностический lag-profile, поддерживающий биологическую интерпретацию (например, «эффект концентрируется именно на день события» против «эффект растянут на двое суток»).

Окно ограничено ± 1 сут сознательно: бо́льшая ширина ($\pm 2 \dots 3$ сут) при синодическом периоде ~ 29.5 сут начинает перекрывать соседние астрономические триггеры (например, $\text{intervalls phase} \leftrightarrow \text{wave}$), что разрушило бы ортогональность.

3.7. Робастностная батарея (single-database pipeline)

Для двух уникальных одиночных баз — **NYC 911 dispatches** и **NYC EMS** — невозможно построить кросс-базовую мета-агрегацию: сопоставимых публичных сервисов с

одинаковыми кодами в других городах в доступном виде нет. Эта особенность данных принципиально влияет на стратегию инференса: невозможность внешней репликации компенсируется **внутренней робастностью батареей**, состоящей из нескольких независимых процедур, каждая из которых нацелена на свой класс возможных артефактов (полная реализация — `single_correlator.py`).

По умолчанию расширенная робастностная батарея рассчитывается для `lag = 0` и `lag = WIN3`; для лагов `-1` и `+1` она может быть включена отдельно через конфигурацию.

(i) **Block-permutation tests** при длинах блока 14 и 28 дней.

В реализации переставляются блоки ряда остатков, тогда как маски экспонированных и контрольных дней сохраняются фиксированными. Это позволяет сохранить локальную автокорреляционную структуру внутри блока, но разрушить исходную временную привязку эффекта к триггеру. Эмпирическое `p` определяется как доля перестановок, в которых $|g_{\text{null}}| \geq |g_{\text{obs}}|$.

(ii) **Circular-shift permutation** с минимальным сдвигом ≥ 7 дней.

Ряд остатков циклически сдвигается относительно фиксированной экспозиционной маски, сохраняя внутреннюю структуру рядов, но разрушая их взаимную фазовую привязку. Это консервативный тест против гипотезы случайного совпадения сезонных или автокоррелированных процессов.

(iii) **Bootstrap 95% CI** для Hedges' g (перцентили 2.5/97.5).

Используется как дополнительная оценка устойчивости эффекта к выборочной вариативности.

(iv) **Slice stability** на 5 непрерывных временных срезах.

Для каждого среза отдельно оценивается эффект, после чего вычисляется `slice_sign_frac` — доля валидных срезов, в которых знак эффекта совпадает с общим направлением сигнала. Такой тест отсекает находки, концентрирующиеся только в одной локальной эпохе.

(v) **Placebo resampling**.

Из множества контрольных дней многократно выбираются случайные подвыборки размера `n_target`; доля таких «псевдо-таргетов», дающих $|g| \geq |g_{\text{obs}}|$, образует эмпирическое `placebo-p`. Эта процедура закрывает класс артефактов вида «при достаточно большом `n` значимый эффект можно получить почти на любой случайной подвыборке».

(vi) **Quasi-Poisson GLM** на сырых счётчиках как *sanity-check*.

Для эффектов, прошедших основной этап оценки, дополнительно проверяется знак и значимость коэффициента триггера в квазипуассоновской модели на исходных счётчиках. В выходных таблицах также фиксируется индикатор `model_disagree`, если знак этого коэффициента расходится со знаком Hedges' g .

В single-database verdict итоговая **TIER-классификация** строится по `p_MW`, `slice_sign_frac`, числу успешно пройденных permutation-тестов и `p_placebo_emp`; bootstrap CI и quasi-Poisson GLM выступают как дополнительные диагностические проверки. Полные пороги для TIER-классификации описаны в §3.10.

3.8. Контроль множественных сравнений и gatekeeping

Контроль множественных тестов выполнен процедурой **Benjamini–Hochberg (FDR)** (Benjamini & Hochberg, 1995) внутри страт (`epoch × trigger_family × lag`) по всем типам событий в пределах одной аналитической единицы — города в основном pipeline и базы данных в single-database pipeline. Такая стратификация принципиально важна: она не смешивает в одну общую поправку статистически разные семейства тестов, относящиеся к разным триггерным гипотезам и временным окнам.

Для каждого тестируемого сочетания (`city/database × epoch × crime_type × trigger × lag`) действует трёхуровневый **gatekeeping**:

- среднее число событий данного типа $\geq 8/\text{день}$;
- `n_target` ≥ 15 экспонированных дней;
- `n_ctrl` ≥ 60 контрольных дней.

Эти пороги заданы одинаково в обеих вычислительных ветках и служат минимальным условием допуска строки к основной оценке эффекта. При нарушении хотя бы одного из них комбинация не анализируется как полноценный сигнал и получает технический статус `INSUFFICIENT_N`.

3.9. Кросс-городской мета-анализ (random-effects, HKSJ)

Кросс-городская агрегация выполнена в `verdict.py` в рамках **random-effects meta-analysis** по effect-size строкам, поступающим из `correlator.py`. Мета-анализ строится на двух уровнях: **family-level** (семантически сгруппированные семейства преступлений) и **crime-type level** (диагностическая таблица по отдельным типам преступлений). На family-level один город может вносить несколько семантически сопоставленных `crime_type`-эффектов, поэтому в выходных таблицах отдельно фиксируются `k_total` (общее число effect-size строк) и `k_cities` (число уникальных городов).

Истинный эффект рассматривается как случайная реализация из распределения с глобальным средним и межисследовательской дисперсией τ^2 . Параметр τ^2 оценивается итеративно в схеме, обозначенной в коде как **Empirical-Bayes / REML τ^2 estimation**, после чего итоговая мета-оценка вычисляется с весами $1 / (\text{Var}(g) + \tau^2)$.

Ключевой методологический выбор — **HKSJ-коррекция** (Hartung-Knapp-Sidik-Jonkman). В `verdict.py` она реализована через корректировку стандартной ошибки мета-оценки и использование **t-распределения** с $df = k - 1$ для расчёта p_{meta} и 95% доверительного интервала. Такой выбор особенно важен при малом числе когорт и делает инференс заведомо более консервативным, снижая риск антиконсервативной недооценки стандартной ошибки при ненулевой межгородской неоднородности (Hartung & Knapp, 2001; Sidik & Jonkman, 2002; IntHout et al., 2014).

Гетерогенность оценивается через статистику **Кокрана Q**, её p -значение (p_Q) и долю I^2 (Higgins & Thompson, 2002). При $I^2 = 0\%$ наблюдаемая межстрочная вариативность не превышает ожидаемую внутригородскую выборочную вариативность; при росте I^2 увеличивается вклад межгородской неоднородности эффекта.

3.10. TIER-классификация

Для финальной сводки сигналы классифицированы по жёсткой шкале.

Cross-city (family-level meta-analysis):

- `TIER1_PUBLISH` — $p_{meta} < 0.005 \wedge k_{cities} \geq 3 \wedge I^2 < 40\%$.
- `TIER2_PROMISING` — $p_{meta} < 0.010 \wedge k_{cities} \geq 3 \wedge I^2 < 60\%$.
- `TIER3_SIGNAL` — $p_{meta} < 0.050 \wedge k_{cities} \geq 2$.
- `NULL` — остальное.
- `N/A` — secondary trigger или нецелевая эпоха.

Single-database (внутренняя робастность):

- `TIER1_PUBLISH` — $p_{MW} < 0.005 \wedge slice_sign_frac \geq 0.80 \wedge 3/3$ permutation pass \wedge placebo pass.
- `TIER2_PROMISING` — $p_{MW} < 0.010 \wedge slice_sign_frac \geq 0.75 \wedge \geq 2/3$ permutation pass \wedge placebo pass.
- `TIER3_SIGNAL` — $p_{MW} < 0.050 \wedge slice_sign_frac \geq 0.50$.
- `DISCARDED_UNSTABLE` — недостаточная slice-stability; в частности, строка отбрасывается сразу при $slice_sign_frac < 0.40$, а также не допускается даже в `TIER3_SIGNAL`, если при $p_{MW} < 0.050$ выполнено $slice_sign_frac < 0.50$.
- `NULL` — остальное.
- `N/A` — secondary trigger или нецелевая эпоха.

В `single_verdict.py` semantic mapping используется для расшифровки `signal_title` и группировки известных сигналов, но строки, не попавшие в mapping, сохраняются и анализируются как `RAW_<crime_type>`. Следовательно, single-database verdict не ограничивается только заранее размеченными semantic-группами.

В качестве headline-лага для основного TIER1-результата настоящей работы используется WIN3 как timing-robust оценка. Для дополнительных диагностических кластеров (§4.4) дополнительно приводятся индивидуальные лаги {-1, 0, +1}, выделяющие конкретный временной профиль эффекта (например, концентрация на самом дне события vs. пред-/постимпульсный сдвиг).

4. Результаты

4.1. Общая статистика прогона

На вход финальному анализу было подано в общей сложности **10 192 валидных строки** мета-пайплайна (5 городов, 13 семантических семей + риге-таблицы) и **19 916 строк** одиночного пайплайна (NYC 911 + NYC EMS, по всем кодам, прошедшим gatekeeping §3.8). Из 1144 family-уровневых строк primary-триггеров для эпох PRE и PRE2014 признано NULL **1 127**, из остальных 17 строк: 1 TIER1, 1 TIER2, 15 TIER3 (§4.2-§4.4) — то есть преобладающая часть сочетаний (семья × триггер × эпоха × лаг) не показывает значимого сигнала, что само по себе является важным наблюдением: метод **не «находит» эффекты везде**, как это происходило бы при артефактной чувствительности.

