

# Принцип неопределённости Курпишева ПН.2

Строгий теоремный пакет и согласованная редакция

Автор концепции и формулировки: Курпишев Иван Борисович

Независимый исследователь · Калининград · 2026

ivan-kurpishev@yandex.ru

Каноническая редакция v1.0 · 11 июля 2026 г.

## Аннотация

Документ согласует найденные в Google Drive версии статьи

«Kurpishev\_PN2\_author\_article\_ru», сохраняет авторскую идею ПН.2 и отделяет доказанные математические результаты от модельных аксиом, условных усилений и физических гипотез. Строго доказана локальная минимаксная теорема: если неизвестная расстановка скобок порождает два различных результата и два различных значения структурно-размерностной координаты, то единый, не использующий скрытую расстановку скобок оценщик не может одновременно восстановить обе величины без положительной ошибки. Универсальная формула с постоянной  $k$  получается лишь после доказательства равномерной коэрцитивности на явно заданной области. Связь с принципом Робертсона—Гейзенберга, масштабом  $\hbar$ , физикой времени, материей и космологией сохранена только в статусе программы независимой проверки.

### *Пояснительный блок*

Онтологически эта глава фиксирует статус самого текста как объекта исследования: здесь различаются авторская интуиция, доказанная математическая конструкция, редакционная реконструкция и ещё не подтверждённые физические расширения. Гносеологически-феноменологически она показывает, каким образом читатель должен воспринимать дальнейшее изложение: не как поток равноправных утверждений, а как упорядоченную карту степеней обоснованности, где каждое положение получает свой режим доверия и проверки.

## 0. Итог редакционного аудита

Последняя полная версия по имени и времени изменения —

«Kurpishev\_PN2\_author\_article\_ru\_v0.2.docx» (ID 1roHjyn5jG5qOsnzNpB-gdzVXBNInYSnO; 8 марта 2026 г., 06:15:25 UTC). Она принята как источник авторских формулировок. Второй DOCX-дубликат содержит текстуально идентичное извлечение; PDF v0 семантически воспроизводит тот же текст и отличается переносами строк, маркерами списков и версткой. Поэтому конфликт авторского текста отсутствует, но в общей аргументации обнаружены математические несогласованности, исправленные ниже.

| Источник     | Дата/размер                | Сопоставление                     | Редакционное решение |
|--------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| v0.2.docx    | 08.03.2026<br>41 184 байт  | Полный текст;<br>позднейшая метка | Основной источник    |
| v0.2-1.docx  | 08.03.2026<br>40 501 байт  | Извлечённый текст<br>идентичен    | Архивный дубликат    |
| v0.pdf       | 08.03.2026<br>183 134 байт | Тот же смысл; иная<br>верстка     | Контрольная копия    |
| PATCH README | 08.03.2026<br>925 байт     | Подтверждает<br>notation freeze   | Нотационный источник |

### **Пояснительный блок**

Онтологически карта статусов задаёт разные уровни существования утверждений внутри теории: определение существует как введение языка, аксиома - как условие модели, теорема - как результат вывода, гипотеза - как открытое обязательство. Гносеологически-феноменологически эта разметка дисциплинирует чтение: читатель видит не только содержание тезиса, но и способ, которым этот тезис может быть принят, проверен или отложен до дополнительного доказательства.

## **1. Карта доказательных статусов**

**Определение.** Вводит объект или обозначение; истинность не утверждается.

**Модельная аксиома.** Явно задаёт класс моделей ПН.2; должна проверяться в каждой конкретной реализации.

**Теорема.** Следует из перечисленных предпосылок и сопровождается доказательством.

**Условное следствие.** Верно только после дополнительной гипотезы, указанной в формулировке.

**Математическая гипотеза.** Требуется доказательства или контрпримера.

**Физическая гипотеза.** Требуется операционализации, размерностной калибровки и независимого эксперимента.

### **Пояснительный блок**

Онтологически нотация не является внешним украшением теории: она задаёт, какие объекты различаются, какие операции допустимы и какие уровни структуры нельзя смешивать. Гносеологически-феноменологически прояснение обозначений снижает риск ложного узнавания, когда знакомый символ кажется понятным до того, как установлена его роль в данном тексте; благодаря этому читатель удерживает в опыте чтения именно авторскую конструкцию, а не привычные ассоциации с другими теориями.

## 2. Нотация и устранение перегрузок

- $\mathcal{A}$  — нормированное вещественное или комплексное линейное пространство с билинейной операцией  $\odot$ ; полнота нужна только там, где явно используется.
- $K(x,y,z) = (x \odot y) \odot z - x \odot (y \odot z)$  — ассоциатор.
- $R \star R$  — авторский проектный объект ассоциаторного слоя;  $K(x,y,z)$  — его конкретная оценка на тройке.
- Символ  $\star$  не обозначает бинарное умножение и не обозначает звезду Ходжа.
- Звезда Ходжа записывается как  $\text{Hodge}$  или макросом  $\backslash\text{Hodge}$ ; базовая операция —  $\odot$  (в  $\text{NAPG}$  допускается зафиксированный макрос  $\backslash\text{op}$ ).
- $B = \{b_L, b_R\}$ , где  $b_L(x,y,z) = (x \odot y) \odot z$  и  $b_R(x,y,z) = x \odot (y \odot z)$ , — пара допустимых скобочных протоколов.
- $\mathfrak{D}: B \rightarrow \mathbb{R}$  — структурно-размерностная координата. Обозначение  $\text{Dim}$  разрешено только после явного определения  $\mathfrak{D}$ .
- $S: \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$  — скалярная наблюдаемая размера; полносостояний вариант использует сам результат  $r \in \mathcal{A}$  и метрику  $\| \cdot \|$ .
- $\Omega \subset \mathcal{A}^3$  — область допустимых троек, на которой сформулировано утверждение.

### Пояснительный блок

Онтологически определения создают минимальную область существования предмета: скобочные результаты, скрытая альтернатива, ошибки восстановления и локальные разрывы становятся не метафорами, а точными элементами модели. Гносеологически-феноменологически эта глава переводит интуицию неопределённости в наблюдаемую процедуру различения: читатель начинает видеть, где именно возникает незнание, как оно измеряется и почему оно не устраняется простым уточнением слов.

## 3. Определения

### Определение 3.1 (Скобочные результаты).

Для  $u = (x,y,z) \in \Omega$  положим  $r_L(u) = b_L(u)$ ,  $r_R(u) = b_R(u)$ . Тогда  $r_L(u) - r_R(u) = K(u)$ .

### Определение 3.2 (Скрытая структурная альтернатива).

Истинный индекс  $b \in \{b_L, b_R\}$  считается скрытым от оценителя. Оценитель обязан выдать одну и ту же пару  $(\hat{s}, \hat{d})$ , не используя  $b$ . Именно это информационное ограничение, а не одна лишь неассоциативность, создаёт задачу неопределённости.

**Определение 3.3 (Ошибки одновременного восстановления).**

Для фиксированного  $u$  определим

$$e_S(u; \hat{s}) = \max\{|\hat{s} - S(r_L(u))|, |\hat{s} - S(r_R(u))|\},$$

$$e_D(u; \hat{d}) = \max\{|\hat{d} - \mathfrak{D}(b_L)|, |\hat{d} - \mathfrak{D}(b_R)|\}.$$

Для полносостояний оценки  $\hat{r} \in \mathcal{A}$  положим

$$e_R(u; \hat{r}) = \max\{\|\hat{r} - r_L(u)\|, \|\hat{r} - r_R(u)\|\}.$$

**Определение 3.4 (Локальные разрывы).**

Положим  $\Delta_S(u) = |S(r_L(u)) - S(r_R(u))|$ ,  $\Delta_D = |\mathfrak{D}(b_L) - \mathfrak{D}(b_R)|$  и  $\Delta_R(u) = \|r_L(u) - r_R(u)\| = \|K(u)\|$ .

