

МОНОГРАФИЯ

БАЗОВЫЙ ПРОЕКТ KLT-RBD

ТОМ II

СТРОГАЯ НЕАССОЦИАТИВНАЯ ПАКЕТНАЯ РЕПЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ NARG 3.0



Курпишев Иван Борисович

Независимый исследователь · Калининград · 2026

АВТОРСКАЯ АТРИБУЦИЯ

Автор проекта KLT-RBD и NARG; авторская конструкция теоремы Дезарга–Курпишева; математический принцип неопределённости ПН.2 в зафиксированной модельной формулировке; компьютерные алгоритмы KLT; архитектура реперной базы данных. Классические составляющие и prior art атрибутируются их авторам.

Контрольная точка T2-RP-v0.11 · выпуск tom2_v0_11

Каноническая нулевая точка: замороженный Том I v197 RU

Доказательная и юридическая граница: truth_layer_promotion=0

Паспорт выпуска tom2_v0_11

Контрольная точка	T2-RP-v0.11
Статус	Кумулятивная рабочая редакция: v0.1-v0.10 сохранены; глава 14 углублена до theorem/conditional projective-carrier package v0.11.
Каноническая нулевая точка	tom1_v197.docx + tom1_v197_ru.pdf; Том I не редактируется и не пересобирается.
Обязательный регламент	tom2_chat_guide_v1.docx, SHA-256 98fab8ceafe9088a385e2cc807bbeda6563c669273f4bd0b64577fb19a2c32ea.
Состав выпуска	Карта источников и правовое досье; master-skeleton 24 глав; Definition Core; слои v0.2-v0.10; vector obstruction carriers, stratification, projectivization, orbit types, Fano globalization firewall, projective transition horizon и обновлённая матрица PO.
Форматы	Нативно редактируемый DOCX и поисковый PDF. ZIP/CSV/JSON/HTML не формируются.
Статус-замок	COND, MODEL, COMP, CONJ и PHY-HYP не повышаются без нового доказательства или независимого свидетельства.
Следующая точка	tom2_v0_12: глава 15 - Hodge decomposition, Laplace-type operators, ellipticity, boundary conditions и analytic obstruction estimates.

Аннотация выпуска

Выпуск tom2_v0_11 является кумулятивным продолжением v0.10 и развивает каноническую главу 14 Тома II: пространства препятствий, их стратификацию, проективизацию, орбитные типы и критерии потери информации. Векторный носитель O_V , его ненулевая часть и проектированный носитель $P(O_V)$ строго различаются; нулевой класс, масштаб, знак, норма, происхождение и данные подъёма не объявляются сохранёнными после факторизации. Построены projective transition horizon, Fano globalization firewall и blocker-safe предсказательный вывод. Условные и физические мосты статуса не меняют.

СТАТУС-ЗАМОК

ПН.2 сохраняется как математическая минимаксная теорема внутри явно заданной модели скрытой структурной альтернативы. F-1–F-14 и физические мосты не получают нового статуса. Теорема Дезарга–Курпишева применяется только в перечисленных проективных, полярных и доменных гипотезах. Государственная регистрация программ и баз данных не интерпретируется как подтверждение истинности математических или физических утверждений.

Содержание и маршрут сборки

1. Паспорт и источниковая база v0.1 (сохранённая точка отката)
2. Карта источников и исходный аудит
3. Правовое досье
4. Master-skeleton: 24 главы
5. Карта зависимостей
6. Главы 1–24: паспорта сборки
7. Первичная матрица доказательных обязательств
8. Контрольная точка T2-RP-v0.1; 9-17. Математическое углубление v0.2; 18-23. Ассоциаторная геометрия v0.3; 24-34. Пакетно-реперная алгебро-геометрическая двойственность v0.4; 35-45. Атласы, расслоения и препятствия глобализации v0.5; 46-57. Касательные и кокасательные объекты, гладкость и интегрируемость v0.6; 58-69. Связности, кривизна, голономия и ассоциаторный мост v0.7; 70-82. Дифференциальные формы, прескомплекс и Hodge-слой v0.8; 83-96. Внутренний минимальный комплекс, obstruction section и предсказательный шлюз v0.9; 100-115. Внешний E-комплекс, Π_E , mapping cone и безопасная детекция v0.10. 116-132. Пространства препятствий, projectivization, Fano barrier и projective transition horizon v0.11.

Примечание: выпуск v0.11 является кумулятивным. Материалы v0.1-v0.10 сохранены как точки отката. Новый строгий текст исследует геометрию самого носителя препятствий поверх построенных $C_{\min}$ и E-моста, не заменяя их и не превращая проективный класс в полное доказательное или физическое описание.

Карта источников и исходный аудит

ОНТОЛОГИЯ	Источник в Томе II понимается как объект с происхождением, версией и пределом применимости. Новая геометрия не может опираться на бесформенную папку файлов, где свежая дата копирования притворяется научной актуальностью.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Иерархия P0–P5 задаёт порядок разрешения конфликтов. Чем выше источник, тем меньшую свободу имеет редактор: P0 импортируется, P1 цитируется буквально, P5 всегда маркируется как реконструкция.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Карта источников позволяет читателю видеть не только цитату, но и маршрут от документа к формуле, от формулы к главе и от главы к доказательному обязательству.
ГРАНИЦА	Ни один внутренний файл не становится первичным историческим источником для классической математики. Ни один внешний источник не подменяет авторскую историю проекта.

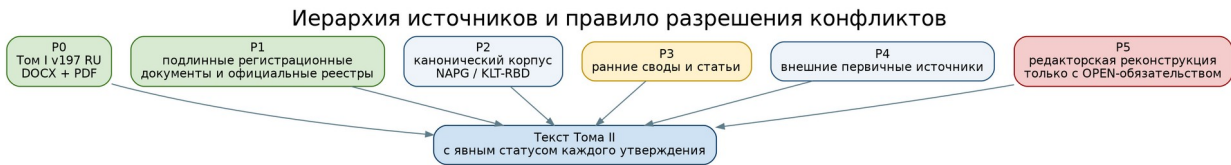


Рисунок 1. Иерархия источников P0–P5 и правило разрешения конфликтов.

P0: проверка канонической пары Тома I

DOCX	tom1_v197.docx · 50 777 116 байт · SHA-256 a6b3e26daca35a7ffca14b5baa87d6c47711c167606904b b04b02841062a3518
PDF	tom1_v197_ru.pdf · 264 страницы · SHA-256 5a2021c02428e3e395fe81e029c46cd26b4a0e06ceb7dbf c89befddffd84a7d8
Структурная сверка	Контрольная конверсия DOCX дала 264 страницы, что совпадает с PDF.
Редакционный дефект источника	Базовый 235-страничный корпус DOCX содержит встроенные страничные изображения; PDF имеет поисковый текст. Том II строится нативным текстом и не наследует этот дефект.
Правило импорта	Определения и формулы адресуются по стабильным ID/исходным страницам v197; расхождения фиксируются в change ledger.

Реестр внутренних источников первого круга

P	Файл/корпус	Роль	Статус	Контроль
P0	tom1_v197.docx	Канонический редактируемый интерфейс	Проверен	a6b3e26d...
P0	tom1_v197_ru.pdf	Контрольный оттиск, 264 с.	Проверен	5a2021c0...
P0	tom2_chat_guide_v1.doc	Обязательный	Принят	98fab8ce...