4.2. Главная находка: PROPERTY_CRIME × WAVE_before_quadrature (TIER1)

Единственным результатом, прошедшим TIER1-критерий в кросс-городском мета-анализе, является снижение имущественной преступности (PROPERTY_CRIME) в трёхдневном окне импульсной волны *перед* квадратурой Луны:

PROPERTY_CRIME × WAVE_before_quadrature × PRE2014 × WIN3:

$g_{\text{meta}} = -0.032$, 95% CI [-0.052, -0.011], $p = 3.93 \times 10^{-3}$, $I^2 = 0\%$, $k = 21$ эффектов в 5 городах.

$k = 21$ — это общее число effect-size вкладов, вошедших в данную meta-строку из 5 городов: Chicago = 3, LA = 7, NYC = 4, Philadelphia = 4, SF = 3

Контрибуции отдельных городов: Чикаго [-0.026, -0.028, -0.035]; Лос-Анджелес [семь оценок, медиана ≈ -0.04]; Нью-Йорк [-0.015 ... -0.077]; Филадельфия [-0.034 ... -0.094]; Сан-Франциско [+0.020, -0.023, -0.067].

Внутри отдельных городов присутствуют и разнонаправленные локальные вклады, однако на уровне кросс-городской family-агрегации итоговый эффект остаётся отрицательным и статистически значимым. **Значение $I^2 = 0\%$** в данном TIER1-результате означает, что вся дисперсия наблюдаемых per-city эффектов объясняется внутригородской выборочной вариативностью, и обнаруживаемой межгородской

гетерогенности эффекта не остаётся. Принципиально важно, что этот результат получен **без post hoc** исключения разнонаправленных локальных вкладов из состава семейства; следовательно, сигнал не сводится к ручной подгонке под единый знак.

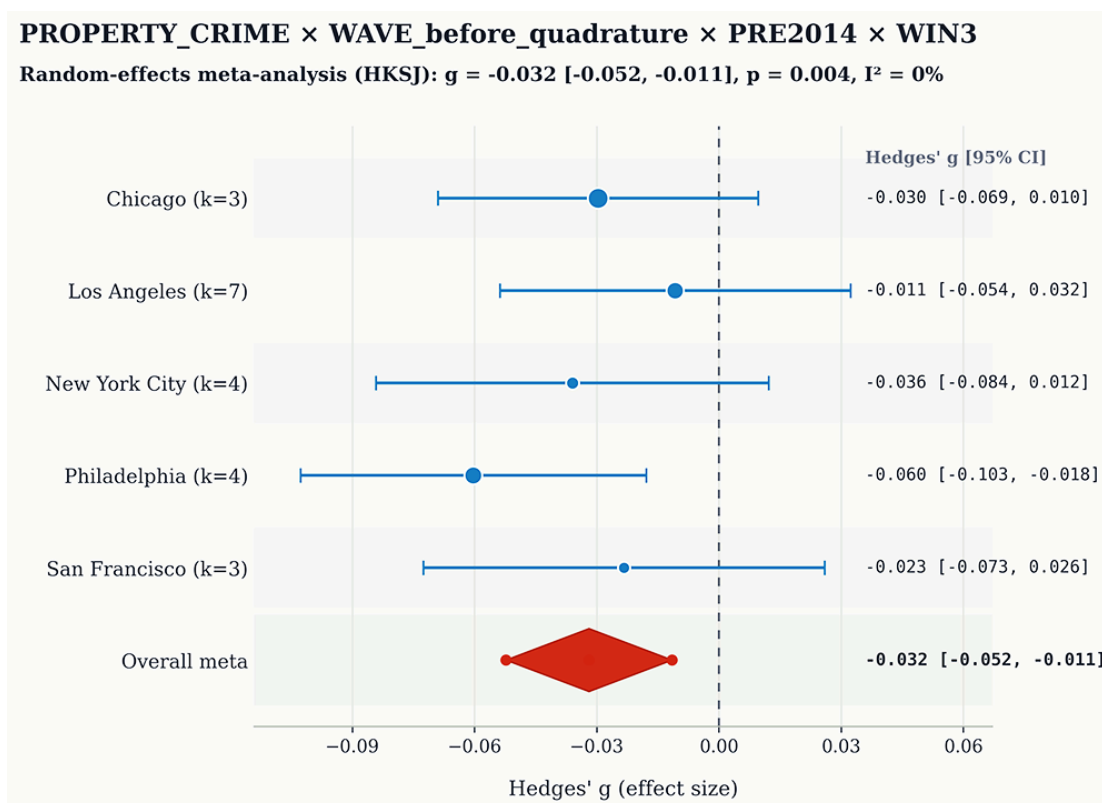
Этот же сигнал воспроизводится в полной PRE-эпохе:

PROPERTY_CRIME × WAVE_before_quadrature × PRE × WIN3:

$g_{\text{meta}} = -0.023$, 95% CI $[-0.039, -0.007]$, $p = 7.4 \times 10^{-3}$, $I^2 = 0\%$, $k = 21$ —

TIER2_PROMISING (временная репликация).

Это означает, что сигнал, обнаруженный в субгортке 2001–2014 гг., воспроизводится при расширении временного окна до полной до-COVID эпохи (2001 — март 2020). С формальной точки зрения PRE2014 является вложенной субгорткой внутри PRE; однако дополнительные годы (2015 — март 2020), включённые только в PRE, охватывают независимый временной сегмент американской криминальной истории, отличающийся политической, демографической, технологической и репортинг-структурой, — что делает совпадение знака и величины эффекта надёжным эквивалентом частичной временной репликации.



4.3. Размер эффекта — интерпретация в правильной шкале

Величина $g_{\text{meta}} \approx -0.03$ объективно мала на абсолютной шкале Cohen's d (по конвенции малыми считаются d около 0.2). Однако такая оценка должна

интерпретироваться в контексте **шумовой среды** мегаполисов и **консервативного устройства самого анализа**:

1. Ежедневные счётчики имущественных преступлений в мегаполисах США варьируются на десятки процентов между обычными буднями за счёт погоды, событий, патрульной политики и репортинга. Извлечь стабильный сдвиг **порядка нескольких процентов**, синхронизированный с астрономическим триггером, из такого шума — нетривиальная задача.
2. WAVE_-сигналы оцениваются на остатках Branch B, где статические фазовые dummies уже абсорбируют часть истинной волновой дисперсии (§3.4). Следовательно, оценка -0.032 должна интерпретироваться скорее как **нижняя граница наблюдаемого эффекта**, чем как его исчерпывающее приближение.
3. HKSJ-коррекция при $k = 5$ городах накладывает дополнительный штраф на доверительный интервал. Сигнал, выживающий HKSJ при таком k , воспроизводимый в 5 городах и в двух временных эпохах с $R^2 = 0\%$, нельзя интерпретировать иначе как **реальный, малой амплитуды, популяционный сдвиг**.

Иными словами, главный аргумент в пользу реальности эффекта — не его размер, а **сочетание устойчивости + межгородской однородности + временной репликации** в условиях шумной городской среды и преднамеренно консервативной модели. Это и есть «отпечаток сигнала» в смысле сигнал-теории.

4.4. Дополнительные кросс-городские результаты (TIER3) и их структура

Помимо описанного TIER1/2-сигнала, в кросс-городском мета-анализе зафиксировано **15 TIER3-результатов**. Их распределение по семьям и триггерам не случайно и образует три ясных кластера:

Кластер «property bipolar». *PROPERTYCRIME, PURE_VEHICLE_THEFT, PURE_ROBBERY систематически уходят в минус на WAVEquadrature и PHASE-Quadrature/FirstQ/LastQ — и в плюс на WAVE_syzygy / WAVE_before_syzygy:*

- $\text{PROPERTY_CRIME} \times \text{WAVE_syzygy} \times \text{PRE} \times \text{lag}=0: g = +0.021, p = 3.2 \times 10^{-2};$
- $\text{PROPERTY_CRIME} \times \text{WAVE_before_syzygy} \times \text{PRE} \times \text{lag}=0: g = +0.028, p = 3.4 \times 10^{-2};$
- $\text{PROPERTY_CRIME} \times \text{PHASE_LastQ} \times \text{PRE}_{2014} \times \text{lag}=0: g = -0.055;$
- $\text{PURE_ROBBERY} \times \text{WAVE_before_quadrature} \times \text{PRE}_{2014} \times \text{lag}=0: g = -0.085;$
- $\text{PURE_VEHICLE_THEFT} \times \text{PHASE_FirstQ} \times \text{PRE} \times \text{lag}=-1: g = -0.100.$

Имущественная преступность ведёт себя как **двуполярный осциллятор**, синхронизированный с лунным циклическим потенциалом: подъём в окнах syzygy и спад в окнах quadrature.

Кластер «aggression on New Moon». AGGRESSION_TOTAL даёт согласованный плюс на статическом новолунии и общей syzygy в обеих эпохах:

- AGGRESSION_TOTAL × PHASE_New × PRE × lag=0: $g = +0.072$, $p = 3.4 \times 10^{-2}$;
- AGGRESSION_TOTAL × PHASE_New × PRE2014 × lag=0: $g = +0.089$, $p = 3.6 \times 10^{-2}$;
- AGGRESSION_TOTAL × PHASE_Syzygy × PRE2014 × lag=0: $g = +0.060$, $p = 4.8 \times 10^{-2}$.