**Определение 3.5 (с-разделяющая наблюдаемая).**

Наблюдаемая  $S$  называется  $c$ -разделяющей на  $\Omega$ , если существует  $c > 0$  такое, что  $\Delta_S(u) \geq c \|K(u)\|$  для всех  $u \in \Omega$ .

**Определение 3.6 (Равномерная ПН.2-область).**

Область  $\Omega$  называется равномерной ПН.2-областью относительно масштаба  $m(u) > 0$ , если  $\Delta_D > 0$  и существует  $\varepsilon_- > 0$ , для которого  $\|K(u)\| \geq \varepsilon_- m(u)$  при всех  $u \in \Omega$ .

**Пояснительный блок**

Онтологически аксиомы очерчивают мир, внутри которого ПН.2 вообще имеет смысл: они задают тип пространства, допустимые протоколы, скрытость выбора, структурную координату и условия разделимости. Гносеологически-феноменологически эта глава важна потому, что делает видимыми границы уверенности: утверждение становится доказуемым не само по себе, а только в опыте работы с явно названными предпосылками.

## 4. Модельные аксиомы

Для строгой теоремной версии достаточно следующих предпосылок.

**A1. Нормированная алгебра.**  $\mathcal{A}$  — нормированное линейное пространство, операция  $\odot$  билинейна, а оба скобочных результата определены на  $\Omega$ .

**A2. Двухальтернативность.** Для каждого  $u \in \Omega$  допустимы  $b_L$  и  $b_R$ ; выбор  $b$  скрыт от рассматриваемого оценивателя.

**A3. Невырожденная структурная координата.**  $\Delta_D > 0$ . Значение  $\mathfrak{D}$  должно различать скобочные протоколы и иметь доказанную интерпретацию как структурная размерность.

**A4. Единый оцениватель.** Одна и та же оценка используется для обеих скрытых альтернатив. Если  $b$  измерен заранее, теорема к такому протоколу не применяется.

**A5-S. Разделимость размера, условная.** Для скалярной версии требуется  $\Delta_S(u) > 0$  или более сильное  $s$ -разделение. Для полносостояний версии дополнительная аксиома A5-S не требуется.

**A6. Равномерная коэрцитивность, только для глобальной константы.** Для универсального  $k > 0$  нужно доказать положительную нижнюю грань ассоциатора на нормированной области;  $\supremum$  этого не обеспечивает.

#### *Пояснительный блок*

Онтологически область применимости отделяет собственный предмет ПН.2 от соседних и внешне похожих предметов: не всякая неассоциативность, не всякая размерность и не всякая квантовая аналогия принадлежат данной теореме. Гносеологически-феноменологически эта глава защищает читателя от расширительного прочтения: она показывает, где смысл утверждения ещё присутствует, а где он исчезает, хотя язык может оставаться похожим.

## 5. Область применимости и исключения

ПН.2 в доказанной ниже форме применяется к задачам скрытого выбора скобочного протокола. Она не является безусловным законом для всякой неассоциативной алгебры.

- Не применяется на ассоциативном секторе  $K(u)=0$ .
- Не даёт положительной границы, если  $\Delta_D=0$ .
- Скалярная версия не даёт положительной границы, если  $S$  не различает  $r_L$  и  $r_R$ .
- Не применяется к протоколу, которому заранее сообщён истинный индекс  $b$ .
- Не является дисперсионным соотношением Робертсона—Шрёдингера и не является отношением «шум—возмущение» Одзавы без отдельной квантово-измерительной модели.
- Обычная размерность  $\dim \mathcal{A}$  или  $\dim X$  не зависит от скобок, поэтому сама по себе не может играть роль  $\mathfrak{D}$ .
- Обычная максимальная глубина трёхлистного бинарного дерева одинакова для  $b_L$  и  $b_R$ . Следовательно, прежнее отождествление  $\mathfrak{D}$  с глубиной вложенности требует замены на действительно различающую координату.

#### *Пояснительный блок*

Онтологически лемма вводит простейшую геометрическую основу последующего доказательства: две различные точки и третья точка оценки образуют минимальную структуру неизбежной ошибки. Гносеологически-феноменологически она делает абстрактную неопределённость интуитивно схватываемой: если наблюдатель вынужден выбрать одну позицию для двух возможных состояний, само переживание расстояния уже содержит нижнюю границу промаха.

## 6. Вспомогательная лемма

### Лемма 6.1 (Двухточечная минимаксная граница).

Для любых двух точек  $a, b$  метрического пространства и любой точки  $q$  выполняется  $\max\{d(q, a), d(q, b)\} \geq d(a, b)/2$ .

Доказательство. Из неравенства треугольника  $d(a, b) \leq d(a, q) + d(q, b) \leq 2\max\{d(q, a), d(q, b)\}$  следует требуемое.  $\square$

#### Пояснительный блок

Онтологически эта глава собирает ранее введённые объекты в собственное ядро теоремы: скрытый скобочный индекс, результат, структурная координата, ассоциатор и ошибки становятся одной связанной конструкцией. Гносеологически-феноменологически формулировка переводит смысл ПН.2 в режим проверяемого высказывания: читатель видит, что неопределённость здесь не психологическая нехватка знания, а структурное ограничение единого оценителя.

## 7. Точная формулировка ПН.2

### Теорема 7.1 (Локальная минимаксная ПН.2 Курпишева).

Пусть выполнены  $A1-A4$ . Тогда для каждого  $u \in \Omega$  и любой не использующей скрытый индекс  $b$  пары оценок  $(\hat{s}, \hat{d})$  выполняется

$$e_S(u; \hat{s}) \cdot e_D(u; \hat{d}) \geq \frac{1}{4} \Delta_S(u) \Delta_D. \quad (\text{PN.2-S})$$

Для любой полносостояний оценки  $\hat{t} \in \mathcal{A}$  выполняется

$$e_R(u; \hat{r}) \cdot e_D(u; \hat{d}) \geq \frac{1}{4} \|K(u)\| \Delta_D. \quad (\text{PN.2-R})$$

Если дополнительно  $S$   $c$ -разделяет ассоциатор на  $\Omega$ , то

$$e_S(u; \hat{s}) \cdot e_D(u; \hat{d}) \geq (c/4) \|K(u)\| \Delta_D. \quad (\text{PN.2-K})$$

Статус: теорема внутри явно заданной модели скрытой скобочной альтернативы.

Авторская атрибуция концепции ПН.2: Курпишев И. Б., Калининград, 2026.

#### Пояснительный блок

Онтологически доказательство показывает, что ПН.2 не добавляется к модели извне, а вырастает из её собственной двухальтернативной структуры и метрики различия. Гносеологически-феноменологически оно меняет режим восприятия текста: то, что ранее могло выглядеть как сильная интуиция, становится последовательностью необходимых переходов, где каждый шаг можно удержать и перепроверить.

## 8. Доказательство

По лемме 6.1 на вещественной прямой, применённой к значениям  $S(r_L(u))$  и  $S(r_R(u))$ , имеем  $e_S(u; \hat{s}) \geq \Delta_S(u)/2$ . Та же лемма для чисел  $\mathfrak{D}(b_L), \mathfrak{D}(b_R)$  даёт  $e_D(u; \hat{d}) \geq \Delta_D/2$ . Перемножение двух неотрицательных оценок доказывает (PN.2-S).

Для полносостояний оценки лемма 6.1 в метрическом пространстве  $(\mathcal{A}, \|\cdot\|)$  даёт  $e_R(u; \hat{r}) \geq \|r_L(u) - r_R(u)\|/2 = \|K(u)\|/2$ . Совместно с  $e_D \geq \Delta_D/2$  это доказывает (PN.2-R). Если  $\Delta_S(u) \geq c\|K(u)\|$ , то подстановка в (PN.2-S) даёт (PN.2-K).  $\square$

### Пояснительный блок

Онтологически глобальная форма вводит переход от локальной точки модели к области, на которой возможна единая нижняя граница. Гносеологически-феноменологически эта глава поясняет, почему универсальная константа не может возникнуть из желания обобщить результат: она становится доступной только тогда, когда читатель видит устойчивость структуры на всей заявленной области.