P	Файл/корпус	Роль	Статус	Контроль
	x	регламент T2		
P1	rbd22.pdf	Свидетельство БД KLT-RBD v2.2	Проверен	локальная копия
P1	evmcert.pdf	Свидетельство программы KLT	Проверен	локальная копия
P1	6612237_540.xml	Фактически карта сайта, не регистрационный XML	Переклассифицирован	f94b89e3...
P2	main_SIGMA_freeze.tex	Каноническая журнальная NAPG-линия	К изучению	e321aab8...
P2	SIGMA submission bundle	Публикационный корпус	Архив проверен	d6f9a550...
P2	monographiaNAPG.docx	Ранний редактируемый корпус NAPG	Исторический	ba675fba...
P2	axiomatic packet geometry	Аксиоматический пакет	Архив проверен	de2aadde...
P2	Desargues–Kurpishev source	Теоремный пакет	Архив проверен	b7a03cc4...
P2	PILOT01_PREPRINT_RU_FINAL.pdf	FCOC/Fano barrier, 10 с.	Проверен	9e1606df...
P3	monograph5_0_ru.pdf	Исторический слой NAPG/KLT, 113 с.	Проверен	ea84bab1...
P3	v32_v196cc.pdf	Большой исторический корпус, 4718 с.	Навигационный	15307676...
P2	KLT_4_14_CHECKED_B UILD.zip	Программный свидетельный пакет	Архив проверен	5d48e7ce...
P2	KLT5_1_FLUTTER_SDK_PACKAGE.zip	SDK-пакет	Архив проверен	d373e55b...
P2	interdisciplinary atlas v2.1	Реперный атлас	Архив проверен	4e4c032a...
P2	RBD schema extension	Схема импорта реальных данных	Архив проверен	406632a1...

Внешние первичные источники: стартовая карта

Источник	Работа	Доступ	Роль в Томе II	Идентификатор
Дезарг, 1639	Brouillon project d'une atteinte aux événements des rencontres du cône avec un plan	Gallica, факсимиле	Классическая проективная конфигурация; изображение не копируется без необходимости.	https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k105096b
Гильберт, 1899/1902	Foundations of Geometry	Project Gutenberg / public domain	Аксиомы инцидентности, порядка, конгруэнтности, параллельности, непрерывности.	https://www.gutenberg.org/ebooks/17384
Клейн, Erlangen Program	Vergleichende Betrachtungen...	Project Gutenberg / Springer record	Геометрия как теория инвариантов группы преобразований.	https://www.gutenberg.org/ebooks/11207
Veblen–Young	Projective Geometry	University of Michigan / public domain scan	Классическая аксиоматика проективной геометрии.	https://quod.lib.umich.edu/u/umhistmath/ACV3235.0001.001
Eilenberg–Mac Lane, 1945	General Theory of Natural Equivalences	Transactions AMS; DOI	Категории, функторы, естественные преобразования.	https://doi.org/10.1090/S0002-9947-1945-0013131-6
Gerstenhaber, 1964	On the Deformation of Rings and Algebras	Annals of Mathematics / JSTOR	Классическая теория деформаций алгебр.	https://www.jstor.org/stable/1970484

Источник	Работа	Доступ	Роль в Томе II	Идентификатор
Akivis, 1976	Local algebras of a multidimensional three-web	Siberian Math. Journal; DOI	Akivis-алгебры и неассоциативные локальные структуры.	https://doi.org/10.1007/BF00969285
Sabinin, 1999	Smooth Quasigroups and Loops	Springer; DOI	Неассоциативная геометрия гладких квазигрупп и луп.	https://doi.org/10.1007/978-94-011-4491-9
Hodge, 1941/1952	The Theory and Applications of Harmonic Integrals	Cambridge University Press	Hodge-теория; используется через определения и цитирование, без копирования рисунков.	https://www.cambridge.org/core/books/the-theory-and-applications-of-harmonic-integrals/
Yau, 1978	On the Ricci curvature of a compact Kähler manifold...	Communications on Pure and Applied Mathematics; DOI	Calabi conjecture / CY-ветвь при точных гипотезах.	https://doi.org/10.1002/cpa.3160310304

ЛИЦЕНЗИОННАЯ ДИСЦИПЛИНА

В выпуске v0.1 используются оригинальные схемы, построенные для монографии, и факсимиле правовых документов, относящихся к автору проекта. Рисунки из современных монографий и статей не копируются. Для классических public-domain источников допускается будущая репродукция после фиксации точной лицензии и библиографической подписи.

Правовое досье: подтверждённые объекты и границы вывода

ОНТОЛОГИЯ	Правовой документ существует в собственной онтологии: он удостоверяет запись об объекте охраны, авторе и правообладателе, но не превращается в математическое доказательство.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Юридическое знание извлекается только из официального свидетельства, выписки или реестровой карточки. Пересказ по памяти исключён, потому что человеческая память особенно смела именно там, где нужен номер заявления.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Факсимиле позволяет читателю проверить реквизиты визуально, а текстовая карточка делает их доступными для поиска и цитирования.
ГРАНИЦА	Формулы «Роспатент доказал теорему» и «регистрация подтверждает физическую фундаментальность» не используются.

Объект	Точное название	Вид	Номер	Даты/заявка	Автор/правообладатель	Статус	Источник
База данных	«Реперная база данных KLT-RBD v2.2»	База данных	№ 2026622733	Заявка № 2026622532; поступление 22.05.2026; гос. регистрация 10.06.2026	Курпишев Иван Борисович	Зарегистрировано	rbd22.pdf
Программа для ЭВМ	«Способ структурного и содержательно го анализа информации и баз данных методом Курпишева: приведением к проективно-гармоническому кросс-соотношению с использованием реперной базы данных»	Программа для ЭВМ	№ 2026665126	Заявка № 2026664029; поступление 07.05.2026; гос. регистрация 21.05.2026	Курпишев Иван Борисович	Зарегистрировано	evmcert.pdf
Текстовое произведение	«KLT-RBD KURPISHEV LAMBDA-TRUTH»	Регистрация в RCIS	0104-231-812	Дата регистрации 26.05.2026	Курпишев Иван Борисович	Отдельная система регистрации; не свидетельство Роспатента	карточка RCIS
NAPG	Неассоциативная пакетная реперная геометрия	Научная авторская конструкция	—	Отдельный подтверждающий документ госрегистрации в текущем корпусе не найден	Курпишев Иван Борисович	Авторская атрибуция; юридический статус не расширяется	OPEN LEGAL-01
Теорема Дезарга–Курпишева	Авторская конструкция и теоремный пакет	Научный результат	—	Не отождествляется с зарегистрированной программой или БД	Курпишев Иван Борисович	Статус зависит от доказательной редакции и гипотез	OPEN LEGAL-02
ПН.2	Математический принцип неопределённости Курпишева	Математическая модель/теорема	—	Физические гипотезы требуют независимой проверки	Курпишев Иван Борисович	Математический статус по канону; не юридическое удостоверение истинности	OPEN LEGAL-03

КОРРЕКЦИЯ ИСТОЧНИКА 6612237_540.xml

Объект	Точное название	Вид	Номер	Даты/заявка	Автор/ правообладатель	Статус	Источник
Файл 6612237_540.xml разобран как XML-карта сайта <urlset> с URL-адресами kurpishev.com. Он не содержит карточки государственного реестра и не используется для заполнения регистрационных реквизитов. До получения официального регистрационного XML данная позиция остаётся blocker LEGAL-XML-01.							



Рисунок 2. Факсимиле свидетельства о государственной регистрации базы данных № 2026622733.



Рисунок 3. Факсимиле свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026665126.

Master-skeleton Тома II: 24 главы

АРХИТЕКТУРА ВЫПУСКА

Нумерация глав фиксирована мастер-инструкцией. Выпуск v0.1 создаёт для каждой главы паспорт сборки, а не имитирует окончательный текст. В каждом паспорте определены цель, формальный выход, канонические входы, зависимости и первые доказательные обязательства.