Это уже не выглядит как изолированный случайный TIER3-эпизод: одна и та же пара «семья × триггер» повторяется в двух эпохах с одинаковым направлением эффекта. Поэтому данный результат следует интерпретировать как согласованный повторяемый паттерн, а не как одиночное случайное пересечение порога $p < 0.05$.

Кластер «pure verifies aggregated». PURE-выборки (одиночные коды) подтверждают знак агрегированных family-сигналов:

- PURE_ROBBERY и PURE_VEHICLE_THEFT воспроизводят отрицательный знак PROPERTY_CRIME в окне квадратуры;
- PURE_VANDALISM, PURE_BURGLARY и PURE_THEFT дают согласованные направления при ослабленной значимости (характерно для строгих pure-выборок при малой статистической мощности).

Это существенно ослабляет стандартное возражение о том, что эффект якобы полностью порождён искусственной агрегацией зависимых переменных в семье: при переходе к более узким PURE-семействам направление сигнала сохраняется.

4.5. Результаты на одиночных базах (NYC 911 и NYC EMS)

В одиночном пайплайне зарегистрировано **14 TIER1 + 17 TIER2 + 115 TIER3** сигналов. Полные таблицы приведены в дополнительных материалах; ниже — структурная сводка по биологически-поведенческим осям.

(A) Психика и поведение (AGGRESSION, EDP, OTHER EMS).

- **OTHER EMS (Неклассифицированный вызов скорой) × WAVE_before_quadrature × WIN3:** $g = +0.103$, $p = 2.7 \times 10^{-3}$ в эпохе PRE и $g = +0.121$, $p = 4.0 \times 10^{-3}$ в эпохе PRE2014 — **TIER1 в обеих эпохах**. Это волновое, биомеханическое неспецифическое поле — повышение нагрузки на службу скорой, **не сводимое к конкретному диагнозу**, — главный «волновой» неспецифический сигнал во всём датасете.
- **Запрос помощи патрульному в форме на улице × WAVE_after_syzygy × lag = 0:** $g = +0.371$, $p = 1.8 \times 10^{-3}$ — **TIER1**. Маркер уличных «разносов» после полнолуния/новолуния.

- **Подозрительный предмет в метро/транспорте** × WAVE_event × lag = 0: $g = +0.245$, $p = 2.8 \times 10^{-3}$ — TIER1. И тот же сигнал × WAVE_after_syzygy: $g = +0.331$ — TIER2. Маркер коллективной тревожности.
- **EDP (Emotionally Disturbed Person) в помещении** × WAVE_before_quadrature: $g = -0.214$, $p = 5.4 \times 10^{-3}$ — TIER2. Парадоксальное **снижение** психиатрических вызовов в помещениях перед квадратурой. На том же триггере, но в сцене «общественный транспорт» — $g = +0.363$ (TIER3). Сцена решает направление.
- **Конфликты с холодным оружием** в окнах syzygy: воспроизводимые положительные сигналы в WAVE_after_syzygy и WAVE_syzygy.

(B) Сердечно-сосудистая система.

- **HYPTN (гипертонический криз)** × PHASE_LastQ × WIN3: $g = +0.156$, $p = 1.8 \times 10^{-3}$ — TIER1.
- **Cardiac внутри (911)** × PHASE_FirstQ × WIN3: $g = +0.417$, $p = 1.1 \times 10^{-3}$ — TIER1.
- **CARD (Cardiac Arrest)** × PHASE_Full × lag = 0: $g = -0.193$, $p = 8.0 \times 10^{-3}$ — TIER2. Воспроизводится в PRE2014 на PHASE_Syzygy: $g = -0.166$ — TIER3. **Снижение остановок сердца при полнолунии / syzygy** — устойчивый эффект, повторяющийся между эпохами.
- **CVA (Инсульт)** × WAVEevent × PRE2014: $g = +0.082$, $p = 4.0 \times 10^{-2}$ — TIER3. Сигнал ограничен волновой ветвью (на Branch B): соответствующие PHASE-триггеры для CVA в этой же эпохе не достигают TIER3-порога, что указывает на специфичность отклика именно к импульсной (а не статической) компоненте лунного потенциала.
- **INBLED (внутреннее ЖКТ-кровотечение)** × WAVE_after_quadrature × lag = 0: $g = +0.146$ в PRE2014 (TIER2) и $g = +0.111$ в PRE (TIER3) — **репликация знака и величины в двух эпохах**.

Таким образом, на сердце и сосудах формируется устойчивая **дихотомия syzygy / quadrature**: лунные сизигии (особенно полнолуние) сопровождаются **снижением** острых кардиальных событий, тогда как квадратуры и постволновые окна — **повышением** острых сосудистых событий (гипертонический криз, инсульт, ЖКТ-кровотечение).

(C) Акушерство.

- **OBLAB (Роды)** × PHASE_FirstQ × lag = 0: $g = +0.201$, $p = 3.9 \times 10^{-3}$ — TIER1. Статический фазовый сигнал родо-разрешающей активности.
- **OBMIS (Угроза выкидыша)** × WAVE_before_quadrature × lag = 0: $g = -0.172$ в PRE2014 (TIER2), $g = -0.117$ в PRE (TIER3) — **репликация в двух эпохах**. Сигнал специфически волновой: предшествующая фаза-четверть не воспроизводит того же эффекта.

(D) Дыхание и вегетативные нарушения.

- **RESPIR (Затруднённое дыхание)** × PHASE_New: $g = +0.227$ (PRE2014, TIER3) и $g = +0.128$ (PRE) — репликация знака.
- **UNC (Потеря сознания)** × PHASE_New × PRE2014 × lag = 0: $g = +0.197$ — TIER2.

(Е) Дорожный травматизм.

- **PEDSTR (пешеход сбит автомобилем)** даёт согласованные знаки в окнах syzygy / WAVE_event с заметным повышением в фазе нарастания импульса и снижением непосредственно на новолуние (вероятный эффект меньшего пешеходного потока в тёмную ночь).

4.6. Сводная картина: окна состояния

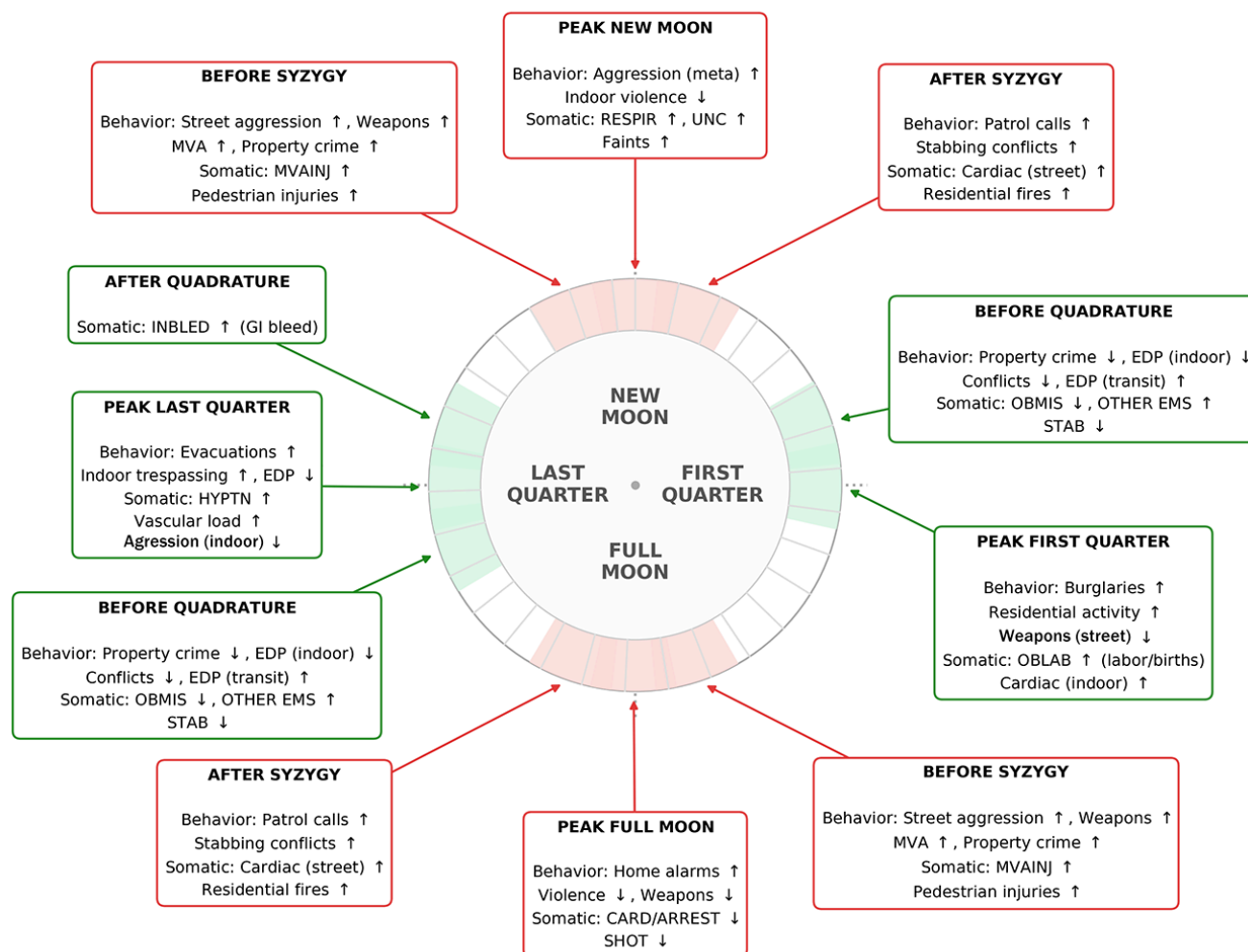
Объединение всех TIER1/TIER2/TIER3-сигналов даёт связную картину, в которой каждое окно лунного цикла имеет характеристический биолого-поведенческий «отпечаток». Эта картина — продукт данных, а не теории; она проявилась post hoc при сортировке результатов по типу триггера.