## 9. Глобальная количественная форма

### Следствие 9.1 (Условная равномерная ПН.2).

Если  $\Omega$  — равномерная ПН.2-область относительно  $m(u)$ , то

$$e_R(u; \hat{r}) \cdot e_D(u; \hat{d}) \geq (\varepsilon_- - \Delta_D / 4) m(u), \quad u \in \Omega.$$

При  $s$ -разделяющей  $S$  коэффициент справа дополнительно умножается на  $s$ . Обозначая  $\kappa_\Omega = (s\varepsilon_- - \Delta_D)/4$ , получаем корректную короткую запись  $e_S e_D \geq \kappa_\Omega m$ .

Чтобы получить историческую формулу  $\Delta |R| \cdot \Delta \text{Dim}(R) \geq \varepsilon \|R\|^3$ , необходимо отдельно доказать: (i) что  $\Delta |R|$  совпадает с  $e_S$  или  $e_R$ ; (ii) что  $\Delta \text{Dim}$  совпадает с  $e_D$ ; (iii) что выбран масштаб  $m = \|R\|^3$ ; (iv) что существует положительная нижняя константа  $\varepsilon_-$ , а не только верхняя  $\varepsilon_+$ .

### Пояснительный блок

Онтологически исправление отделяет реальные структурные зависимости от прежних слишком сильных или неверно направленных количественных связей. Гносеологически-феноменологически эта глава важна как акт самопроверки теории: читатель сталкивается не с разрушением авторской идеи, а с очищением её условий, когда смысл сохраняется через отказ от неподтверждённых ходов.

## 10. Исправление исходной количественной аргументации

### 10.1. Supremum и направление оценки

В исходной редакции использовано

$$\varepsilon_+ = \sup_{\{x,y,z\}} \|K(x,y,z)\| / (\|x\| \|y\| \|z\|).$$

Из этого определения следует верхняя оценка  $\|K(x,y,z)\| \leq \varepsilon_+ \|x\| \|y\| \|z\|$ . Нижняя оценка с тем же  $\varepsilon_+$  логически не следует. Для положительной нижней границы нужна ограниченная область  $\Omega$  и величина

$$\varepsilon_- = \inf_{\{u \in \Omega\}} \|K(u)\| / m(u) > 0.$$

### 10.2. Норма результата может не видеть ассоциатор

Обратное неравенство треугольника даёт  $|\|r_L\| - \|r_R\|| \leq \|r_L - r_R\| = \|K\|$ , а не нижнюю оценку. Более того, в октонионах норма мультипликативна:

$\|(xy)z\| = \|x(yz)\| = \|x\| \|y\| \|z\|$ , хотя ассоциатор для некоторых троек ненулевой.

Поэтому «размер = норма результата» не обеспечивает  $\Delta_S > 0$ . Строгая базовая версия должна использовать полносостояний разрыв  $\|K\|$  либо заранее выбранную разделяющую наблюдаемую.

### 10.3. Категориальная формула

Фраза «не существует естественного преобразования между функторами S и D» не равносильна запрету совместного измерения. Естественное преобразование требует точно заданных категорий, функторов и совместимого кодомена; отсутствие такого преобразования не исключает существование совместного отображения (S,D).

Категориальный вариант ПН.2 следует формулировать отдельно как теорему об отсутствии совместной секции или естественного оценщика после построения соответствующей диаграммы.

#### **Пояснительный блок**

Онтологически следствия показывают, какие новые положения действительно существуют внутри уже доказанного ядра, а какие требуют добавочных предпосылок. Гносеологически-феноменологически эта глава учит читать выводы не как свободное распространение главной идеи, а как последовательное раскрытие того, что уже содержится в доказанной структуре и становится явным при правильной постановке вопроса.

## 11. Следствия

- Если  $K(u) \neq 0$  и  $\Delta_D > 0$ , полносостояний, не знающий  $b$  оценитель не может иметь одновременно  $e_R = 0$  и  $e_D = 0$ .
- В ассоциативном пределе  $K \rightarrow 0$  доказанная граница непрерывно вырождается в ноль.
- Положительная универсальная  $k$  невозможна на области, содержащей точки с  $K=0$ , если не введены дополнительные ограничения.
- Для любой разделяющей семьи линейных функционалов в конечномерном нормированном пространстве существует наблюдаемая, обнаруживающая ненулевой  $K$ ; однако одна заранее фиксированная скалярная наблюдаемая может его не обнаружить.
- ПН.2-S является задачей статистического/детерминированного различения двух скрытых структурных альтернатив. Она не совпадает автоматически с квантовой неопределённостью некоммутирующих операторов.
- Формула ПН.2-R предоставляет строгий математический каркас, внутри которого конкретная алгебра  $R \star R$  должна дать вычисляемые  $K$ ,  $\mathfrak{D}$ ,  $\Omega$  и  $k_\Omega$ .

### *Пояснительный блок*

Онтологически доказательные обязательства обозначают ещё не построенные части полной теории: они существуют как необходимые места будущей работы, а не как уже завершённые результаты. Гносеологически-феноменологически эта глава формирует честную перспективу исследования: читатель видит не только достигнутое, но и те участки, где понимание пока должно оставаться проектным, ожидающим доказательства или контрпримера.

## 12. Доказательные обязательства для полной теории ПН.2

**РО-1. Алгебра  $R \star R$ .** Задать носитель, поле, базис, таблицу умножения или структурные константы; указать единицу, инволюцию, норму и область определения.

**РО-2. Согласованность.** Проверить билинейность, замкнутость, нулевые делители, непрерывность умножения и существование всех используемых операторов.

**РО-3. Ненулевой ассоциатор.** Вычислить  $K$  на явных тройках и классифицировать ассоциативные/неассоциативные сектора.

**РО-4. Структурная координата  $\mathfrak{D}$ .** Определить  $\mathfrak{D}$  так, чтобы  $\Delta_D > 0$ ; доказать инвариантность относительно допустимых переобозначений и физический смысл единицы  $\mathfrak{D}$ .

**PO-5. Наблюдаемая размера.** Выбрать  $S$  и доказать  $s$ -разделение либо использовать полносостояний метрический вариант. Норма без дополнительной гипотезы недостаточна.

**PO-6. Измерительная модель.** Описать, почему  $b$  скрыт, какие данные получает оценщик, какие оценки разрешены и как связаны  $e_S, e_D$  с экспериментальными ошибками.

**PO-7. Равномерная константа.** Выбрать нормированную  $\Omega$  и доказать  $\varepsilon_- > 0$ ; отдельно исследовать границу  $\Omega$  и вырожденные сектора.

**PO-8. Размерностная согласованность.** Указать физические размерности  $S, \mathfrak{D}, K, m$  и  $k$ ; не отождествлять без калибровки безразмерную структурную координату с физической размерностью пространства.

**PO-9. Категориальная версия.** Задать категории, функторы, морфизмы и точный объект по-го: отсутствие естественной секции, подъёма или совместного оценщика.

**PO-10. Связь с ПН.1.** Построить представление  $\rho$  в гильбертовом пространстве, определить плотно заданные самосопряжённые  $X, P$  и доказать коммутаторное соотношение и доменные условия.

**PO-11. Примеры и контрпримеры.** Дать минимум: ассоциативный нулевой пример; неассоциативный пример с  $\Delta_S = 0$ ; пример с  $s$ -разделением; пример с положительной  $\varepsilon_-$  на компактной  $\Omega$ . Статус: закрыто Приложением А (четыре явные конструкции с полными вычислениями).

**PO-12. Независимая воспроизводимость.** Статус: закрыто Приложением В и вычислимым сертификатом PN2-PO12-A2-v1.0 для алгебр  $\mathbb{R}$  и  $\mathcal{A}_2$  и четырёх примеров А.1–А.4: опубликованы структурные константы, точный код, тестовый набор, таблица значений и SHA-256. Закрытие относится к абстрактному теоремному пакету; перенос сертификата на авторскую физическую алгебру  $R \star R$  остаётся зависимым от PO-1–PO-10.