Гл.	Название	Минимальный результат v1.0	Канонические входы	PO	Зависимости
1	Интерфейс с Томом I и границы предмета	Карта импорта, интерфейсные определения, таблица «включено/исключено», журнал расхождений.	PO: Том I v197 RU; мастер-инструкция T2-START-v0.1.	T2-PO-001, T2-PO-002	Гл. 2, 3, 12, 13
2	Замороженный реестр обозначений	NOTATION LEDGER, типовой словарь Dom/Cod, регламент добавления символов.	Гл. 1; §§26.36, 52.9–52.18 Тома I.	T2-PO-003, T2-PO-004	Все главы
3	Категория NAPG, объекты, морфизмы и области определения	Определения объектов и стрелок, тождества, композиция, контрмодели типовых ошибок.	Гл. 1–2; Definition Core NAPG.	T2-PO-005, T2-PO-006	Гл. 4–9, 12–16
4	Градуированная алгебра $(\mathbb{K}, \cdot, *, \odot, \otimes)$	Аксиоматика, области операции, непрерывность/линейность по выбранной модели.	Гл. 2–3.	T2-PO-007, T2-PO-008	Гл. 5–6, 10–16
5	Ассоциатор, $R \cdot R$, ядра, центры и инварианты	$\text{Ass}_\odot$, $R \cdot R$, nucleus/centers, явные тройки, структурные координаты.	Гл. 4; Том I, гл. 26–27.	T2-PO-009, T2-PO-010	Гл. 6, 9, 14, 16, 20
6	Пакетно-реперная алгебро-геометрическая двойственность	Пара функторов/псевдофункторов, единицы/коединицы или точная более слабая структура.	Гл. 3–5.	T2-PO-011, T2-PO-012	Гл. 7–9, 17–18
7	Атласы, расслоения и пакетные многообразия	Атлас, сосусле-условия, стратификация, пакетное расслоение, примеры.	Гл. 3, 6.	T2-PO-013, T2-PO-014	Гл. 8–11, 17–18
8	Касательные и кокасательные объекты	Деривации, касательные модули/конусы, дуальные объекты, предел гладкости.	Гл. 4, 7.	T2-PO-015, T2-PO-016	Гл. 9–11, 15–16
9	Связности, кривизна, голономия и ассоциаторная кривизна	Связность, транспорт, кривизна, голономия; условный мост к $\text{Ass}_\odot$ с обязательствами.	Гл. 5, 7–8.	T2-PO-017, T2-PO-018	Гл. 10–11, 14, 20
10	Дифференциальные формы и типизированные дифференциалы	Ω^*_{NAPG} , d/δ по каждому слою, правила знаков и композиции.	Гл. 7–9.	T2-PO-019, T2-PO-020	Гл. 11–16, 18
11	Hodge-слой, δ_{Hdg} и Δ_{Hdg}	$\star_{\text{Hdg}}$, δ_{Hdg} , Δ_{Hdg} , граничные условия, теоремы/условные результаты.	Гл. 7–10.	T2-PO-021, T2-PO-022	Гл. 13, 18, 20
12	Внутренний минимальный комплекс C_{min}^* , δ_{min} и Θ_{min}	Трёхчленный комплекс, вычисление H^3 , каноничность и естественность.	Гл. 2–5, 10; Том I §§52.9–52.18.	T2-PO-023, T2-PO-024	Гл. 13–16, 19–20
13	Внешний E-слой и отображение Π_E	$B1\text{--}B8$, J^2/J^3 , $H^3(J)$, Π_E , условия детекции и независимости выбора.	Гл. 10–12.	T2-PO-025, T2-PO-026	Гл. 14–16, 18, 20
14	Пространства	Диаграмма	Гл. 5, 9, 12–13.	T2-PO-027, T2-PO-028	Гл. 15–16, 19–20

Гл.	Название	Минимальный результат v1.0	Канонические входы	PO	Зависимости
	препятствий и проектирование	факторизации, ядра/образы, критерии потери информации, контрпримеры.			
15	Относительные и редуцированные когомологии	H^2_red, O^3_red , functoriality, relation to internal carrier.	Гл. 3–4, 10, 12–14.	T2-PO-029, T2-PO-030	Гл. 16, 18, 20
16	Деформации, модульные пространства и препятствия	Тангенциальный класс, уравнение Маурера–Картана или его NAPG-аналог, первичные/высшие препятствия.	Гл. 4–5, 12–15.	T2-PO-031, T2-PO-032	Гл. 18, 20–22
17	Редукции Гильберта и Клейна	Теоремы редукции, группы преобразований, инварианты, обратные ограничения.	Гл. 3, 6–7.	T2-PO-033, T2-PO-034	Гл. 18–20, 23
18	Комплексная, кэлэрова и Calabi–Yau-ветви	J, ω, g, Ω , integrability, Hodge/Laplacian bridges; точные Dom.	Гл. 7–11, 13, 16–17.	T2-PO-035, T2-PO-036	Гл. 20–23
19	Fano barrier и конечные проективные носители	$P(O_B)$, identification axioms, условная Fano carrier theorem, отрицательные примеры.	Гл. 12–15, 17.	T2-PO-037, T2-PO-038	Гл. 20–23
20	Модели, контрпримеры и вычислительные сертификаты	Ассоциативные/неассоциативные модели, точные вычисления, сертификаты и граничные случаи.	Гл. 4–19.	T2-PO-039, T2-PO-040	Гл. 21–24
21	Реестр теорем и граф зависимостей	Theorem ledger, dependency DAG, stable IDs, backward trace to sources.	Гл. 1–20.	T2-PO-041, T2-PO-042	Гл. 22–24
22	Доказательные обязательства и открытые задачи	PO matrix, blockers, next actions, gates, критерии закрытия и отката.	Гл. 1–21.	T2-PO-043, T2-PO-044	Гл. 23–24
23	Prior art и граница авторской новизны	Source map, attribution matrix, novelty claims with evidence level, legal boundary.	Гл. 1–22; внешние первичные источники.	T2-PO-045, T2-PO-046	Гл. 24
24	Приложения и воспроизводимый доказательный пакет	Словарь, кодовые сертификаты, контрольные хеши, протокол сборки, индекс рисунков/формул.	Гл. 1–23.	T2-PO-047, T2-PO-048	Финальная сборка v1.0 RU

Карта зависимостей

Граф читается слева направо: фундамент типов и категории предшествует алгебре и геометрии; внутренний минимальный комплекс предшествует внешнему E-мосту; модели и контрпримеры предшествуют реестру теорем и закрытию proof obligations. Обратные стрелки допускаются только как явно зарегистрированные циклы пересмотра, а не как средство доказать утверждение через само себя.



Рисунок 4. Направленный граф зависимостей двадцати четырёх глав Тома II.

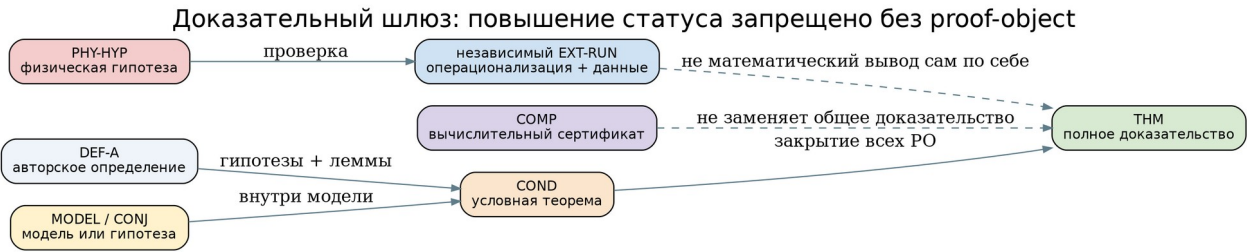


Рисунок 5. Шлюз доказательных статусов: повышение допускается только через доказательство или независимое свидетельство.