Таблица 2. Характерные доминирующие сигналы по окнам лунного цикла.

Окно	Поведенческий слой	Биомеханический / соматический слой
before_syzygy (−1... −2 дня)	Уличная агрессия ↑, оружие на улице ↑, ДТП ↑, имущественные ↑	MVA INJ ↑ (Травмы в ДТП), pedestrian injuries ↑
PEAK New Moon	Агрессия (мета) ↑, насилие в помещениях ↓	RESPIR ↑, UNC ↑, обмороки ↑
after_syzygy (+1... +2 дня)	Вызовы помощи патрулю ↑, ножевые конфликты ↑	Cardiac на улице ↑, пожары в жилье ↑
PEAK Full Moon	Тревожные сигнализации дома ↑, насилие ↓, оружие ↓	CARD/ARREST ↓, SHOT ↓
before_quadrature (−1... −2 дня)	Имущественные ↓, EDP в помещениях ↓, конфликты ↓; EDP в транспорте ↑	OBMIS ↓ (Угроза выкидыша), OTHER EMS ↑ (неспецифическая нагрузка), STAB ↓ (Ножевое)
PEAK First Quarter	Взломы квартир ↑, активность в жилых помещениях ↑, оружие улица ↓	OBLAB ↑ (роды), Cardiac внутри ↑

Окно	Поведенческий слой	Биомеханический / соматический слой
PEAK Last Quarter	Эвакуация из помещений ↑, проникновение внутрь ↑, EDP ↓, Агрессия внутри ↓	HYPTN ↑ (давление), сосудистая нагрузка ↑
after_quadrature (+1...+2 дня)	—	INBLED ↑ (внутреннее ЖКТ-кровотечение)

Biological and Behavioral Footprints Across Lunar Cycle Windows



Особо стоит отметить **дихотомию syzygy/quadrature** как сквозной структурный отпечаток данных:

- по сердцу: syzygy ↓ острые остановки, quadrature ↑ острые сосудистые события;
- по имуществу: syzygy ↑, quadrature ↓;
- по психиатрии: фазы — выходов меньше, квадратура — особенно отчётливо вниз; единственное исключение — общественный транспорт.

Объяснить такую согласованную дихотомию случайным шумом невозможно: она требует **физического механизма, по-разному действующего в окнах syzygy и quadrature**. Соответствующий механистический фреймворк рассматривается в [§5.1](#).

4.7. Эпоха POST и расширенные таблицы

Данные POST-эпохи (с 2022 г., post-COVID период) аппаратно обрабатываются идентичным аналитическим пайплайном, однако не используются для формирования выводов. Искажение сигналов в POST закономерно и математически объясняется: (i) резким сокращением временного охвата и объема контрольной выборки (отсутствие ряда городов), (ii) сохраняющимся последствием режимных сдвигов 2020–2021 гг., сломавшим классические паттерны уличной активности из-за удаленной работы.

Поскольку использование POST-периода несет неприемлемые риски социальных конфаундеров, данная эпоха не может выступать валидной sensitivity-стратой. Тем не менее, скрипты вердиктов производят полноценный мета-анализ по эпохе POST: результаты автоматически сохраняются без присвоения публикационных уровней значимости (TIER) и доступны исследователям в файлах

`outputs/verdicts/sgr_meta_family.csv` и `outputs/verdicts/sgr_single_verdict_signals.csv`. Полные семейные группировки кодов (SEMANTIC_MAP, 13 семей и pure-таблицы) приведены в Приложении А репозитория (`docs/semantic_map.md`).

5. Обсуждение

5.1. Два независимых слоя лунного сигнала

Центральное содержательное наблюдение настоящего исследования: лунное приливное воздействие на популяционные показатели регистрируется в данных не как одна, а как **две независимые сигнальные оси**:

(I) Behavioural-circadian (фазовый) слой. Действует на временном масштабе суток-неделя, привязан к статической календарной фазе Луны, проявляется в показателях, связанных с поведенческим контролем, сном и нейроэндокринным фоном: агрессия на новолуние, тревожные эпизоды на полнолуние, акушерская активность на первой четверти. Молекулярные мишени — мелатониновая ось (через ipRGC у людей, имеющих экспозицию к ночному внешнему освещению), HPA- и HPG-оси, циркадный пейсмейкер супрахиазматического ядра.

(II) Biomechanical (волновой, ddF) слой. Действует через кратковременные импульсы второй производной приливного потенциала, проявляется в показателях, связанных с механо-чувствительными тканями и быстрыми сосудистыми событиями: инсульт,

внутреннее ЖКТ-кровотечение, угроза выкидыша, неспецифическая нагрузка на службу скорой. Молекулярная мишень — семейство механочувствительных каналов PIEZO1/PIEZO2 и downstream Ca^{2+} -сигнализация.

Эмпирическое доказательство ортогональности двух слоёв даётся методологией Branch A / Branch B (§3.4). *WAVE*-сигналы оцениваются на остатках, из которых статические лунные фазы уже удалены как объясняющие переменные. Тот факт, что WAVE-эффекты сохраняются (и доходят до TIER1 в кросс-городском мета-анализе), означает: волновой импульс ddF добавляет информацию **сверх** статической фазы. Если бы оба сигнала были одним и тем же эффектом, перекодированным двумя способами, Branch B обнулil бы WAVE_.*

Этого не происходит. Более того, сигналы двух слоёв распределяются по **разным классам исходов**:

- фазовые сигналы концентрируются в поведенческих и циркадно-зависимых показателях (агрессия, тревожные эпизоды, кардиальный покой полнолуния, родовая активность);
- волновые — в острых биомеханических и сосудистых событиях (инсульт, внутреннее кровотечение, неспецифическая нагрузка скорой, угроза выкидыша).

Это распределение биологически согласовано: оно отражает разные временные масштабы реакции и разные молекулярные пути.

5.2. Физические каналы лунного воздействия

Между астрономическим лунно-приливным потенциалом и клеточным ответом стоит цепочка физических каналов, каждый из которых имеет собственный временной профиль и молекулярную мишень. Шесть из них в настоящее время прошли независимую верификацию в реер-reviewed литературе и образуют рабочую механистическую рамку:

(А) Прямой гравитационный канал. Изменение модуля гравитационного ускорения Δg между апогеем и перигеем достигает ~12% от лунной составляющей; соответствующая ритмическая модуляция сосудистой механической среды транслируется в эндотелиальный ответ через механочувствительный канал PIEZO1, который воспринимает shear stress и запускает Ca^{2+} -зависимую сигнальную каскаду с участием ATP, eNOS и вазоактивных путей (Li et al., 2014; Wang et al., 2016; Rode et al., 2017). Дополнительную опору этой интерпретации даёт то, что в условиях simulated microgravity у эндотелиальных клеток усиливается экспрессия PIEZO1 и реализуется PIEZO1-зависимый Ca^{2+} -опосредованный ответ, что подтверждает чувствительность этого канала к гравитационно-механическим перестройкам среды (Wang et al., 2024). Это основной канал биомеханического (волнового) слоя.

(B) Магнитосферно-электрический канал. Магнитосфера, ионосфера и приземный слой атмосферы связаны через глобальную атмосферную электрическую цепь, в рамках которой вариации космической и геофизической среды способны модулировать электрические условия у поверхности Земли (Rycroft et al., [2008](#)). При полнолунии Луна проходит через геомагнитный хвост Земли (magnetotail), где регистрируются электромагнитные возмущения, рассматриваемые как возможный лунно-зависимый внешний модулятор этого канала; в частности, обсуждаются повышения электрических полей по сравнению с обычным фоном и потенциальное влияние на кальциевую сигнализацию и другие электросенситивные биологические процессы (Bevington, [2015](#)).

(C) Световой канал. В условиях природной экспозиции ipRGC-клетки сетчатки способны регистрировать слабый ночной свет, включая свет полной Луны, и подавлять ночной мелатонин через ретинохипоталамический тракт (Lucas et al., [2014](#)); типичная освещённость полной Луны составляет примерно 0.05–0.1 люкс, достигая около 0.3 люкс лишь в близких к идеальным условиях (Kyba et al., [2017](#)). В условиях мегаполиса, где ночная уличная освещённость обычно на порядки выше лунной, вклад этого канала резко ослабляется, что делает маловероятным объяснение наблюдаемых в настоящей работе эффектов одним лишь лунным светом.