### *Пояснительный блок*

Онтологически физические утверждения принадлежат иному уровню, чем абстрактная теорема: они требуют операционализации, размерностной калибровки и связи с наблюдаемым миром. Гносеологически-феноменологически реестр не ослабляет проект, а делает его более прозрачным: читатель различает математически доказанное и физически ожидаемое, не смешивая опыт формального вывода с опытом экспериментального подтверждения.

# 13. Отдельный реестр физических утверждений, требующих независимой проверки

Ни одно из следующих утверждений не является следствием теоремы 7.1 без дополнительных математических мостов и экспериментальных данных.

**F-1. Онтология времени.**  $R \star R$  является физической алгеброй времени, а не только математической моделью.

**F-2. Фундаментальность.** ПН.2 фундаментальнее принципа Робертсона—Гейзенберга или принципа «шум—возмущение».

**F-3. Импликация ПН.2 $\Rightarrow$ ПН.1.** Квантовая неопределённость выводится из ассоциатора через представление  $\rho$ .

**F-4. Калибровка  $\hbar$ .** Существует физически обоснованный режим  $\|K\| \sim \hbar$  с правильными единицами и коэффициентом.

**F-5. Индуцированный коммутатор.** Выражение  $[x, y]_z := K(x, y, z)$  после представления задаёт допустимый операторный коммутатор; требуется проверить билинейность, антисимметрию, тождество Якоби/его замену и домены операторов.

**F-6. Семикомпонентное время.** Семь объектов  $R \star R$  образуют внутреннюю многокомпонентную структуру времени.

**F-7. ФОС и В\*П.** Фундаментальная опорная связность и модель Время\*Пространство имеют наблюдаемую физическую реализацию; пространство является слоевой проекцией, а пространство Минковского—Эйнштейна — сечением.

**F-8. Оператор хода времени.** Иерархия  $A \succ H_{\rho x} \succ R_3 \succ R_2 \succ R_1 \succ \{\hbar, i\hbar\}$ , оператор  $T = \sum \pi_{\{i+1 \rightarrow i\}}$  и уравнение  $dR/dt = T(R)$  описывают физический ход времени.

**F-9. Монотонность сложности.** Для физически определённого  $C(R) = \sum w_i \text{Dim}_i(R)$  выполняется  $dC/dt \geq 0$ .

**F-10. Динамика ассоциатора.** Уравнение  $\nabla_T K = J_T$  является корректным ковариантным полевым уравнением и имеет определённые источники, размерности и вариационный принцип.

**F-11. Ранняя Вселенная.** Из динамики  $K$  следует максимальная начальная когерентность или иной наблюдаемый космологический режим.

**F-12. Локализация в материи.** Ассоциатор физически локализуется в материи и порождает измеримые эффекты.

**F-13. Конечная ветвь наблюдателя.** Структурная вложенность, доступная наблюдателю, физически конечна.

**F-14. Гравитация и космология.** ПН.2 даёт проверяемые поправки к ОТО/квантовой теории, устраняет сингулярности или объясняет тёмный сектор.

Минимальный стандарт независимой проверки для F-1—F-14: операциональное определение наблюдаемых; единицы измерения; нулевая модель; заранее зарегистрированный критерий различения; оценка неопределённости; открытые данные/код; воспроизведение независимой группой.

#### **Пояснительный блок**

Онтологически отношение к ПН.1 должно быть задано как связь между различными принципами, а не как автоматическое тождество их предметов и масштабов. Гносеологически-феноменологически эта глава удерживает точность узнавания: читатель может видеть родство проблем неопределённости, но одновременно сохраняет различие между структурной скобочной альтернативой ПН.2 и теми контекстами, где работает терминология ПН.1.

## **14. Отношение к ПН.1 и корректная терминология**

Соотношение Робертсона для самосопряжённых операторов  $A, B$  и состояния  $\psi$  имеет вид  $\sigma_{A\psi} \sigma_{B\psi} \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B] \rangle_{\psi}|$  при выполнении доменных условий. Оно относится к дисперсиям квантовых наблюдаемых в состоянии. Теорема 7.1 относится к минимаксной ошибке восстановления при скрытой структурной альтернативе. Общим является мотив нижней границы, но математические объекты и типы ошибок различны. Поэтому запись «ПН.2 $\Rightarrow$ ПН.1» в настоящей редакции имеет статус исследовательской гипотезы до выполнения РО-10.

#### **Пояснительный блок**

Онтологически публикационная формула уплотняет теоремное ядро до устойчивого высказывания, которое можно вынести за пределы внутренней редакционной работы. Гносеологически-феноменологически она задаёт читателю правильную точку входа: вместо множества технических уточнений сначала предъясняется смысловой центр, после чего доказательства, ограничения и приложения читаются как развёртывание этой формулы.

## **15. Рекомендуемая публикационная формула**

Краткая доказанная формулировка для аннотации:

«Для двух скрытых допустимых расстановок скобок в нормированной неассоциативной алгебре введены ошибки единого оценителя результата и структурно-размерностной координаты. Доказано, что их произведение не меньше одной четверти произведения нормы ассоциатора на разрыв структурной координаты. Универсальная положительная

константа существует лишь на области с доказанной равномерной нижней границей ассоциатора».

Краткая авторская атрибуция:

«Принцип неопределённости ПН.2 Курпишева (Курпишев И. Б., Калининград, 2026)».

Запрещённая до выполнения обязательств формула статуса:

Не следует писать «доказан новый универсальный физический принцип, более сильный, чем принцип Гейзенберга». Допустимо: «предложена математическая модель структурной неопределённости; доказана минимаксная теорема внутри модели; физические мосты сформулированы как проверяемые гипотезы».

### ***Пояснительный блок***

Онтологически библиография и контрольные источники образуют внешний контур текста: они не заменяют доказательство, но фиксируют среду, в которой проверяется терминология, сопоставляются аналогии и удерживается научная добросовестность. Гносеологически-феноменологически эта глава показывает, что знание в исследовании существует не изолированно, а в поле проверяемых документов, источников и различных традиций чтения.

## **16. Библиография и контрольные источники**

1. Robertson, H. P. The Uncertainty Principle. *Physical Review* 34 (1929), 163–164. DOI: 10.1103/PhysRev.34.163.
2. Schrödinger, E. Zum Heisenbergschen Unschärfeprinzip. *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-mathematische Klasse* (1930), 296–303.
3. Ozawa, M. Universally valid reformulation of the Heisenberg uncertainty principle on noise and disturbance in measurement. *Physical Review A* 67 (2003), 042105. DOI: 10.1103/PhysRevA.67.042105.
4. Schafer, R. D. *An Introduction to Nonassociative Algebras*. Academic Press, 1966.
5. Baez, J. C. The Octonions. *Bulletin of the American Mathematical Society* 39 (2002), 145–205. DOI: 10.1090/S0273-0979-01-00934-X; arXiv:math/0105155.
6. Mac Lane, S. *Categories for the Working Mathematician*. 2nd ed., Springer, 1998.
7. Курпишев И. Б. Авторская формулировка принципа неопределённости Курпишева (ПН.2). Рабочая статья v0.2, 2026. Источник согласования: Google Drive.

### ***Пояснительный блок***

Онтологически контроль целостности рассматривает документ как завершённую систему взаимосвязанных статусов, обозначений, теорем, ограничений и приложений. Гносеологически-феноменологически финальная проверка возвращает читателя к опыту

целого: важно убедиться, что отдельные исправления не разрушили смысловую непрерывность, а сделали аргумент более прозрачным и пригодным для публикации.