Глава 1. Интерфейс с Томом I и границы предмета

ОНТОЛОГИЯ	Том II существует не как второй контейнер текста, а как новый уровень объекта: Том I задаёт язык и доказательные замки, тогда как NAPG 3.0 должна стать геометрией, построенной на этом языке. Онтологически импорт означает сохранение идентичности исходного объекта при смене исследовательского масштаба.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Знание здесь начинается с контроля происхождения. Любое определение обязано иметь адрес в замороженном корпусе или явную метку новой реконструкции. Поэтому ссылка на Том I является не украшением, а частью доказательной цепи.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель должен пережить переход от общего языка реперной логики к пространству геометрических конструкций без ощущения, что ему незаметно заменили предмет. Карта интерфейса делает этот переход наблюдаемым.
ГРАНИЦА	Физика V*P, космология и F-1–F-14 не разворачиваются в данном томе. Они остаются будущими мостами Тома III; редакционная близость не повышает их статус.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Импортировать канон v197 без редактирования Тома I; определить предмет Тома II и исключить физику Тома III.
Формальный выход	Карта импорта, интерфейсные определения, таблица «включено/исключено», журнал расхождений.
Канонические входы	P0: Том I v197 RU; мастер-инструкция T2-START-v0.1.
Первичные PO	T2-PO-001, T2-PO-002
Зависимости / потребители	Гл. 2, 3, 12, 13
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 2. Замороженный реестр обозначений

ОНТОЛОГИЯ	Обозначение есть минимальная форма устойчивости объекта в тексте. Когда один знак начинает означать и Hodge-двойственность, и ассоциатор, геометрия теряет предмет раньше, чем возникает первая ошибка в доказательстве.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Реестр обозначений задаёт условия узнавания: тип, область определения, область значений и разрешённые композиции. Это эпистемический фильтр против красивых, но нетипизированных формул.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Для читателя нотация должна быть привычной настолько, чтобы не заслонять конструкцию, и строгой настолько, чтобы не позволять ей расплыться. Различение $\star_Hdg$ и $R\star R$ является образцом такой дисциплины.
ГРАНИЦА	Новое обозначение не вводится ради удобства автора. Оно допускается только после проверки коллизий и занесения в NOTATION LEDGER.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Зафиксировать типы и исключить коллизии $\odot$, $\star$, Hodge, δ , δ_Hdg , $R\star R$.
Формальный выход	NOTATION LEDGER, типовой словарь Dom/Cod, регламент добавления символов.
Канонические входы	Гл. 1; §§26.36, 52.9–52.18 Тома I.
Первичные РО	T2-PO-003, T2-PO-004
Зависимости / потребители	Все главы
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Замороженное ядро обозначений

Обозначение	Замок
$(\mathbb{K}, \cdot, \star, \odot, \delta)$	Базовая градуированная пакетная алгебра и структурные данные.
$Ass_{\odot}$	Ассоциатор; типы трёх аргументов и результата задаются явно.
$R\star R$	Авторский объект ассоциаторного слоя; $\star$ не является Hodge star.
$\star_Hdg$ / Hodge	Оператор Ходжа при метрических и ориентационных гипотезах.

Обозначение	Замок
$\mathcal{D}_{adm}^{(2)}$	Допустимый сектор второго уровня с Dom.
$\mathcal{O}_B$	Внутренний носитель препятствий; не отождествляется с внешним H^3 .
$\Pi_E: \mathcal{O}_B \rightarrow H^3(E^\bullet)$	Условный внешний мост.
$\delta; \delta_{Hdg}; \Delta_{Hdg}$	Разные операторы разных слоёв; смешение запрещено.
$C_{min^\bullet}, \delta_{min}, \Theta_{min}$	Внутренняя минимальная конструкция Тома I.
$\lambda, \delta_{truth}, D/Dom, CGI$	Диагностика; не замена доказательства.

Глава 3. Категория NAPG, объекты, морфизмы и области определения

ОНТОЛОГИЯ	Категория фиксирует, что объект существует не только сам по себе, но и через допустимые отношения. NAPG становится геометрией лишь тогда, когда композиция морфизмов сохраняет заявленную структуру.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Знание об объекте переносимо только по стрелкам, для которых доказана совместимость. Четыре условия морфизма служат механизмом контроля такого переноса.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически категория превращает набор локальных конструкций в путь: читатель видит, какие преобразования допустимы и где движение останавливается.
ГРАНИЦА	Стрелка без Dom/Cod или без проверки композиции остаётся редакционной схемой, а не морфизмом NAPG.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Определить категориальную оболочку NAPG с допустимостью и четырьмя совместимостями.
Формальный выход	Определения объектов и стрелок, тождества, композиция, контрмодели типовых ошибок.
Канонические входы	Гл. 1–2; Definition Core NAPG.
Первичные PO	T2-PO-005, T2-PO-006
Зависимости / потребители	Гл. 4–9, 12–16
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 4. Градуированная алгебра ($\mathbb{K}$, $\mathcal{A}$, $\odot$, $\otimes$)

ОНТОЛОГИЯ	Алгебраическая операция не должна предшествовать носителю. Сначала задаются поле или кольцо, градуировка и допустимые элементы; только затем возникает $\odot$ как событие взаимодействия внутри структуры.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Проверка замкнутости и непрерывности отделяет формулу от операции. Эпистемически это переход от записи к воспроизводимому правилу.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель должен видеть, где именно произведение существует, как меняет степень и что происходит на границе допустимого сектора.
ГРАНИЦА	Свойства ассоциативности, коммутативности или билинейности не предполагаются по привычке; каждое из них получает отдельный статус.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Задать носитель, основание, градуировку и бинарную операцию с проверкой замкнутости.
Формальный выход	Аксиоматика, области операции, непрерывность/линейность по выбранной модели.
Канонические входы	Гл. 2–3.
Первичные PO	T2-PO-007, T2-PO-008
Зависимости / потребители	Гл. 5–6, 10–16
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 5. Ассоциатор, R★R, ядра, центры и инварианты

ОНТОЛОГИЯ	Ассоциатор регистрирует не дефект вообще, а различие путей сборки тройки. R★R является авторским объектом ассоциаторного слоя и не совпадает с оператором Ходжа.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Чтобы измерять неассоциативность, нужно сначала доказать, что сравниваемые композиции типизированы и лежат в одном codomain. Иначе «дефект» сравнивает несравнимое.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически ассоциатор делает видимым то, что обычная скобочная конвенция скрывает: порядок сборки участвует в состоянии результата.
ГРАНИЦА	Наличие ненулевого ассоциатора не даёт автоматически кривизну, физический эффект или класс в H ³ . Для каждого моста нужна отдельная карта.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Построить типизированный ассоциаторный слой и отделить его от Hodge-оператора.
Формальный выход	Ass_⊙, R★R, nucleus/centers, явные тройки, структурные координаты.
Канонические входы	Гл. 4; Том I, гл. 26–27.
Первичные PO	T2-PO-009, T2-PO-010
Зависимости / потребители	Гл. 6, 9, 14, 16, 20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 6. Пакетно-реперная алгебро-геометрическая двойственность

ОНТОЛОГИЯ	Двойственность должна связывать алгебраическую и геометрическую стороны без объявления их тождественными. Она является отношением перевода, а не отменой различий.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Эпистемическая ценность двойственности определяется обратимостью или точным описанием потерь. Функторы без единиц, коединиц либо контролируемых дефектов не дают эквивалентности.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель наблюдает одну структуру в двух режимах: как правило композиции и как геометрическое расположение. Совпадение инвариантов становится опытом перевода.
ГРАНИЦА	До доказательства полноты и существенной сюръективности используется термин «соответствие» или «условная двойственность», но не «эквивалентность категорий».