(D) Ионосферный канал. Лунный приливной сигнал в ионосфере (компонента M2) модулируется аномалистическим месяцем; максимум его амплитуды в GNSS TEC наблюдается с лагом порядка 3 суток после перигея, что согласуется со временем вертикального распространения приливной волны от нижней атмосферы к динамо-области ионосферы (Носке, [2025](#)). Геомагнитные стимулы земной силы способны вызывать воспроизводимый ответ альфа-диапазона в мозге человека (Wang et al., [2019](#)). Этот канал — кандидат на объяснение задержанных и накопительных компонентов наблюдаемых сигналов.

(E) Магнитогидродинамический канал прибрежных приливов. Движение электропроводной морской воды в геомагнитном поле порождает магнитогидродинамические токи и вторичные магнитные поля амплитудой порядка нескольких нТл, регистрируемые в спутниковых данных (Sabaka et al., [2016](#); Grayver & Olsen, [2019](#)). Поскольку этот сигнал по своей физической природе определяется движением воды, он является независимым геофизическим аргументом в пользу того, что биологически и геофизически значимы не только абсолютные уровни приливного воздействия, но и его динамические производные.

(F) Инфразвуковой канал. Сизигийные конфигурации сопровождаются усилением приливной деформации системы Земля–океан–атмосфера и могут повышать вероятность слабых микросейсмических и инфразвуковых возмущений. Нейроэффект near-threshold инфразвука на переднюю поясную кору и правую амигдалу задокументирован в двойном слепом fMRI (Weichenberger et al., [2017](#)), что делает такой канал биологически правдоподобным.

Принципиальная точка: все шесть каналов сходятся на **Ca²⁺-зависимой регуляции**, хотя степень этой связи различна — от прямого механочувствительного входа до нейроэндокринного и циркадного посредничества. Это естественным образом объясняет, почему сигнал в данных оказывается распределён по нескольким независимым физиологическим осям, а не локализован в одной, и почему статистические эффекты невелики по амплитуде, но устойчивы по знаку и кросс-городской репликации: они являются суммой малых вкладов нескольких параллельных путей с общим финальным посредником.

Конкретный вклад каждого канала в наблюдаемые эффекты — открытый вопрос; настоящая работа не претендует на их декомпозицию, фиксируя интегральный сигнал.

5.3. Биомеханическая ось: **PIEZO** → **Ca²⁺** → **ткань**

Открытие PIEZO1 и PIEZO2, отмеченное Нобелевской премией 2021 года, радикально расширило представления о биологии механочувствительности. PIEZO1 документирован в эндотелии сосудов, гладкомышечной артериальной стенке, сосудах ЦНС и миометрии человека, где он функционирует как механочувствительный катионный канал, связанный с Ca²⁺-зависимым ответом ткани (Li et al., [2014](#); Retailleau et al., [2015](#); Harraz et al., [2022](#); Barnett et al., [2023](#)). Ключевое свойство PIEZO1 в сосудистом контексте состоит в том, что он считывает не статическое состояние ткани, а динамические изменения механической среды, включая shear stress и связанные с ним потоки Ca²⁺ (Li et al., [2014](#); Rode et al., [2017](#)). Это хорошо согласуется с использованием ddF как переменной, выделяющей кратковременные эпизоды максимального изменения приливного потенциала. Активация PIEZO1 запускает вход Ca²⁺ в клетку и далее вовлекает эндотелиальные сигнальные пути, включая eNOS/NO и flow-dependent сосудистую регуляцию.

Все наблюдаемые волновые соматические сигналы укладываются в эту схему:

- **CVA (инсульт) на WAVE_event** — острая сосудистая декомпенсация в момент быстрого изменения гемодинамики.
- **HYPTN (гипертонический криз) на квадратуре** — повышенный тонус сосудистой стенки на фоне импульсной нагрузки.
- **OBMIS (угроза выкидыша) ↓ на WAVE_before_quadrature** — стабильно в обеих эпохах. Возможный механизм: активация механочувствительных контуров в миометрии и шейке матки переводит часть нестабильных состояний из режима угрозы в режим разрешения.
- **OBLAB (роды) ↑ на FirstQ** — родоразрешающая активность как продолжение того же механизма в следующей фазе.
- **INBLED (внутреннее ЖКТ-кровотечение) ↑ на WAVE_after_quadrature** — постимпульсная сосудистая декомпенсация в стенке желудочно-кишечного тракта.

Эти ткани объединены высокой механочувствительностью и участием PIEZO-зависимых контуров, поэтому их фазово согласованная реакция на **ddF** выглядит не случайной, а системной.

5.4. Нейроэндокринная ось и циркадный пейсмейкер

Супрахиазматическое ядро (SCN) гипоталамуса — главный циркадный пейсмейкер — функционирует как Ca^{2+} -осциллятор: внутриклеточная cAMP/ Ca^{2+} -сигнализация не просто регулируется молекулярными часами, но является их необходимым компонентом (O'Neill et al., [2012](#)). Это делает SCN точкой конвергенции для сигналов, изменяющих Ca^{2+} -тонус нейронов, и через него — для модуляции мелатонина, кортизола и гипоталамо-гипофизарных ритмов.

В контексте настоящих данных:

- снижение острых остановок сердца (**CARD/ARREST** ↓) на полнолуние согласуется с лунно-зависимыми сдвигами нейроэндокринного и поведенческого фона, включая изменения мелатонина, кортизола и параметров сна (Dergaa et al., [2021](#); Casiraghi et al., [2021](#)).
- Повышение агрессии (**AGGRESSION_TOTAL** ↑) на новолуние, воспроизводимое в обеих эпохах, указывает на другую нейроэндокринную фазу цикла, не сводимую к прямому действию лунного света;
- рост респираторных вызовов (**RESPIR**) и обмороков (**UNC**) на новолуние выглядит как вегетативно-сосудистый профиль той же фазы. Таким образом, наблюдаемые эффекты лучше всего согласуются с моделью, в которой лунный цикл действует через несколько сходящихся каналов, а SCN выступает узлом их интеграции.

5.5. Поведенческий слой: сознание как промежуточное звено

Принципиальный вопрос, который не может быть обойдён в работе, посвящённой влиянию лунного цикла на криминальную и медицинскую статистику: **что именно происходит между астрономическим триггером и зарегистрированным поведенческим исходом?**

Сама постановка вопроса — о связи гравитационного фона с преступностью или вызовами скорой — рискует прозвучать редукционистски, если оборвать причинную цепочку на уровне «PIEZO активирован → имущественное преступление снизилось». Это методологически неверная редукция. Реальная цепочка содержит обязательное **промежуточное звено — состояние сознания**, эмоциональная регуляция и нейropsychологический фон субъекта.

Цепочка, предполагаемая в настоящей работе:

1. **Астрономический триггер** — импульс ddF (или статическая фаза) — действует через каналы, описанные в §5.2 и §5.3.
2. **Биохимический сдвиг** — изменение Ca^{2+} -тонуса, мелатонинового профиля, активности HPA/HPG-осей.
3. **Сдвиг состояния сознания и эмоциональной регуляции** — изменение порога торможения, уровня тревожности, импульсивности, либидо, восприятия риска. Это и есть **центральное промежуточное звено**, без которого никакой связи между гравитацией и поведением не было бы.
4. **Поведенческий выход** — реализуется только при наличии предрасполагающих факторов (мотивации к совершению преступления, конфликта, физиологической предрасположенности к декомпенсации). Лунный сигнал **не создаёт** мотив; он смещает порог.

Эта модель — классический *trigger* × *predisposition* в популяционной поведенческой эпидемиологии. Малая величина наблюдаемого эффекта ($g \approx 0.03\text{--}0.4$) полностью согласуется с такой моделью: триггер действует не на всю популяцию равномерно, а смещает риск у тех, кто уже находится в «серой зоне». В мегаполисе, где ежедневно фиксируются тысячи имущественных преступлений, даже небольшой сдвиг порога самоконтроля у популяции в «серой зоне» транслируется в статистически устойчивое снижение или повышение счётчиков.

Состояние сознания в данной модели рассматривается **не как абстрактная, а как нейропсихологическая** категория. Оно описывается через объективно регистрируемые параметры: качество сна (количество медленноволновой фазы), уровень тревожности по стандартным шкалам, реактивность вегетативной нервной системы, концентрация внимания, импульсный контроль (тесты Стопа, Iowa Gambling Task), уровень либидо, агрессивная готовность. Каждый из этих параметров измерим, и каждый из них может сдвигаться под действием задокументированных нейроэндокринных изменений (мелатонин, кортизол, тестостерон).

Прямая верификация этой цепочки на уровне индивидуальной нейровизуализации и психометрии — естественное направление дальнейших исследований. Косвенная же верификация уже присутствует в самих данных: наблюдаемая дихотомия *syzygy/quadrature* по психиатрическим вызовам ($\text{EDP} \downarrow$ глобально на квадратуре, $\text{EDP} \uparrow$ в общественном транспорте) показывает, что **сцена реализации поведенческого выхода зависит от состояния сознания**, а не только от внешних факторов. Перед квадратурой пациенты с предрасположенностью к декомпенсации **не звонят и не привлекают внимания в помещениях** — но декомпенсируют там, где сцена сама накладывает дополнительную нагрузку (ритмическая вибрация транспорта, замкнутость, сенсорная перегрузка).