## 17. Контроль целостности редакции

- Авторская идея «неассоциативность — структурная вложенность — невозможность совместной точной фиксации» сохранена.
- Исторические формулы сохранены и явно промаркированы как условные, если их прежнее доказательство недостаточно.
- Обозначения согласованы с заморозкой:  $R \star R$  — ассоциаторный объект;  $\odot/\otimes$  — базовая операция;  $\backslash \text{Hodge}$  — звезда Ходжа.
- Математическая теорема отделена от физической интерпретации.
- Ни одно физическое утверждение не повышено до статуса доказанного без независимой проверки.

## Приложение А. Явные примеры и контрпримеры к РО-11

### А.0. Область утверждения и общие соглашения

Настоящее приложение закрывает РО-11 внутри абстрактной модели теоремы 7.1. Оно не отождествляет используемые ниже вспомогательные алгебры с авторским физическим объектом  $R \star R$  и не придаёт структурной координате физический смысл без выполнения РО-4, РО-6 и РО-8.

Во всех четырёх случаях  $B = \{b_L, b_R\}$ , где  $b_L(x, y, z) = (x \odot y) \odot z$  и  $b_R(x, y, z) = x \odot (y \odot z)$ .

Зададим подписанную протокольную координату

$$\mathfrak{D}(b_L) = -1/2, \quad \mathfrak{D}(b_R) = +1/2.$$

Следовательно,

$$\Delta_D = |\mathfrak{D}(b_L) - \mathfrak{D}(b_R)| = 1.$$

Для единого оценителя минимаксной оценкой этой координаты служит  $\hat{d}^* = 0$ , и

$$e_D(u; \hat{d}^*) = \max\{|0 + 1/2|, |0 - 1/2|\} = 1/2.$$

Перестановка названий  $b_L$  и  $b_R$  меняет знак  $\mathfrak{D}$ , но сохраняет  $\Delta_D$  и все границы ПН.2. Здесь  $\mathfrak{D}$  является только различающей координатой двух протоколов; она не объявляется физической размерностью пространства.

В случаях А.2–А.4 используется одна и та же явно заданная конечномерная неунитальная вещественная алгебра  $\mathcal{A}_2 = \mathbb{R}^2$  с базисом  $e_1 = (1, 0)$ ,  $e_2 = (0, 1)$ . Таблица умножения:

$$e_1 \odot e_1 = e_2, \quad e_2 \odot e_1 = e_2, \quad e_1 \odot e_2 = -e_2, \quad e_2 \odot e_2 = 0.$$

Эквивалентно, для  $x = (\alpha, \beta)$ ,  $y = (\gamma, \delta)$

$$x \odot y = (0, \alpha\gamma + \beta\gamma - \alpha\delta).$$

Операция билинейна и замкнута. Введём норму

$$\|(\alpha, \beta)\| = 2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}.$$

Она субмультипликативна. Действительно, если

$$M = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

то  $\alpha\gamma + \beta\gamma - \alpha\delta = (\alpha, \beta)M(\gamma, \delta)^T$  и  $\|M\|_2 \leq \|M\|_F = \sqrt{3}$ . Поэтому

$$\|x \odot y\| = 2 |(\alpha, \beta)M(\gamma, \delta)^T|$$

$$\leq 2\sqrt{3} \cdot \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \sqrt{\gamma^2 + \delta^2}$$

$$\leq 4\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \sqrt{\gamma^2 + \delta^2}$$

$$= \|x\| \|y\|.$$

Следовательно, умножение непрерывно; полнота следует из конечномерности. Единица для А1 не требуется. При необходимости можно выполнить стандартную унитаризацию, не изменяя вычислений ассоциатора на идеале  $\mathcal{A}_2$ .

## А.1. Случай I: ассоциативный нулевой пример

Алгебра, операция и норма. Пусть  $\mathcal{A} = \mathbb{R}$ ,  $x \odot y = xy$  и  $\|x\| = |x|$ . Это ассоциативная унитарная нормированная алгебра.

Выбранная тройка. Возьмём  $u = (1, 2, 3)$ . Тогда

$$r_L(u) = (1 \cdot 2) \cdot 3 = 6,$$

$$r_R(u) = 1 \cdot (2 \cdot 3) = 6,$$

$$K(u) = r_L(u) - r_R(u) = 0,$$

$$\Delta_R(u) = \|K(u)\| = 0.$$

Структурная координата. Используем  $\mathfrak{D}(b_L) = -1/2$ ,  $\mathfrak{D}(b_R) = +1/2$ ; поэтому  $\Delta_D = 1$ .

Наблюдаемая. Положим  $S(t) = |t|$ . Тогда

$$S(r_L) = S(r_R) = 6, \quad \Delta_S(u) = 0.$$

Ошибки и проверка границ. Для  $\hat{s}^* = 6$ ,  $\hat{d}^* = 0$  и  $\hat{r}^* = 6$  имеем

$$e_S(u; \hat{s}^*) = 0, \quad e_D(u; \hat{d}^*) = 1/2, \quad e_R(u; \hat{r}^*) = 0.$$

Следовательно,

$$e_S e_D = 0 = (1/4) \Delta_S \Delta_D,$$

$$e_R e_D = 0 = (1/4) \|K\| \Delta_D.$$

Точный статус. Это строгий контрпример к любой безусловной положительной нижней границе на области, содержащей ассоциативную точку. Он не опровергает теорему 7.1: обе её правые части здесь равны нулю. Пример подтверждает необходимость исключать  $K=0$  при утверждении  $\varepsilon_- \rightarrow 0$ .

## A.2. Случай II: неассоциативный пример с $\Delta_S = 0$

Алгебра, операция и норма. Используем  $\mathcal{A}_2$ , операцию  $\odot$  и норму  $\|(\alpha, \beta)\| = 2\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2)}$ , заданные в A.0.

Выбранная тройка. Пусть  $u = (e_1, e_1, e_1)$ . По таблице умножения

$$r_L(u) = (e_1 \odot e_1) \odot e_1 = e_2 \odot e_1 = e_2,$$

$$r_R(u) = e_1 \odot (e_1 \odot e_1) = e_1 \odot e_2 = -e_2.$$

Отсюда

$$K(u) = e_2 - (-e_2) = 2e_2 \neq 0,$$

$$\|K(u)\| = \|2e_2\| = 4.$$

Таким образом, тройка действительно неассоциативна.

Структурная координата.  $\mathfrak{D}(b_L)=-1/2$ ,  $\mathfrak{D}(b_R)=+1/2$  и  $\Delta_D=1$ .

Наблюдаемая. Выберем естественную, но неразделяющую наблюдаемую  $S(v)=\|v\|$ . Тогда

$$S(r_L)=\|e_2\|=2,$$

$$S(r_R)=\|-e_2\|=2,$$

$$\Delta_S(u)=|2-2|=0,$$

несмотря на  $K(u)\neq 0$ .

Ошибки и проверка границ. Для  $\hat{s}^*=2$  и  $\hat{d}^*=0$

$$e_S(u;\hat{s}^*)=0, \quad e_D(u;\hat{d}^*)=1/2,$$

поэтому

$$e_S e_D=0=(1/4)\Delta_S\Delta_D.$$

Положительная скалярная граница невозможна. Условие с-разделения не выполнено ни для какого  $c>0$  в точке  $u$ , поскольку  $0=\Delta_S(u)<c\|K(u)\|=4c$ .

Полносостояний вариант остаётся невырожденным. Для  $\hat{r}^*=0$

$$e_R(u;\hat{r}^*)=\max\{\|e_2\|,\|-e_2\|\}=2,$$

и потому

$$e_R e_D=2\cdot(1/2)=1=(1/4)\cdot 4\cdot 1=(1/4)\|K(u)\|\Delta_D.$$

Точный статус. Это строгий контрпример к замене полносостояний разрыва  $\|K\|$  разностью норм результатов. Одновременно он демонстрирует точность PN.2-R. Пример закрывает вторую часть РО-11, но не превращает норму в физическую наблюдаемую и не повышает физический статус ПН.2.

### А.3. Случай III: пример с доказанным с-разделением

Алгебра, операция и норма. Снова используем  $\mathcal{A}_2$  из А.0.