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Сформулировать функториальные соответствия и условия обратимости.
Формальный выход	Пара функторов/псевдофункторов, единицы/коединицы или точная более слабая структура.
Канонические входы	Гл. 3–5.
Первичные РО	T2-PO-011, T2-PO-012
Зависимости / потребители	Гл. 7–9, 17–18
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 7. Атласы, расслоения и пакетные многообразия

ОНТОЛОГИЯ	Многообразие возникает из согласования локальных карт, а не из красивого рисунка гладкой поверхности. Пакетность добавляет к локальности структурный слой перехода между реперными данными.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Переходные функции и сосусле-условия являются доказательством того, что локальные описания говорят об одном объекте.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Атлас позволяет читателю пережить целое через конечное множество локальных перспектив, сохраняя память о способе их склейки.
ГРАНИЦА	Если сосусле нарушен или переход определён не на пересечении областей, имеется набор карт, но не пакетное многообразие.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Определить локальные карты, переходы и реперные расслоения.
Формальный выход	Атлас, сосусле-условия, стратификация, пакетное расслоение, примеры.
Канонические входы	Гл. 3, 6.
Первичные РО	T2-PO-013, T2-PO-014
Зависимости / потребители	Гл. 8–11, 17–18
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 8. Касательные и кокасательные объекты

ОНТОЛОГИЯ	Касательный объект есть не «малое пространство рядом», а выбранный способ линейзовать допустимые изменения. В сингулярном секторе он может быть конусом или модулем, а не векторным пространством.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Знание о локальной вариации зависит от класса кривых, дериваций или идеалов, через которые она определяется. Разные определения нельзя отождествлять без теоремы сравнения.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически касательное пространство выражает ближайшие возможные направления продолжения состояния.
ГРАНИЦА	Дуальность $\text{tangent}/\text{cotangent}$ требует конечной проектности или иных гипотез. На сингулярных слоях она не принимается автоматически.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Определить локальную линейзацию в гладких и сингулярных секторах.
Формальный выход	Деривации, касательные модули/конусы, дуальные объекты, предел гладкости.
Канонические входы	Гл. 4, 7.
Первичные PO	T2-PO-015, T2-PO-016
Зависимости / потребители	Гл. 9–11, 15–16
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 9. Связности, кривизна, голономия и ассоциаторная кривизна

ОНТОЛОГИЯ	Связность задаёт правило сравнения разнесённых состояний, кривизна измеряет зависимость результата от пути, а голономия хранит память замкнутого переноса. Ассоциаторная кривизна может быть лишь точно построенным мостом между этими слоями.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Эпистемически Hol_D ценен, когда определены транспорт, контур, домен и инвариантность относительно выбора. Иначе число голономии является меткой вычисления, не геометрическим фактом.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель видит, как локальный порядок композиции может проявиться в глобальной памяти обхода, но только через доказанную диаграмму.
ГРАНИЦА	Формула «Hol_D = Ass» запрещена до построения и проверки соответствующей естественной карты.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Развести классическую кривизну, Hol_D и ассоциаторный дефект.
Формальный выход	Связность, транспорт, кривизна, голономия; условный мост к Ass_⊙ с обязательствами.
Канонические входы	Гл. 5, 7–8.
Первичные РО	T2-PO-017, T2-PO-018
Зависимости / потребители	Гл. 10–11, 14, 20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 10. Дифференциальные формы и типизированные дифференциалы

ОНТОЛОГИЯ	Дифференциал превращает локальную величину в закон изменения, но только внутри заданного комплекса. Один символ δ не должен перемещаться между внутренним, внешним и Hodge-слоем без смены типа.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Условие $d^2=0$ является не типографской традицией, а основанием когомологии. Его проверка предшествует любому фактору $\ker/\text{im}$.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически дифференциальная форма описывает то, что можно интегрировать по ориентированному носителю и сравнивать при деформации.
ГРАНИЦА	Если квадрат дифференциала не нулевой, соответствующая когомология не определена; допустим иной объект, но не прежнее название.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Ввести формы и дифференциалы с явными комплексами и областями.
Формальный выход	$\Omega_\bullet$ NAPG, d/δ по каждому слою, правила знаков и композиции.
Канонические входы	Гл. 7–9.
Первичные РО	T2-PO-019, T2-PO-020
Зависимости / потребители	Гл. 11–16, 18
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 11. Hodge-слой, δ_Hdg и Δ_Hdg

ОНТОЛОГИЯ	Hodge-двойственность связывает степень формы с геометрией метрики и ориентации. Она не является универсальным символом инверсии.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Знание о δ_Hdg и Δ_Hdg зависит от скалярного произведения, плотности, граничных условий и аналитического класса операторов.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Для читателя Hodge-слой превращает форму в её метрически дополнительный образ, позволяя увидеть гармоническую часть как устойчивый остаток.
ГРАНИЦА	Классические Hodge-теоремы импортируются только при выполнении их аналитических гипотез; в общей NAPG они остаются условным мостом.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Построить Hodge-оператор только при наличии метрики, ориентации и конечного ранга.
Формальный выход	$\star_Hdg$, δ_Hdg , Δ_Hdg , граничные условия, теоремы/условные результаты.
Канонические входы	Гл. 7–10.
Первичные PO	T2-PO-021, T2-PO-022
Зависимости / потребители	Гл. 13, 18, 20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 12. Внутренний минимальный комплекс $C_{\min\bullet}$, $\delta_{\min}$ и $\Theta_{\min}$

ОНТОЛОГИЯ	Минимальный комплекс существует как внутренняя память самой квадратичной конструкции. Он не требует внешней физики, метрики или заранее выбранного пространства E .
ГНОСЕОЛОГИЯ	Каноничность достигается тем, что $C_{\min}^2$, $C_{\min}^3$, $\delta_{\min}$ и $\Theta_{\min}$ строятся непосредственно из F^2_N , X^2_N и Ψ^2_N . Это даёт проверяемое тождество $O_B \cong H^3(C_{\min\bullet})$.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически препятствие становится не внешним запретом, а третьей степенью минимального пути, где неснятая часть конструкции остаётся видимой.
ГРАНИЦА	Эта когомология является формально внутренней. Она не создаёт автоматически топологический, аналитический или физический смысл.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Импортировать и углубить каноническую внутреннюю конструкцию Тома I.
Формальный выход	Трёхчленный комплекс, вычисление H^3 , каноничность и естественность.
Канонические входы	Гл. 2–5, 10; Том I §§52.9–52.18.
Первичные РО	T2-PO-023, T2-PO-024
Зависимости / потребители	Гл. 13–16, 19–20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Канонический импорт из §§52.9–52.18 Тома I

$C_{\min}^n(N) = F^2_N$ при $n = 2$; X^2_N при $n = 3$; 0 иначе.	(T2.12.1)
$\delta_{\min}^2 = \Psi^2_N$, $\delta_{\min}^n = 0$ при $n \neq 2$.	(T2.12.2)
$\Theta_{\min,N} = \text{id}_{\{X^2_N\}}$.	(T2.12.3)
$H^3(C_{\min\bullet}(N)) = X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N = \emptyset_B(N)$.	(T2.12.4)

ИМПОРТИРОВАННЫЙ ДОКАЗАТЕЛЬНЫЙ СТАТУС

В Том I v197 RU внутреннее отождествление $\mathcal{O}_B(N) \cong H^3(C_{\min}(N))$ зафиксировано как каноническое и естественное при морфизмах, совместимых с Ψ^2 . Том II должен воспроизвести полное доказательство, проверить типы и расширить модельный класс, не приписывая конструкции внешнего аналитического смысла.

Глава 13. Внешний Е-слой и отображение П_Е

ОНТОЛОГИЯ	Внешний Е-слой является попыткой встроить внутреннее препятствие в более богатую когомологическую среду. Он существует только вместе с мостом, а не по сходству обозначений.
ГНОСЕОЛОГИЯ	В1–В8 задают эпистемический контракт: комплекс, цепная карта, естественность, инъективность для обратной детекции и отдельный ассоциаторный канал.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель видит расширение горизонта: внутренний класс может получить внешнюю интерпретацию, но путь к ней отмечен всеми условиями.
ГРАНИЦА	П_Е остаётся условным до построения Е• и J. Ненулевой внешний класс не считается ассоциатором или физическим наблюдаемым без дополнительных карт.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Сформулировать мост в $H^3(E\bullet)$ без превращения условного слоя в доказанный.
Формальный выход	В1–В8, J^2/J^3 , $H^3(J)$, П_Е, условия детекции и независимости выбора.
Канонические входы	Гл. 10–12.
Первичные РО	T2-PO-025, T2-PO-026
Зависимости / потребители	Гл. 14–16, 18, 20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Каркас условного Е-моста

$d_E^2 \circ J^2_N = J^3_N \circ \Psi^2_N, \quad d_E^3 \circ J^3_N = 0.$	(T2.13.1)
$\Pi_{E,N} := H^3(J_N) \circ \kappa_N : \mathcal{O}_B(N) \rightarrow H^3(E\bullet(N)).$	(T2.13.2)

- В1–В2: Е• является комплексом и J является цепной картой.
- В3–В5: конструкции естественны относительно морфизмов NAPG.
- В6: инъективность нужна для обратной детекции ненулевого препятствия.
- В7: ассоциаторный канал β_{Ass} строится отдельно.
- В8: физическая или аналитическая интерпретация требует отдельной редукции и данных.