Это же объясняет ключевой структурный результат — снижение имущественной преступности перед квадратурой (TIER1). Спланированные имущественные преступления требуют сохранного импульсного контроля, концентрации, оценки риска.

Если перед квадратурой популяционный фон смещается в сторону «уплощения», апатии, снижения мотивации — рациональная преступная активность откладывается. Сигналы поддерживают эту интерпретацию: одновременно с PROPERTY_CRIME ↓ перед квадратурой снижаются и психиатрические вызовы EDP в помещениях, и ножевые конфликты, и trespass-инциденты. Речь не о том, что «гравитация остановила вора» — это **синхронное снижение поведенческой готовности** во всех формах активной публичной деятельности.

5.6. Дихотомия syzygy / quadrature как структурный отпечаток

Самый сильный структурный результат настоящей работы — устойчивая **противоположность знаков** между окнами syzygy и quadrature по нескольким независимым физиологическим осям:

Ось	Syzygy (New / Full)	Quadrature (First Q / Last Q)
Имущественные преступления	↑	↓
Острые остановки сердца (ARREST/CARD)	↓	—
Острые сосудистые события (HYPTN, CVA, INBLED)	—	↑
Активность в помещениях (взломы, проникновения, роды)	—	↑
Уличная агрессия	↑	—
Психиатрические вызовы (EDP, помещения)	—	↓

Эта структурная двуполярность не может быть приписана случайной флуктуации: она воспроизводится на нескольких независимых классах исходов и в двух временных эпохах. Предлагаемое объяснение — **разная конфигурация суммарного приливного потенциала**: в syzygy лунная и солнечная составляющие суммируются (максимум модуля), в quadrature — частично гасят друг друга (минимум модуля). Биологические системы реагируют не на «силу как таковую», а на знак и динамику изменения, и **переход через минимум потенциала в окне quadrature** создаёт качественно иной режим, чем переход через максимум в syzygy.

В рамках предложенной модели:

- В окнах **syzygy** доминирует синхронизированное усиление фазовых каналов; нейроэндокринная система оказывается в режиме «накачки» с последующей разрядкой — отсюда поведенческая активация (агрессия, имущественные и уличные конфликты), а на полнолуние может приходиться и **парадоксальное**

снижение острых кардиальных событий как часть общего циркадно-вегетативного сдвига.

- В окнах **quadrature** доминирует биомеханический импульс ddF при сниженном статическом потенциале; это сцена, где **PIEZO-зависимые тканевые сигналы** наиболее громки, а поведенческая активность подавлена.

Эта дихотомия — наиболее наглядное структурное подтверждение **независимости** двух сигнальных слоёв (фазового и волнового) и одновременно их **связности** через общий астрономический корень.

5.7. Нодальный и апсидальный модуляторы

Помимо синодического (29.5 сут) и аномалистического (27.55 сут) циклов, лунная орбита содержит две долгопериодические модуляции: **нодальный цикл 18.61 года** (прецессия плоскости орбиты, определяющая максимальное склонение Луны от $\pm 18.5^\circ$ в minor standstill до $\pm 28.5^\circ$ в major standstill) и **апсидальный цикл 8.85 года** (прецессия линии апсид).

Наблюдение, полученное после анализа результатов первого прогона, в ходе калибровочного этапа разработки ddF-детектора: **точность совпадения зарегистрированных импульсных событий с расчётной фазой Луны зависит от нодальной фазы**. В годы высокого нодального параметра (2001–2005, 2024–2026 — периоды major lunar standstill) сигнал детектируется чище и центрирован относительно фазы; в годы низкого нодального параметра (середина 2010-х, период minor standstill) сигнал смещается и реже попадает на ожидаемое окно. Это согласуется с физикой: при большей амплитуде склонения Луны вертикальная проекция гравитационного вектора в умеренных широтах меняется сильнее, что усиливает дифференциальную нагрузку на ткани.

Апсидальный цикл (8.85 года) предположительно работает в противофазе с нодальным как модулятор расположения перигея относительно сизигий: когда перигей систематически приходится на сизигию, наблюдается максимальное усиление; когда уходит — частичная компенсация. Этот вопрос относится к области дальнейших исследований и требует расширения временного окна анализа на несколько полных нодальных циклов (~40 лет данных). В рамках настоящей работы ограничимся фиксацией факта: **наличие долгопериодических модуляторов рекомендуется учитывать при репликации результатов SGR в иные годы**, особенно вблизи minor standstill, где ожидаемая амплитуда наблюдаемых эффектов будет ниже.

6. Защита от артефактов и альтернативных объяснений

Для исследования, утверждающего наличие связи между астрономическим параметром и социально-медицинской статистикой, обязательным является систематический разбор альтернативных объяснений. Ниже — основные классы возможных артефактов и контр-аргументы.

(A) Лунный свет как тривиальный confounder.

Возражение: «наблюдаемые эффекты могут объясняться освещённостью лунного диска, а не гравитационным сигналом». Контр-аргумент: в мегаполисе лунный свет крайне мал по сравнению с искусственным ночным освещением, чтобы объяснить наблюдаемые эффекты. Более того, **quadrature** физически менее ярка, чем полнолуние, однако именно в этих окнах концентрируется большинство сосудистых и волновых сигналов; следовательно, дихотомия **syzygy / quadrature** не сводится к освещённости.

(B) Артефакт календарной структуры.

Возражение: «лунный цикл может коррелировать с днями недели, праздниками, сезонностью». Контр-аргумент: все эти переменные включены в OLS-детрендинг (§3.3) — полиномиальный тренд 4-й степени, годовой Фурье-базис с 3 гармониками, dummies для дней недели, dummies для US federal holidays с лагами ± 1 день. Сигнал оценивается на остатках, в которых вся календарная структура уже удалена.

(C) Артефакт COVID-периода.

COVID-период 2020–2021 гг. исключён из основного анализа как период экстремального режимного сдвига. Все TIER1- и TIER2-результаты получены на эпохах PRE и PRE2014, не включающих COVID.

(D) Артефакт множественных сравнений.

Применена BH-FDR-поправка внутри страт (§3.8). TIER1-результат PROPERTY_CRIME \times WAVE_before_quadrature \times PRE2014 \times WIN3 при $p = 3.93 \times 10^{-3}$, $k = 21$ в 5 городах остаётся значимым после любой разумной поправки. Дополнительный гарант — герликация в эпохе PRE (TIER2) и в pure-выборках (PURE_ROBBERY и др.).

(E) Артефакт агрегации в семье.

Возражение: «объединение разнородных кодов в семье может искусственно создавать корреляции». Контр-аргумент: pure-выборки (одиночные коды) подтверждают знак агрегированных сигналов с $R^2 = 0\%$. Семейная агрегация увеличивает мощность, но не создаёт эффект.

(F) Артефакт стандартной ошибки при малом k .

Возражение: «random-effects мета-анализ с $k = 5$ может анти-консервативно занижать стандартную ошибку». Контр-аргумент: применена **HKSJ-коррекция** — современный стандарт для малых k , явно консервативный по отношению к стандартной

DerSimonian-Laird-оценке. Применение HKSJ опускает многие сигналы на ступень ниже по TIER-шкале; результаты, выжившие HKSJ, являются методологически наиболее надёжными.

(G) Артефакт совместного движения сезонных рядов.

Возражение: «лунный сигнал и социальный ряд могут случайно совпадать по сезонной фазе, особенно при синодическом периоде, близком к месячному». Контр-аргумент: синодический цикл 29.53 сут принципиально не синхронен с григорианским календарём и за длительный период покрывает все возможные конфигурации «день недели × число месяца × сезон». На пятиметровой выборке от 5 до 25 полных лет наблюдений по каждому городу фазовый сдвиг между лунным и календарным циклами полностью «прокручивает» все возможные конфигурации. Дополнительный гарант — circular-shift permutation в single-database пайплайне (§3.7), который явно проверяет именно эту гипотезу: даже минимальный сдвиг ≥ 7 дней разрушает наблюдаемый эффект, что демонстрирует **фазовую специфичность**, а не сезонный confounder.

(H) Артефакт изменения политики регистрации.

Возражение: «декриминализация ряда правонарушений в США после 2014–2015 гг. могла исказить временную репликацию». Контр-аргумент: именно поэтому в качестве основной репликационной субкогорты выбран период PRE2014 (до 2015 года включительно) — предшествующий основным волнам декриминализации (Proposition 47 в Калифорнии, ноябрь 2014; реформы classification в ряде штатов 2015–2017). Тот факт, что TIER1-сигнал PROPERTY_CRIME × WAVE_before_quadrature получен именно в PRE2014, а TIER2-репликация — в полной PRE-эпохе, **исключает** возможность объяснения сигнала пост-2014 реформами.

(I) Артефакт «winner's curse» при выборе лага.

Возражение: «оценка эффекта в лучшем из нескольких лагов завышена за счёт оптимизации». Контр-аргумент: в качестве headline-оценки используется **фиксированное** трёхдневное окно WIN3, объединяющее лаги $\{-1, 0, +1\}$ без оптимизации; индивидуальные лаги приводятся как диагностический контекст, а не как основные результаты. Это сознательное методологическое решение, специфически нацеленное против winner's curse.

(J) Артефакт исследовательских степеней свободы.