Наблюдаемая и глобальное разделение. Определим линейную наблюдаемую

$$S(\alpha e_1 + \beta e_2) = 2\beta.$$

Для любых  $x, y, z \in \mathcal{A}_2$  оба скобочных результата принадлежат  $\mathbb{R}e_2$ , поэтому  $K(x, y, z) = ke_2$  для некоторого  $k \in \mathbb{R}$ . Линейность  $S$  даёт

$$\Delta_S(x, y, z) = |S(r_L) - S(r_R)|$$

$$= |S(K)| = |2k|.$$

Но  $\|K\| = \|ke_2\| = 2|k|$ . Следовательно,

$$\Delta_S(x, y, z) = \|K(x, y, z)\|$$

для всех  $(x, y, z) \in \mathcal{A}_2^3$ . Значит,  $S$  является  $s$ -разделяющей на  $\Omega_s = \mathcal{A}_2^3$  с точной константой  $s=1$ . Константа больше 1 невозможна на любой точке с  $K \neq 0$ .

Выбранная тройка. Возьмём  $u = (e_1, 2e_1, 3e_1)$ . Тогда

$$e_1 \odot 2e_1 = 2e_2, \quad 2e_2 \odot 3e_1 = 6e_2,$$

$$2e_1 \odot 3e_1 = 6e_2, \quad e_1 \odot 6e_2 = -6e_2.$$

Поэтому

$$r_L(u) = 6e_2, \quad r_R(u) = -6e_2,$$

$$K(u) = 12e_2, \quad \|K(u)\| = 24.$$

Значения наблюдаемой:

$$S(r_L) = 12, \quad S(r_R) = -12,$$

$$\Delta_S(u) = 24 = \|K(u)\|.$$

Структурная координата.  $\mathfrak{D}(b_L) = -1/2$ ,  $\mathfrak{D}(b_R) = +1/2$  и  $\Delta_D = 1$ .

Ошибки и проверка границ. Мидпойнт-оценки  $\hat{s}^* = 0$ ,  $\hat{d}^* = 0$  и  $\hat{r}^* = 0$  дают

$$e_S(u; \hat{s}^*) = 12, \quad e_D(u; \hat{d}^*) = 1/2, \quad e_R(u; \hat{r}^*) = 12.$$

Следовательно,

$$e_S e_D = 12 \cdot (1/2) = 6$$

$$= (c/4) \|K(u)\| \Delta_D$$

$$=(1/4) \cdot 24 \cdot 1 = 6.$$

Также

$$e_R e_D = 12 \cdot (1/2) = 6$$

$$=(1/4) \|K(u)\| \Delta_D.$$

Обе минимаксные границы достигаются точно.

Точный статус. Доказано глобальное  $s$ -разделение с  $s=1$  для конкретной наблюдаемой и конкретной вспомогательной алгебры. Это завершает третью часть РО-11 и показывает, что коэффициент  $1/4$  в теореме 7.1 в общем случае улучшить нельзя. Физической интерпретации  $S$  это вычисление не устанавливает.

#### A.4. Случай IV: положительная нижняя граница $\varepsilon_-$ на явной компактной области

Алгебра, операция, норма и наблюдаемая. Используем  $\mathcal{A}_2$ , ту же норму и  $S(\alpha e_1 + \beta e_2) = 2\beta$ ; по A.3 эта  $S$  является 1-разделяющей.

Компактная область. Для

$$x=(a,b), \quad y=(p,q), \quad z=(r,s)$$

зададим

$$\Omega = \{((a,b),(p,q),(r,s)) : a,p,r \in [1,2], b,q,s \in [-1/4, 1/4]\} \subset \mathcal{A}_2^3.$$

Это замкнутый и ограниченный параллелепипед в  $\mathbb{R}^6$ , следовательно, компакт по теореме Гейне—Бореля. Он имеет непустую внутренность в  $\mathcal{A}_2^3$ .

Полное вычисление ассоциатора. Имеем

$$x \odot y = (0, p(a+b) - aq),$$

$$(x \odot y) \odot z = (0, r[p(a+b) - aq]),$$

$$y \odot z = (0, pr + qr - ps),$$

$$x \odot (y \odot z) = (0, -a[pr + qr - ps]).$$

Поэтому

$$K(x,y,z)$$

$$=(0, r[p(a+b)-aq]+a[pr+qr-ps])$$

$$=(0, 2apr+bpr-aps)$$

$$=(0, p[(2a+b)r-as]).$$

Параметр  $q$  сокращается тождественно.

Точная нижняя грань. На  $\Omega$  выражение

$$g(a,b,r,s)=(2a+b)r-as=a(2r-s)+br$$

положительно. Его минимум находится последовательно:

при фиксированных остальных переменных  $g$  возрастает по  $a$ , поскольку  $2r-s \geq 7/4 > 0$ ;

$g$  возрастает по  $b$ , поскольку  $r > 0$ ;

$g$  убывает по  $s$ , поскольку  $-a < 0$ .

Следовательно, минимум достигается при  $a=1$ ,  $b=-1/4$ ,  $s=1/4$ . После подстановки

$$g=2r-1/4-r/4=(7/4)r-1/4,$$

что возрастает по  $r$ , поэтому  $r=1$  и

$$\min g=7/4-1/4=3/2.$$

Так как  $p \in [1,2]$  и  $g > 0$ , минимум  $p \cdot g$  достигается при  $p=1$ . Отсюда

$$\inf_{\{u \in \Omega\}} \|K(u)\|$$

$$=2 \cdot \inf_{\{u \in \Omega\}} p \cdot g$$

$$=2 \cdot (3/2)=3.$$

Для масштаба  $m(u) \equiv 1$  получаем точную положительную константу

$$\varepsilon_- = \inf_{\{u \in \Omega\}} \|K(u)\|/m(u)=3 > 0.$$

Таким образом,  $\Omega$  является равномерной ПН.2-областью.

Дополнительная нормированная оценка. Если выбрать  $m_{\times}(u)=\|x\|\|y\|\|z\|$ , то на  $\Omega$

$$\|x\|, \|y\|, \|z\| \leq 2\sqrt{4+1/16}=\sqrt{65}/2,$$

$$m_{\times}(u) \leq 65\sqrt{65}/8.$$

Поэтому сертифицирована, хотя не утверждается как оптимальная, граница

$$\|K(u)\|/m_{\times}(u) \geq 3/(65\sqrt{65}/8) = 24/(65\sqrt{65}) > 0.$$

Тройка, достигающая  $\varepsilon_-$ . Возьмём

$$u_* = (e_1 - (1/4)e_2, e_1, e_1 + (1/4)e_2);$$

то есть  $a=p=r=1$ ,  $b=-1/4$ ,  $q=0$ ,  $s=1/4$ . Тогда

$$(e_1 - (1/4)e_2) \odot e_1 = (3/4)e_2,$$

$$r_L(u_*) = ((3/4)e_2) \odot (e_1 + (1/4)e_2) = (3/4)e_2,$$

$$e_1 \odot (e_1 + (1/4)e_2) = (3/4)e_2,$$

$$r_R(u_*) = (e_1 - (1/4)e_2) \odot ((3/4)e_2) = -(3/4)e_2.$$

Следовательно,

$$K(u_*) = (3/2)e_2, \quad \|K(u_*)\| = 3 = \varepsilon_- - m(u_*).$$

Для  $S$  имеем

$$S(r_L) = 3/2, \quad S(r_R) = -3/2, \quad \Delta_S(u_*) = 3.$$

Структурная координата.  $\mathfrak{D}(b_L) = -1/2$ ,  $\mathfrak{D}(b_R) = +1/2$  и  $\Delta_D = 1$ .