Глава 14. Пространства препятствий и проектирование

ОНТОЛОГИЯ	Препятствие есть остаток, который нельзя снять разрешённым преобразованием. Его носитель определяется факторизацией, а не названием «обструкция».
ГНОСЕОЛОГИЯ	Различение X^2_N , O_B , $H^3(C_min)$ и $H^3(E)$ предотвращает ложные отождествления. Карты между ними должны иметь вычислимые ядра и образы.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически фактор-пространство показывает, какие различия исчезают после разрешённых поправок и какие продолжают сопротивляться.
ГРАНИЦА	Проективизация $P(O_B)$ требует ненулевого векторного носителя; конечная размерность и поле указываются явно.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Различить X^2_N , O_B , $H^3(C_min)$, внешний $H^3(E\bullet)$ и ассоциаторный канал.
Формальный выход	Диаграмма факторизации, ядра/образы, критерии потери информации, контрпримеры.
Канонические входы	Гл. 5, 9, 12–13.
Первичные РО	T2-PO-027, T2-PO-028
Зависимости / потребители	Гл. 15–16, 19–20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 15. Относительные и редуцированные кохомологии

ОНТОЛОГИЯ	Редуцированная кохомология фиксирует не все вариации, а вариации, совместимые с выбранной архитектурой и группой эквивалентностей.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Тангенциальный класс имеет смысл после отделения тривиальных деформаций $\text{im } d^1$ от допустимых $\ker d^2$. Эта операция и есть доказательная дисциплина модульного пространства.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель наблюдает различие между реальным изменением структуры и сменой координат описания.
ГРАНИЦА	H^2_{red} и O^3_{red} не объявляются стандартными кохомологиями без явного комплекса и проверки $d^2=0$; связь с O_V требует отдельной теоремы.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Задать относительные комплексы и редуцированные группы для допустимых деформаций.
Формальный выход	H^2_{red} , O^3_{red} , functoriality, relation to internal carrier.
Канонические входы	Гл. 3–4, 10, 12–14.
Первичные РО	T2-PO-029, T2-PO-030
Зависимости / потребители	Гл. 16, 18, 20
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 16. Деформации, модульные пространства и препятствия

ОНТОЛОГИЯ	Деформация исследует, как объект может стать другим, не теряя прослеживаемость происхождения. Модульное пространство является геометрией таких допустимых становлений.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Уравнение деформации и препятствия по порядкам дают знание не о произвольной близости, а о продолжимости формального пути.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически параметрическая семья показывает структуру в движении, а препятствие отмечает момент, когда локальное намерение не продолжается глобально.
ГРАНИЦА	Формальная деформация не равна аналитической сходимости. Локальная модель не даёт глобального модульного пространства без дополнительных теорем.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Развить формальную/локальную теорию деформаций NAPG.
Формальный выход	Тангенциальный класс, уравнение Маурера–Картана или его NAPG-аналог, первичные/высшие препятствия.
Канонические входы	Гл. 4–5, 12–15.
Первичные PO	T2-PO-031, T2-PO-032
Зависимости / потребители	Гл. 18, 20–22
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 17. Редукции Гильберта и Клейна

ОНТОЛОГИЯ	Классические геометрии не должны исчезать в NAPG; они должны возникать как контролируемые редукции при отключении или стабилизации дополнительных слоёв.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Теорема редукции объясняет, какие аксиомы NAPG нужны для восстановления инцидентности Гильберта и программы инвариантов Клейна.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель получает знакомую геометрию как сечение более широкой структуры, сохраняя возможность вернуться к условиям редукции.
ГРАНИЦА	Исторические теоремы принадлежат prior art. Авторская новизна относится к механизму пакетно-реперной сборки и доказанным новым связям, а не к самим классическим аксиомам.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Показать, при каких гипотезах классические геометрии являются редукциями.
Формальный выход	Теоремы редукции, группы преобразований, инварианты, обратные ограничения.
Канонические входы	Гл. 3, 6–7.
Первичные PO	T2-PO-033, T2-PO-034
Зависимости / потребители	Гл. 18–20, 23
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 18. Комплексная, кэлерова и Calabi–Yau-ветви

ОНТОЛОГИЯ	Комплексная и кэлерова геометрия требуют согласования J , ω и g ; Calabi–Yau-структура добавляет интегрируемость и ненулевую голоморфную форму. Набор символов без совместимостей не образует ветвь геометрии.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Эпистемически каждая ступень сильнее предыдущей и требует новых гипотез. Лестница условий должна быть видимой, чтобы следствие не использовало ещё не доказанную ступень.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически комплексная структура задаёт внутренний поворот, симплектическая форма — измерение ориентированных пар, а метрика — длину; их согласование создаёт единый режим опыта.
ГРАНИЦА	CY- и Laplace-утверждения не экспортируются в физику и космологию в Томе II. Они остаются математическими или условно-аналитическими.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Локализовать условия комплексной, симплектической, кэлеровой и CY-структур.
Формальный выход	J , ω , g , Ω , integrability, Hodge/Laplacian bridges; точные Dom.
Канонические входы	Гл. 7–11, 13, 16–17.
Первичные PO	T2-PO-035, T2-PO-036
Зависимости / потребители	Гл. 20–23
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 19. Fano barrier и конечные проективные носители

ОНТОЛОГИЯ	Плоскость Фано служит барьером между семью локальными метками и одним глобальным проективным носителем. Численное совпадение семи точек не является склейкой.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Необходимы явные identification maps, совместимые на пересечениях и с инцидентностью. Только тогда $P(O_id)$ может быть сопоставлено $P^2(F_2)$.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически барьер показывает, как локально понятные фрагменты могут не образовать единого мира без общего закона отождествления.
ГРАНИЦА	Fano carrier theorem остаётся условной вне зафиксированной трёхмерной F_2 -модели и identification axiom.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Разделить локальные носители препятствий и глобальную плоскость Фано.
Формальный выход	$P(O_B)$, identification axioms, условная Fano carrier theorem, отрицательные примеры.
Канонические входы	Гл. 12–15, 17.
Первичные PO	T2-PO-037, T2-PO-038
Зависимости / потребители	Гл. 20–23
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Проективный барьер

$\dim_{\{F_2\}} O_B = 3 \Rightarrow P(O_B) \cong P^2(F_2)$, после выбора базиса.	(T2.19.1)
---	-----------

ОГРАНИЧЕНИЕ

Семь локальных объектов не образуют плоскость Фано только потому, что их семь. Требуются согласованные карты идентификации и доказательство сохранения инцидентности.