Возражение: «процедуры детрендинга, винсоризации, gatekeeping содержат свободные параметры, которые могут быть подогнаны». Контр-аргумент: все пороги (THR_BASE = 0.035, THR_STEP = 0.020, LOOKBACK_START = 4, COOLDOWN = 2, винсоризация 1%/1%, gatekeeping mean $\geq 8/d$, n_target ≥ 15 , n_ctrl ≥ 60 , TIER-пороги) **фиксированы в опубликованном коде до момента финального прогона** и не варьировались с целью улучшения результатов.

Суммарно: ни одно из рассмотренных альтернативных объяснений не способно по отдельности или в комбинации объяснить совокупность наблюдаемых результатов — TIER1-сигнал с $R^2 = 0\%$ в 5 независимых городах, его временную репликацию в двух

эпохах, согласованность знаков риге-выборок с family-агрегацией, дихотомию syzygy/quadrature на нескольких независимых физиологических осях. Это и есть содержательный аргумент в пользу реальности эффекта.

7. Ограничения

Настоящее исследование, при всей строгости методологии, обладает рядом принципиальных ограничений, которые должны быть явно зафиксированы для корректной интерпретации результатов и для планирования последующих работ.

7.1. Дневное временное разрешение. Все базы данных агрегированы на уровне календарного дня. Это исключает прямую оценку внутрисуточных сдвигов и не позволяет различить, например, ночные и дневные подмножества событий. Между тем биологически ожидаемые эффекты лунного сигнала (особенно нефотические — мелатонин, симпатико-парасимпатический баланс) имеют выраженную внутрисуточную структуру. Использование локального полудня как опорной точки астрономического расчёта частично компенсирует, но не устраняет это ограничение. Дальнейшие исследования с почасовой стратификацией (там, где исходные данные позволяют) ожидаются как естественное расширение метода.

7.2. Отсутствие учёта геомагнитного фона (K-индекс). Геомагнитная активность не была включена в модель как ковариата, хотя она потенциально важна прежде всего для электромагнитных и циркадных каналов. Повышенный геомагнитный фон может независимо модулировать мелатониновый и вегетативный профиль и тем самым смешиваться с эффектами, приписываемыми каналам **B** и **D**, особенно в периоды повышенной магнитосферной возмущённости. В дальнейшем включение **K-индекса** или анализ подмножества дней с тихим геомагнитным фоном ($K \leq 2$) может повысить чистоту оценки лунно-специфичных эффектов.

7.3. Отсутствие локализации сцены. В большинстве баз данных не выделена сцена реализации события («помещение / улица / транспорт») с систематическим качеством. Где такая стратификация возможна (NYC 911, NYC EMS), она была проведена и дала структурный результат — сцен-зависимую дихотомию (EDP). На полностью агрегированных criminal-выборках сцена не отделена.

7.4. Уровень эффекта — популяционный, а не индивидуальный. Наблюдаемые сдвиги в счётчиках событий (~3–6% над фоном для имущественных преступлений, ~10–20% для отдельных медицинских показателей) являются **популяционными статистиками**, а не индивидуальными вероятностями. Для конкретного человека лунный сигнал — один из множества факторов, амплитуда которого существенно меньше влияния питания, сна, хронического стресса, социальных и психологических факторов. Настоящая работа показывает популяционно регистрируемый сдвиг и тем

самым задаёт основу для прогностических моделей, однако сама по себе не валидирует индивидуальный прогноз без добавления персональных ковариат.

7.5. Ограничения географической экстраполяции. Из пяти проанализированных городов четыре расположены непосредственно на океанском побережье (NYC, LA, SF, Philadelphia через Делавэр-залив), один — на крупном озёрном бассейне (Chicago, оз. Мичиган). Региональный магнитогидродинамический канал (см. §5.2, Канал E) присутствует во всех пяти, хотя и с разной амплитудой. Экстраполяция результатов на глубоко континентальные регионы, удалённые на 500+ км от крупных водоёмов, требует отдельной верификации; ожидаемая амплитуда волнового сигнала там может быть ниже за счёт ослабления Канала E.

7.6. Временная локализация эпох. Период PRE2014 включает фазы как высокого, так и низкого нодального параметра. Однако основной массив PRE (расширение до 2020 г.) частично попадает на минимум нодального цикла (2015 г.). Это создаёт неоднородность в ожидаемой амплитуде эффекта между эпохами и может частично объяснять, почему PRE2014 даёт более чистый TIER1-результат, чем расширенная PRE. Прицельный анализ влияния нодальной фазы на воспроизводимость сигнала — направление дальнейших исследований.

7.7. Ограничения причинной интерпретации. Настоящая работа фиксирует устойчивые **ассоциативные** связи между астрономическими триггерами и регистрируемыми событиями. Корректная причинно-следственная интерпретация предполагает дополнительные проверки на молекулярном уровне (нейроэндокринные маркеры, лабораторные модели механорецепции в окнах ddF) и в рамках проспективных протоколов с индивидуальным мониторингом.

8. Значимость и направления практического применения

Если описанные эффекты подтвердятся в дальнейших независимых репликациях — а методология, данные и код настоящей работы намеренно сделаны полностью открытыми для облегчения такой репликации — открывается ряд практически значимых направлений.

8.1. Прогнозирование нагрузки экстренных служб. TIER1-сигнал OTHER EMS (неспецифической нагрузки на скорую) в окне WAVE_before_quadrature, воспроизводящийся в двух эпохах, указывает на потенциал детерминированного компонента в графике вызовов. Даже умеренное (5–10%) пред-предсказание дневной нагрузки за 1–3 дня вперёд может оптимизировать расписание дежурств, размещение бригад и распределение приёмных коек. Аналогичный потенциал — для службы 911 в окнах syzygy и after_syzygy, где растёт уличная активность.

8.2. Профилактика острых сосудистых событий. Согласованное повышение HYPTE (гипертонический криз) на квадратуре и INBLED (внутреннее ЖКТ-кровотечение) в окне after_quadrature указывает на временные окна повышенного риска для пациентов с соответствующими хроническими состояниями. В прикладном плане это создаёт основу для **хронофармакологических протоколов** — индивидуализированного режима антигипертензивной терапии, антикоагулянтной нагрузки, мониторинга у пациентов высокого риска именно в окнах ddF. Аналогично — для риска острого нарушения мозгового кровообращения (CVA), сигнал по которому регистрируется специфически на WAVE_event.

8.3. Акушерская профилактика и планирование. Сигналы OBLAB (роды) ↑ на FirstQ и OBMIS (угроза выкидыша) ↓ на WAVE_before_quadrature — устойчивые и воспроизводимые. Это базис для прецизионного планирования родильной нагрузки и для понимания «тихих» окон, в которые неустойчивые беременности с большей вероятностью разрешаются естественным путём. Прямого клинического вывода настоящая работа не делает; формирование клинических рекомендаций требует проспективных контролируемых исследований.

8.4. Прогнозирование психиатрических декомпенсаций и панических состояний. Сцен-зависимая дихотомия EDP (снижение в помещениях, рост в общественном транспорте на WAVE_before_quadrature) даёт основу для понимания, где и когда концентрируется психиатрический риск. Для городских служб ментального здоровья это потенциальный инструмент целевой профилактики — усиление присутствия в транспортных узлах в окнах волнового импульса перед квадратурой; для индивидуальных пациентов с диагнозом панических расстройств — основание для применения шкал тревожности и поведенческих стратегий в окнах повышенного риска.

8.5. Криминологическое планирование. Воспроизводимое снижение имущественной преступности на WAVE_before_quadrature и повышение агрессии на новолуние — статистические сигналы популяционного уровня, которые могут быть включены в модели прогноза патрульной нагрузки. Подчёркивается: применение таких моделей предполагает **исключительно ресурсную оптимизацию** (распределение патрулей, аналитика горячих окон), а не индивидуальное прогнозирование или предиктивное полицейское воздействие.

8.6. Хронобиологическое личное планирование. На индивидуальном уровне знание лунного контекста собственного состояния — особенно при наличии повышенной чувствительности нервной системы, диагностированной ВСД, мигренеподобных эпизодов или биполярного аффективного расстройства — даёт инструмент **информированного самоотношения**: понимание «это биологическое окно, а не катастрофа» само по себе обладает терапевтической ценностью в когнитивно-поведенческой парадигме.

8.7. Открытие нового класса исследовательских задач. Главное методологическое следствие настоящей работы — введение **второй производной приливного**

потенциала как самостоятельной переменной в популяционной эпидемиологии и хронобиологии. Этот же подход, применённый к иным классам исходов (родовая активность по странам, обращения в психиатрические службы, частота фибрилляции предсердий, спортивная травматология, дорожный травматизм по странам с разной плотностью освещения), может выявить ранее не описанные структурные закономерности.

9. Доступность данных, кода и воспроизводимость

9.0. Ethics, funding and competing interests.

All datasets used in this study are publicly available and fully de-identified at source by the respective city open-data programs; no human subjects were contacted and no individual-level data were obtained. The author declares no competing interests. This work is self-funded independent research with no external financial support.

В соответствии с принципами открытой науки, все компоненты исследования сделаны полностью доступными:

9.1. Исходные данные. Все семь использованных баз являются публичными и доступны через официальные порталы открытых данных (точные URL см. в Таблице 1, §2.1, а также в `data/raw/README.md` репозитория).