Ошибки и равномерная граница. Для  $\hat{s}^* = 0$ ,  $\hat{d}^* = 0$  и  $\hat{r}^* = 0$

$$e_S(u_*; \hat{s}^*) = 3/2, \quad e_D(u_*; \hat{d}^*) = 1/2, \quad e_R(u_*; \hat{r}^*) = 3/2.$$

Поэтому

$$e_S e_D = (3/2)(1/2) = 3/4$$

$$= (c\varepsilon_- - \Delta_D/4)m(u_*)$$

$$= (1 \cdot 3 \cdot 1/4) \cdot 1,$$

и

$$e_R e_D = 3/4$$

$$= (\varepsilon_- - \Delta_D/4)m(u_*).$$

На произвольной  $u \in \Omega$  теорема 7.1 и  $\|K(u)\| \geq 3$  дают

$$e_R(u; \hat{r}) e_D(u; \hat{d}) \geq 3/4,$$

$$e_S(u;\hat{s})e_D(u;\hat{d})\geq 3/4,$$

причём вторая оценка использует  $c=1$ . Тройка  $u_*$  показывает точную достижимость обеих равномерных констант.

Точный статус. Для явно заданной компактной области с непустой внутренностью доказана положительная и точная  $\varepsilon_-=3$  при  $m\equiv 1$ ; дополнительно получена положительная граница для масштаба произведения норм. Это закрывает четвёртую часть РО-11 и даёт конкретную реализацию предпосылки А6, но только для вспомогательной алгебры  $\mathcal{A}_2$  и указанной  $\Omega$ .

## А.5. Итоговый статус РО-11

Получены все четыре требуемые конструкции:

- 1) ассоциативный сектор  $K=0$ , где положительная граница невозможна;
- 2) неассоциативная тройка  $K\neq 0$  с  $\Delta_S=0$  для  $S=\|\cdot\|$ ;
- 3) наблюдаемая с доказанным глобальным  $c$ -разделением и точным  $c=1$ ;
- 4) компактная  $\Omega$  с точной положительной  $\varepsilon_-=3$  при  $m\equiv 1$ .

Во всех четырёх случаях явно заданы носитель, операция, норма, тройки,  $K$ ,  $\mathfrak{D}$ ,  $S$ , ошибки и статус; во всех невырожденных случаях минимаксные границы достигаются как равенства. Поэтому РО-11 имеет статус «закрыто на уровне абстрактного теоремного пакета ПН.2 v1.0».

Граница статуса. Приложение проверяет логическую непротиворечивость, необходимость гипотез и точность коэффициентов теоремы 7.1. Совместно с Приложением В оно закрывает РО-12 для четырёх вычислимых примеров абстрактного теоремного пакета, но не закрывает РО-1–РО-10 и не переносит сертификат на авторскую алгебру  $R\star R$ . Оно не доказывает физическую интерпретацию  $\mathfrak{D}$  или  $S$ , не устанавливает связь с  $\hbar$  и ПН.1 и не переводит утверждения F-1–F-14 из статуса физических гипотез.

# Приложение В. Вычислимый сертификат к РО-12

## В.0. Назначение и граница статуса

Настоящее приложение фиксирует воспроизводимый вычислительный сертификат PN2-PO12-A2-v1.0 для алгебры  $\mathcal{A}_2$  и всех четырёх примеров Приложения А. Сертификат реализует структурные константы, умножение, ассоциатор К, нормы, протокольную координату  $\mathfrak{D}$ , наблюдаемые S, ошибки  $e_S$ ,  $e_D$ ,  $e_R$ , проверки  $c=1$  и  $\varepsilon_-=3$ , а также точные автоматические тесты. Все сертифицируемые равенства вычисляются без округления.

Статус ограничен абстрактной моделью теоремы 7.1. Алгебра  $\mathcal{A}_2$  остаётся вспомогательной математической реализацией и не отождествляется с авторским физическим объектом  $R \star R$ . Приложение не повышает статус ни одного утверждения F-1–F-14.

## В.1. Идентификатор и состав сертификата

Идентификатор: PN2-PO12-A2-v1.0.

Архив: pn2\_po12\_cert\_v1.0.zip.

Среда: Python 3.10 или новее; используется только стандартная библиотека.

Состав: pn2\_cert.py — вычислительное ядро; test\_pn2\_cert.py — автоматические тесты; manifest.json — машиночитаемая спецификация; results.json — полный отчёт; values.tsv — таблица «ожидаемо / получено»; SHA256SUMS.txt — контрольные хеши; build\_bundle.py — детерминированная пересборка; README\_RU.md — инструкция.

## В.2. Структурные константы и операция

Для ассоциативного случая А.1 реализована одномерная алгебра  $\mathbb{R}$  с  $C[1,1,1]=1$ .

Для случаев А.2–А.4 реализована  $\mathcal{A}_2=\mathbb{R}^2$  с базисом  $e_1, e_2$  и соглашением  $e_i \odot e_j = \sum_k C[k,i,j]e_k$ . Единственные ненулевые структурные константы:

$$C[2,1,1]=1, \quad C[2,2,1]=1, \quad C[2,1,2]=-1.$$

Все остальные  $C[k,i,j]$  равны нулю. Поэтому для  $x=(\alpha, \beta)$ ,  $y=(\gamma, \delta)$

$$x \odot y = (0, \alpha\gamma + \beta\gamma - \alpha\delta).$$

Код строит тензор ассоциатора непосредственно из структурных констант:

$$A[m,i,j,k] = \sum_l (C[l,i,j]C[m,l,k] - C[l,j,k]C[m,i,l]).$$

Его единственные ненулевые компоненты:

$$A[2,1,1,1]=2, \quad A[2,2,1,1]=1, \quad A[2,1,1,2]=-1.$$

Следовательно, для  $x=(a,b)$ ,  $y=(p,q)$ ,  $z=(r,s)$  вычисление даёт тождество

$$K(x,y,z)=(0, 2apr+bpr-aps)=(0, p[(2a+b)r-as]),$$

причём параметр  $q$  сокращается точно.

### В.3. Норма, $\mathfrak{D}$ , $S$ и ошибки

Норма  $\mathcal{A}_2$  реализована формулой  $\|( \alpha, \beta ) \| = 2\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2)}$ . Для произвольного рационального вектора сертификат хранит точный квадрат нормы  $4(\alpha^2 + \beta^2)$ ; на образе умножения и ассоциатора, лежащем в  $\mathbb{R}e_2$ , используется точное значение  $\|(0, \beta)\| = 2|\beta|$ . Поэтому иррациональные округления не входят в проверяемые равенства.

Зафиксированы  $\mathfrak{D}(b\_L) = -1/2$ ,  $\mathfrak{D}(b\_R) = +1/2$ ,  $\Delta\_D = 1$ . Для  $\tilde{d}^* = 0$  автоматически получается  $e\_D = 1/2$ .

Реализованы две наблюдаемые:  $S\_norm(v) = \|v\|$  для А.2 и  $S\_sep(\alpha, \beta) = 2\beta$  для А.3–А.4. Ошибки  $e\_S$ ,  $e\_D$  и  $e\_R$  вычисляются непосредственно по определениям 3.3. Мидпойнт-оценки воспроизводят равенство в минимаксных границах всех невырожденных случаев.