Глава 20. Модели, контрпримеры и вычислительные сертификаты

ОНТОЛОГИЯ	Модель является местом, где определение встречается с вычислением. Контрпример столь же конструктивен, как пример: он очерчивает реальную область теоремы.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Вычислительный сертификат подтверждает конкретные равенства, тесты и реализацию, но не заменяет общий квантор теоремы.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель должен иметь возможность повторить вычисление, изменить вход и увидеть, где ломается мост.
ГРАНИЦА	Статус COMP не повышается до THM. Численный результат не считается независимым экспериментальным свидетельством.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Собрать тестовый зоопарк, способный опровергать неверные мосты.
Формальный выход	Ассоциативные/неассоциативные модели, точные вычисления, сертификаты и граничные случаи.
Канонические входы	Гл. 4–19.
Первичные PO	T2-PO-039, T2-PO-040
Зависимости / потребители	Гл. 21–24
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 21. Реестр теорем и граф зависимостей

ОНТОЛОГИЯ	Теорема существует в системе зависимостей: её гипотезы, леммы, определения и контрпримеры образуют направленный граф. Отрыв утверждения от графа уничтожает его доказательный смысл.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Stable ID и обратная трассировка позволяют проверить не только текст доказательства, но и происхождение каждого использованного объекта.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически граф превращает монографию из линейной книги в обозримую архитектуру, где можно следовать различными маршрутами.
ГРАНИЦА	Реестр не доказывает теоремы. Он отражает текущий статус и обязан показывать пропуски, а не скрывать их пустыми ссылками.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Сделать доказательные зависимости видимыми и проверяемыми.
Формальный выход	Theorem ledger, dependency DAG, stable IDs, backward trace to sources.
Канонические входы	Гл. 1–20.
Первичные РО	T2-PO-041, T2-PO-042
Зависимости / потребители	Гл. 22–24
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 22. Доказательные обязательства и открытые задачи

ОНТОЛОГИЯ	Открытое обязательство является положительным объектом исследования: оно фиксирует точное место, где структура ещё не замкнута.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Blocker и next action превращают незнание в проверяемую программу. Это защищает проект от риторического повышения статуса.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель видит не только готовый фасад, но и строительные швы, сроки и критерии завершения.
ГРАНИЦА	Закрытие РО требует доказательства, контрпримера или документированного отказа от утверждения; редакционная переформулировка сама по себе не является закрытием.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Поддерживать blocker-safe режим: неизвестное не маскируется редактурой.
Формальный выход	PO matrix, blockers, next actions, gates, критерии закрытия и отката.
Канонические входы	Гл. 1–21.
Первичные РО	T2-PO-043, T2-PO-044
Зависимости / потребители	Гл. 23–24
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Глава 23. Prior art и граница авторской новизны

ОНТОЛОГИЯ	Новизна существует на границе с уже известным. Чем точнее описан prior art, тем яснее становится реальный авторский вклад.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Первичные источники используются для классических фактов; внутренние документы — для истории проекта; правовые документы — только для юридических реквизитов.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Читатель должен видеть классическую линию Дезарга, Гильберта, Клейна, Hodge и теории деформаций рядом с архитектурой Курпишева, но не смешанной с ней.
ГРАНИЦА	Регистрация программы или базы данных не удостоверяет истинность теоремы. Авторство и научный статус устанавливаются разными доказательными каналами.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Развести классические результаты и авторскую архитектуру Курпишева.
Формальный выход	Source map, attribution matrix, novelty claims with evidence level, legal boundary.
Канонические входы	Гл. 1–22; внешние первичные источники.
Первичные PO	T2-PO-045, T2-PO-046
Зависимости / потребители	Гл. 24
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Матрица границ авторства

Слой	Атрибуция	Источник/правило
Проективное кросс-соотношение, гармоническая четвёрка	Классический prior art	Desargues; классическая проективная геометрия
Аксиоматическая геометрия и группы преобразований	Классический prior art	Hilbert; Klein; Veblen–Young
Категории и естественность	Классический prior art	Eilenberg–Mac Lane
Hodge-теория, Kähler/CY	Классический prior art	Hodge; Yau и последующая литература
Теория деформаций алгебр	Классический prior art	Gerstenhaber; Aquivis; Sabinin
Пакетно-реперное соединение, $C@C$, $\text{Reper}(R, I, U; D)$, NAPG, KLT-RBD	Авторская архитектура	Курпишев И.Б.; статус каждого нового результата по theorem ledger
ПН.2 и теорема Дезарга–Курпишева	Авторские конструкции	Формулировки и доказательные статусы ограничены каноническими документами

Глава 24. Приложения и воспроизводимый доказательный пакет

ОНТОЛОГИЯ	Воспроизводимость является формой продолжения объекта за пределами авторского компьютера. Пакет доказательства должен сохранять не только результат, но и путь его получения.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Хеши, версии, инструкции и тесты создают проверяемую цепь идентичности. Однако файл остаётся носителем доказательства, а не самим доказательством.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически воспроизведение превращает чтение в повторное действие: другой исследователь проходит тот же маршрут и сравнивает состояния.
ГРАНИЦА	Публикационный пакет не включает недоказанные данные и не повышает статусы. Внешний EXT-RUN отделяется от внутреннего QA.

Статус главы в v0.1	SKELETON · OPEN. Паспорт сборки зафиксирован; полный научный текст и доказательства относятся к последующим выпускам.
Цель	Задать воспроизводимую публикационную инфраструктуру без подмены доказательств файлами.
Формальный выход	Словарь, кодовые сертификаты, контрольные хеши, протокол сборки, индекс рисунков/формул.
Канонические входы	Гл. 1–23.
Первичные РО	T2-PO-047, T2-PO-048
Зависимости / потребители	Финальная сборка v1.0 RU
Граница вывода	Утверждения действуют только в явно перечисленных Dom и при своих гипотезах; физический статус не импортируется.

Рабочая декомпозиция

- Definition Core: определить носители, типы, области определения и значений.
- Existence layer: доказать существование хотя бы одной нетривиальной модели либо зафиксировать blocker.
- Invariance layer: установить независимость от допустимых выборов или перечислить зависимые параметры.
- Negative layer: построить контрпример к наиболее сильной естественной, но недоказанной формулировке.
- Dependency layer: связать все утверждения со стабильными ID источников и proof objects.

Первичная матрица доказательных обязательств

ОНТОЛОГИЯ	Proof obligation существует как самостоятельный объект, связывающий утверждение, его статус, ожидаемый proof object и конкретный blocker.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Матрица запрещает знанию появляться задним числом. Каждое повышение статуса должно иметь адрес доказательства, вычислительного сертификата или независимого свидетельства.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Для читателя открытая строка РО является указателем будущего действия, а не признаком редакционного провала. Наука без открытых строк обычно просто хорошо спрятала их.
ГРАНИЦА	В v0.1 все содержательные РО остаются OPEN; COMP используется только для выполненных процедур сборки и QA, а не для общих теорем.

ID	Гл.	Обязательство	Статус	Ожидаемый proof object	Blocker / следующее действие	Зависимости
T2-PO-001	1	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 1
T2-PO-002	1	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 1
T2-PO-003	2	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 2
T2-PO-004	2	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 2
T2-PO-005	3	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 3
T2-PO-006	3	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 3
T2-PO-007	4	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 4
T2-PO-008	4	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 4
T2-PO-009	5	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 5
T2-PO-010	5	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 5

ID	Гл.	Обязательство	Статус	Ожидаемый proof object	Blocker / следующее действие	Зависимости
T2-PO-011	6	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 6
T2-PO-012	6	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 6
T2-PO-013	7	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 7
T2-PO-014	7	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 7
T2-PO-015	8	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 8
T2-PO-016	8	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 8
T2-PO-017	9	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 9
T2-PO-018	9	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 9
T2-PO-019	10	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 10
T2-PO-020	10	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 10
T2-PO-021	11	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 11
T2-PO-022	11	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 11
T2-PO-023	12	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 12
T2-PO-024	12	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 12
T2-PO-025	13	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 13
T2-PO-026	13	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 13

ID	Гл.	Обязательство	Статус	Ожидаемый proof object	Blocker / следующее действие	Зависимости
T2-PO-027	14	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 14
T2-PO-028	14	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 14
T2-PO-029	15	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 15
T2-PO-030	15	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 15
T2-PO-031	16	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 16
T2-PO-032	16	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 16
T2-PO-033	17	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 17
T2-PO-034	17	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 17
T2-PO-035	18	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 18
T2-PO-036	18	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 18
T2-PO-037	19	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 19
T2-PO-038	19	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 19
T2-PO-039	20	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 20
T2-PO-040	20	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 20
T2-PO-041	21	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 21
T2-PO-042	21	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 21