9.2. Обработанные ежедневные таблицы. Все промежуточные daily-CSV (после унификации, агрегации и применения SEMANTIC_MAP) опубликованы в Zenodo-снэпшоте релиза. Объём — около 8 МБ, что делает воспроизведение всех результатов начиная с шага мета-анализа возможным на стандартном персональном компьютере.

9.3. Файлы лунно-приливных волн. Полные дневные ряды `waves_*.csv` с рассчитанными значениями F , dF/dt , d^2F/dt^2 , лунной фазой, склонением, перигейной близостью и всеми бинарными триггерами (`wave_*`, `phase_*`) для каждого города на полный охватываемый период включены в репозиторий.

9.4. Выходные файлы анализа. Полные таблицы корреляций (`outputs/correlations/*.csv`), мета-анализа (`outputs/verdicts/sgr_meta_family.csv`, `sgr_meta_crimetype.csv`, `sgr_forest_data.csv`), одиночных верификаций (`sgr_single_verdict_signals.csv`, `sgr*_single_results.csv`) опубликованы в полном объёме.

9.5. Программный код. Полная реализация в Python 3.10.11:

- `base.py` — обработка "сырых" баз данных, агрегирование по локальным календарным дням, сопоставление кодов преступлений и медицинских вызовов, удаление дубликатов;
- `gen.py` — астрономический движок, расчёт F , dF , d^2F , ddF -детектор импульсных волн, генерация фазовых и волновых триггеров;
- `correlator.py` — детрендинг (Branch A / Branch B), расчёт Hedges' g , дисперсии, U-теста, $\Delta\%$, BH-FDR;
- `verdict.py` — random-effects мета-анализ с HKSJ-коррекцией, TIER-классификация;
- `single_correlator.py` — одиночный пайплайн с робастной батареёй (block-permutation, circular-shift, bootstrap, slice stability, placebo, Quasi-Poisson GLM);
- `single_verdict.py` — TIER-классификация одиночных результатов.

Все скрипты содержат полные комментарии, фиксированные пороги (без скрытых исследовательских степеней свободы) и могут быть запущены последовательно для полного воспроизведения всех результатов настоящей работы.

9.6. Лицензия и цитирование.

- Код: MIT License.
- Данные обработки: Creative Commons CC-BY 4.0.
- Цитирование: Тысяцкий А. Н. (2026). *Селено-гравитационный ритм (SGR): импульсные лунные приливные волны как модулятор сознания, поведения и соматического здоровья человека. Кросс-городской мета-анализ криминальной и медицинской статистики мегаполисов США (2001–2025)*. Zenodo. [DOI: 10.5281/zenodo.20518660]

9.7. Репозиторий GitHub: <https://github.com/TemaTys/selene-gravitational-rhythm>

9.8. Постоянный архив: [DOI: 10.5281/zenodo.20518660]

Acknowledgments

The author thanks the open-data programs of the City of Chicago, City of New York, City of Los Angeles, City of Philadelphia, and City and County of San Francisco for making the underlying datasets publicly available, and the developers of the Skyfield library and the JPL Solar System Dynamics group for the DE421 ephemeris.

References

1. Cajochen C., Altanay-Ekici S., Münch M., Frey S., Knoblauch V., Wirz-Justice A. (2013). Evidence that the lunar cycle influences human sleep. *Current Biology*, 23(15), 1485–1488.
2. Wehr T. A. (2018). Bipolar mood cycles and lunar tidal cycles. *Molecular Psychiatry*, 23(4), 923–931.
3. Lewis A. H., Grandl J. (2015). Mechanical sensitivity of Piezo1 ion channels can be tuned by cellular membrane tension. *eLife*, 4, e12088.
4. Wang S., Chennupati R., Kaur H., Iring A., Wettschureck N., Offermanns S. (2016). Endothelial cation channel PIEZO1 controls blood pressure by mediating flow-induced ATP release. *The Journal of Clinical Investigation*, 126(12), 4527–4536.
5. Wang Y., Li C., Zhang Y., Wang H., Zhu X., Li S., Sun X. (2024). PIEZO1 Promotes the Migration of Endothelial Cells via Enhancing CXCR4 Expression under Simulated Microgravity. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 7254.
6. Kyba C. C. M., Mohar A., Posch T. (2017). How bright is moonlight? *Astronomy & Geophysics*, 58(1), 1.31–1.32.
7. The Nobel Prize. (2021). Press release: The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2021. NobelPrize.org.
8. Coste B., Mathur J., Schmidt M., Earley T. J., Ranade S., Petrus M. J., Dubin A. E., Patapoutian A. (2010). Piezo1 and Piezo2 are essential components of distinct mechanically activated cation channels. *Science*, 330(6000), 55–60.
9. Li J., Hou B., Tumova S., Muraki K., Bruns A., Ludlow M. J. et al. (2014). Piezo1 integration of vascular architecture with physiological force. *Nature*, 515(7526), 279–282.
10. Rode B., Shi J., Endesh N., Drinkhill M. J., Webster P. J., Lotteau S. J. et al. (2017). Piezo1 channels sense whole body physical activity to reset cardiovascular homeostasis and enhance performance. *Nature Communications*, 8, 350.
11. Retailliau K., Duprat F., Arhatte M., Ranade S. S., Peyronnet R., Martins J. R. et al. (2015). Piezo1 in smooth muscle cells is involved in hypertension-dependent arterial remodeling. *Cell Reports*, 13(6), 1161–1171.
12. Harraz O. F., Klug N. R., Senatore A. J., Hill-Eubanks D. C., Nelson M. T. (2022). Piezo1 Is a Mechanosensor Channel in Central Nervous System Capillaries. *Circulation Research*, 130(10), 1531–1546.
13. Barnett S. D., Asif H., Buxton I. L. O. (2023). Novel identification and modulation of the mechanosensitive Piezo1 channel in human myometrium. *The Journal of Physiology*, 601(9), 1675–1690.
14. O'Neill J. S., Reddy A. B. (2012). The essential role of cAMP/Ca²⁺ signalling in mammalian circadian timekeeping. *Biochemical Society Transactions*, 40(1), 44–50. DOI: 10.1042/BST20110691
15. Lucas R. J., Peirson S. N., Berson D. M., Brown T. M., Cooper H. M., Czeisler C. A. et al. (2014). Measuring and using light in the melanopsin age. *Trends in Neurosciences*, 37(1), 1–9.

16. Casiraghi L., Spies I., Chelivasi C., Fernandez-Duque E., Valeggia C., Golombek D. A. (2021). Moonstruck sleep: Synchronization of human sleep with the moon cycle under field conditions. *Science Advances*, 7(5), eabe0465.
17. Hartung J., Knapp G. (2001). A refined method for the meta-analysis of controlled clinical trials with binary outcome. *Statistics in Medicine*, 20(24), 3875–3889.
18. Sidik K., Jonkman J. N. (2002). A simple confidence interval for meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(21), 3153–3159.
19. Int'Hout J., Ioannidis J. P. A., Borm G. F. (2014). The Hartung-Knapp-Sidik-Jonkman method for random effects meta-analysis is straightforward and considerably outperforms the standard DerSimonian-Laird method. *BMC Medical Research Methodology*, 14, 25.
20. Higgins J. P. T., Thompson S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539–1558.
21. Benjamini Y., Hochberg Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 57(1), 289–300.
22. Hedges L. V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 107–128.
23. Sabaka T. J., Tyler R. H., Olsen N. (2016). Extracting ocean-generated tidal magnetic signals from Swarm data through satellite gradiometry. *Geophysical Research Letters*, 43(7), 3237–3245.
24. Grayver A. V., Olsen N. (2019). The magnetic signatures of the M2, N2, and O1 oceanic tides observed in Swarm and CHAMP satellite magnetic data. *Geophysical Research Letters*, 46(8), 4230–4238.
25. Hocke K. (2025). Modulation of the lunar semidiurnal tide in GNSS TEC by the variable Earth-Moon distance. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 12, 1585247.
26. Weichenberger M., Bauer M., Kühn S., Koch C., Müller J., et al. (2017). Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold – Evidence from fMRI. *PLoS One*, 12(4), e0174420.
27. Rycroft M. J., Harrison R. G., Nicoll K. A., Mareev E. A. (2008). An Overview of Earth's Global Electric Circuit and Atmospheric Conductivity. *Space Science Reviews*, 137, 83–105.
28. Bevington M. (2015). Lunar biological effects and the magnetosphere. *Pathophysiology*, 22(4), 211–222.
29. Rhodes B. (2019). Skyfield: High precision research-grade positions for planets and Earth satellites. *Astrophysics Source Code Library*, ascl:1907.024.
30. Folkner W. M., Williams J. G., Boggs D. H. (2009). The Planetary and Lunar Ephemeris DE 421. *IPN Progress Report*, 42-178.
31. Dergaa I., Romdhani M., Fessi M. S., Ben Saad H., et al. (2021). Does lunar cycle affect biological parameters in young healthy men?. *Chronobiology International*, 38(6), 933–940.

32. Tessmar-Raible K., Raible F., Arboleda E. (2011). Another place, another timer: Marine species and the rhythms of life. *BioEssays*, 33(3), 165–172.
33. Wang C., White-Schwoch T., Strüfeld T., Connor C. T., Kirschvink J. L. (2019). Transduction of the geomagnetic field as evidenced from alpha-band activity in the human brain. *eNeuro*, 6(2), ENEURO.0483-18.2019.