### В.4. Таблица ожидаемых и полученных значений

| Случай     | Ожидаемые значения                                                                                                                                                                                            | Полученные значения                                                                                                                                                                                           | Статус      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>A.1</b> | $r\_L = r\_R = (6)$ ; $K = (0)$ ;<br>$\ K\  = \Delta\_S = e\_S = e\_R = 0$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>границы $0 = 0$ .                                                                                              | $r\_L = r\_R = (6)$ ; $K = (0)$ ;<br>$\ K\  = \Delta\_S = e\_S = e\_R = 0$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>границы $0 = 0$ .                                                                                              | <b>PASS</b> |
| <b>A.2</b> | $r\_L = (0, 1)$ ; $r\_R = (0, -1)$ ; $K = (0, 2)$ ;<br>$\ K\  = 4$ ; $\Delta\_S = e\_S = 0$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>$e\_R = 2$ ; PN.2-R: $1 = 1$ .                                                                | $r\_L = (0, 1)$ ; $r\_R = (0, -1)$ ; $K = (0, 2)$ ;<br>$\ K\  = 4$ ; $\Delta\_S = e\_S = 0$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>$e\_R = 2$ ; PN.2-R: $1 = 1$ .                                                                | <b>PASS</b> |
| <b>A.3</b> | $r\_L = (0, 6)$ ; $r\_R = (0, -6)$ ; $K = (0, 12)$ ;<br>$\ K\  = \Delta\_S = 24$ ; $c = 1$ ; $e\_S = e\_R = 12$ ;<br>$e\_D = 1/2$ ; обе границы $6 = 6$ .                                                     | $r\_L = (0, 6)$ ; $r\_R = (0, -6)$ ; $K = (0, 12)$ ;<br>$\ K\  = \Delta\_S = 24$ ; $c = 1$ ; $e\_S = e\_R = 12$ ;<br>$e\_D = 1/2$ ; обе границы $6 = 6$ .                                                     | <b>PASS</b> |
| <b>A.4</b> | $r\_L = (0, 3/4)$ ; $r\_R = (0, -3/4)$ ;<br>$K = (0, 3/2)$ ; $\ K\  = \Delta\_S = \varepsilon_- = 3$ ; $c = 1$ ;<br>$\kappa_\Omega = 3/4$ ; $e\_S = e\_R = 3/2$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>обе границы $3/4 = 3/4$ . | $r\_L = (0, 3/4)$ ; $r\_R = (0, -3/4)$ ;<br>$K = (0, 3/2)$ ; $\ K\  = \Delta\_S = \varepsilon_- = 3$ ; $c = 1$ ;<br>$\kappa_\Omega = 3/4$ ; $e\_S = e\_R = 3/2$ ; $e\_D = 1/2$ ;<br>обе границы $3/4 = 3/4$ . | <b>PASS</b> |

Обозначение «границы» в таблице означает соответствующие пары левой и правой частей PN.2-S, PN.2-R, PN.2-K или равномерной формы следствия 9.1. Полная построчная таблица всех величин находится в values.tsv и results.json.

## В.5. Сертификация $c=1$ и $\varepsilon_-=3$

Поскольку первая координата тензора ассоциатора тождественно равна нулю,  $K=ke_2$  для всех троек. Для  $S_{\text{sep}}$  имеем  $\Delta_S = |S_{\text{sep}}(K)| = 2|K| = \|K\|$ . Следовательно,  $c=1$  выполняется тождественно на  $\mathcal{A}_2^3$ . Случаи А.3 и А.4 имеют  $K \neq 0$  и отношение  $\Delta_S / \|K\| = 1$ , поэтому никакая константа  $c > 1$  на области, содержащей эти точки, невозможна.

Для  $\Omega$  из А.4 код проверяет точную формулу  $K$  и рациональную интервальную оценку:

$$2r-s \geq 7/4, \quad r \geq 1, \quad a \geq 1, \quad b \geq -1/4, \quad p \geq 1,$$

$$g = a(2r-s) + br \geq 7/4 - 1/4 = 3/2,$$

$$\|K\| = 2pg \geq 3.$$

Точка  $u_* = (e_1 - (1/4)e_2, e_1, e_1 + (1/4)e_2)$  принадлежит замкнутой границе  $\Omega$  и даёт  $\|K(u_*)\| = 3$ . Поэтому  $\varepsilon_- = 3$  при  $m \equiv 1$  является точной, а  $\kappa_\Omega = c\varepsilon_- - \Delta_D/4 = 3/4$ .

Дополнительно перебираются 729 точек рациональной сетки  $\Omega$ ; на каждой точно проверяются формула  $K$ , равенство  $\Delta_S = \|K\|$  и граница  $\|K\| \geq 3$ . Граничный тест с  $p=1/2$ , лежащий вне  $\Omega$ , даёт  $\|K\| = 3/2 < 3$  и тем самым автоматически подтверждает зависимость  $\varepsilon_- = 3$  от заявленной области.

## В.6. Автоматические тесты и воспроизведение

Команды следует выполнять из распакованного каталога `pn2_po12_cert_v1.0`:

```
python3 pn2_cert.py --report
```

```
python3 -m unittest -v test_pn2_cert.py
```

```
python3 build_bundle.py
```

```
sha256sum -c SHA256SUMS.txt
```

Первая команда пересоздаёт результаты; вторая запускает 11 тестов; третья повторно формирует архив с фиксированным порядком файлов, метаданными и режимом `ZIP_STORED`; четвёртая проверяет содержимое. Ожидаемые итоги: `PASS`, затем `Ran 11 tests` и `OK`; все строки `values.tsv` имеют статус `PASS`.

## В.7. Контрольные хеши SHA-256

Архив `pn2_po12_cert_v1.0.zip`:

`bbcb2715a3e5ab7688dfe1ad317a68f23b163ae10915982216111142ce7da2ad`.

Файлы внутри архива:

README\_RU.md —

4e08346221388e5b70ae64a649ca1146653e6b9df8f608d80a4f4e22a6c0df62;

build\_bundle.py —

e75160342cc59a1207fcb62a356c72b455a1c91d4e553564c5a3edde2f8c52cb;

manifest.json — 87c39b11cfb6bbc27659e20e84c914b60851cb4caa481d3056695dca7dcddf69;

pn2\_cert.py — 97880a92707f718d0282c87afd6e0d3e291aa7226cc836a0817b1e71d25a0113;

results.json — 2baa4af2480ea6fcfcbbab0afa3d455ced8b5aa4280d92fb3602c80d532c9dd7b;

test\_pn2\_cert.py —

51c1b090bb47ada673d711b931be112c63f367d3b39afaafe48a25007d973bcd;

values.tsv — 758aa6a68abd42b98e6f90e8f39c889379cf2aeb847dc345be21c7394f9134f2.

Повторная детерминированная сборка в контрольной среде дала тот же хеш архива.

## В.8. Точный реестр доказательного охвата

Сертификат доказывает:

- 1) точную реализацию опубликованных структурных констант, операции и ассоциатора  $\mathcal{A}_2$ ;
- 2) точные ожидаемые значения всех четырёх примеров А.1–А.4;
- 3)  $\Delta_D=1$  и минимаксную ошибку  $e_D=1/2$  для выбранной протокольной координаты;
- 4) тождественное с-разделение с  $c=1$  для  $S_{\text{sep}}$  на  $\mathcal{A}_2^3$  и точность этой константы при  $K \neq 0$ ;
- 5) точную  $\varepsilon_- = 3$  и  $\kappa_\Omega = 3/4$  для указанной компактной  $\Omega$  при  $m \equiv 1$ ;
- 6) достижимость всех заявленных равенств и зависимость  $\varepsilon_- = 3$  от области  $\Omega$ ;
- 7) воспроизводимость результатов стандартной реализацией Python без внешних библиотек.

Сертификат не доказывает:

- 1) что вспомогательная  $\mathcal{A}_2$  совпадает с авторской физической алгеброй  $R \star R$ ;
- 2) физический смысл  $\mathfrak{D}$ ,  $S$ ,  $c$ ,  $\varepsilon_-$  или  $\kappa_\Omega$ ;
- 3) доказательные обязательства PO-1–PO-10 для  $R \star R$ ;
- 4) связь с  $\hbar$ , принципом ПН.1, квантовым измерением или экспериментом;
- 5) утверждения F-1–F-14 или универсальность ПН.2 как физического закона.

## В.9. Итоговый статус РО-12

РО-12 закрыто на уровне абстрактного теоремного пакета ПН.2 v1.0 и четырёх примеров Приложения А: вычислимый сертификат, исходный код, тестовый набор, ожидаемые и полученные значения, инструкция и контрольные хеши зафиксированы. Расширение сертификата на конкретную авторскую реализацию  $R \star R$  требует предварительного закрытия соответствующих РО-1–РО-10 и не считается выполненным настоящим приложением.

Конец канонической редакции v1.0.