ID	Гл.	Обязательство	Статус	Ожидаемый proof object	Blocker / следующее действие	Зависимости
T2-PO-043	22	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 22
T2-PO-044	22	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 22
T2-PO-045	23	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 23
T2-PO-046	23	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 23
T2-PO-047	24	Определения/объекты главы заданы типизированно и снабжены Dom/Cod.	OPEN	Definition/typing dossier	Собрать канонические входы; проверить коллизии.	Гл. 24
T2-PO-048	24	Главный переход главы доказан либо явно оставлен условным с контрпримером.	OPEN	Proof or countermodel dossier	Построить доказательство, отрицательную модель и критерий закрытия.	Гл. 24
T2-PO-049	X	Синхронность tom2_v0_1.docx и tom2_v0_1.pdf.	COMP	QA report	Сравнить пагинацию, таблицы, подписи, поисковый слой.	Все
T2-PO-050	X	Юридические реквизиты подтверждены официальным документом, а не памятью.	OPEN	Legal provenance ledger	Независимо сверить открытые реестры; сохранить карточки/хеши.	Гл. 1, 23–24
T2-PO-051	X	Авторская фотография воспроизводится из утверждённого файла без стилизации.	COMP	Cover QA	Заменить на более высокое разрешение при поступлении утверждённого оригинала.	Титул
T2-PO-052	X	Ни один PHU-NYP, COND или COMP не повышен до THM.	COMP	Status audit	Повторять аудит на каждом выпуске; truth_layer_promotion=0.	Все

Контрольная точка T2-RP-v0.1

ВЫПОЛНЕНО

Собраны: (1) карта источников P0–P5; (2) аудит канонической пары Тома I; (3) правовое досье с точными подтверждёнными реквизитами и факсимиле; (4) master-skeleton 24 глав; (5) граф зависимостей; (6) первичная матрица T2-PO-001–T2-PO-052; (7) доказательный status lock.

Открытые блокиеры

Blocker	Следующий проверяемый шаг
LEGAL-XML-01	Получить официальный регистрационный XML/выписку; 6612237_540.xml является картой сайта.
P0-NATIVE-01	Постепенно восстановить нативные формулы/текст нужных фрагментов из изображения-ориентированного DOCX Тома I, сверяя с поисковым PDF.
PHOTO-HIRES-01	При поступлении утверждённого оригинала заменить каноническую 320×320 фотографию на версию ≥900 пикселей без изменения композиции титула.
NAPG-DEF-01	Синхронизировать Definition Core по P0/P2 и создать полный типовой словарь.
BRIDGE-E-01	Построить или локализовать внешний E-комплекс и карты J; до этого П_E остаётся COND.
ASS-BRIDGE-01	Построить β_{Ass} и доказать область, естественность и предел детекции.
HOL-ASS-01	Сформулировать точный мост Hol_D ↔ ассоциаторная кривизна или сохранить как OPEN.
EXT-RUN-01	Независимая внешняя проверка не выполнена; F-1–F-14 не относятся к доказанному содержанию Тома II.

Следующий выпуск

Версия	tom2_v0_2
Название этапа	Notation lock and Definition Core
Основная задача	Собрать окончательный NOTATION LEDGER; типизированные определения категории NAPG, объекта $N=(\mathbb{K}, \cdot, \odot, \otimes, \mathcal{R}; F^2_N, X^2_N, \Psi^2_N)$, морфизмов и четырёх совместимостей.
Обязательное доказательное действие	Закрыть T2-PO-003–T2-PO-008 либо разделить их на более узкие PO с контрмоделями.
Запрет	Не переходить к внешнему E-мосту, Hodge-теоремам и физическим интерпретациям до завершения типизации внутреннего ядра.

Декларация непрерывности и отсутствия повышения статуса

Настоящий выпуск принят как точка отката T2-RP-v0.1. Он наследует нулевую точку Тома I v197 RU, но не изменяет её. Все новые формулировки, не являющиеся дословным импортом или классическим фактом с источником, имеют статус DEF-A, OPEN, COND или MODEL до отдельного доказательства. ПН.2, F-1–F-14, физические мосты, внешняя детекция и ассоциаторный канал не повышены. truth_layer_promotion=0.

Контрольные идентификаторы источников

T2-GUIDE-SHA256	98fab8ceafe9088a385e2cc807bbeda6563c669273f4bd0b64577fb19a2c32ea
T1-DOCX-SHA256	a6b3e26daca35a7ffca14b5baa87d6c47711c167606904bb04b02841062a3518
T1-PDF-SHA256	5a2021c02428e3e395fe81e029c46cd26b4a0e06ceb7dbfc89befddffd84a7d8
XML-SHA256	f94b89e33dde32c9810cac9225d8009b91176a8031adc60f4ea0f8709cd95113
Примечание	Хеши итоговых DOCX/PDF фиксируются во внешнем журнале выдачи после завершения файлов; самореферентное включение хеша в тот же файл невозможно без изменения хеша.

Библиографическая стартовая полка

- [1] Desargues, G. Brouillon project d'une atteinte aux événements des rencontres du cône avec un plan. 1639. Факсимиле: Bibliothèque nationale de France, Gallica.
- [2] Hilbert, D. The Foundations of Geometry. Authorized translation. Project Gutenberg edition.
- [3] Klein, F. Vergleichende Betrachtungen über neuere geometrische Forschungen (Erlangen Program). 1872.
- [4] Veblen, O.; Young, J. W. Projective Geometry. Vol. I–II.
- [5] Eilenberg, S.; Mac Lane, S. General Theory of Natural Equivalences. Transactions of the American Mathematical Society 58 (1945), 231–294. DOI: 10.1090/S0002-9947-1945-0013131-6.
- [6] Gerstenhaber, M. On the Deformation of Rings and Algebras. Annals of Mathematics 79 (1964), 59–103.
- [7] Akivis, M. A. Local algebras of a multidimensional three-web. Siberian Mathematical Journal 17 (1976). DOI: 10.1007/BF00969285.
- [8] Sabinin, L. V. Smooth Quasigroups and Loops. Kluwer/Springer, 1999. DOI: 10.1007/978-94-011-4491-9.
- [9] Hodge, W. V. D. The Theory and Applications of Harmonic Integrals. Cambridge University Press.
- [10] Yau, S.-T. On the Ricci curvature of a compact Kähler manifold and the complex Monge–Ampère equation. Communications on Pure and Applied Mathematics 31 (1978), 339–411. DOI: 10.1002/cpa.3160310304.
- [11] Kurpishev, I. B. Монография «Базовый проект KLT-RBD». Том I. Редакция v197 RU. 2026.
- [12] Kurpishev, I. B. Реперно-проективная архитектура формульных цепочек: PILOT-01. 2026.
- [13] Kurpishev, I. B. Авторские корпуса NAPG, KLT-RBD, теоремы Дезарга–Курпишева и ПН.2, согласно источниковому реестру проекта.

ЧАСТЬ II. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ УГЛУБЛЕНИЕ v0.2

СТАТУС ВЫПУСКА T2-RP-v0.2

Этап: Notation lock and Definition Core. Закрываемая область: T2-PO-003–T2-PO-008 с разделением аналитических и внешних обязательств. Канонический импорт: Том I v197 RU, §§26.5 и 52.9–52.18. Внешний E-мост, Hodge-слой, ассоциаторная когомология и физические интерпретации в настоящий выпуск не включаются как доказанные результаты. truth_layer_promotion=0.

9. Паспорт математического углубления v0.2

ОНТОЛОГИЯ	Определяющее ядро NAPG рассматривается как самостоятельный математический объект: оно состоит не из метафорических «пакетов», а из носителей, операций, областей допустимости, формального языка, вычислительных карт и фактор-объектов.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Право на утверждение возникает только после типизации каждой стрелки, проверки независимости от представителя и фиксации того, какие данные входят в объект, а какие являются внешним выбором.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	В вычислении ядро проявляется как цепочка «формальное выражение → вычислимый квадратичный элемент → класс обструкции». Ошибка становится видимой там, где стрелка не определена или не спускается на фактор.
ГРАНИЦА	Выпуск не отождествляет О_В с ассоциатором, Hodge-когомологией, кривизной, физическим полем или эмпирической истинностью. Эти мосты требуют отдельных объектов и доказательств.

Поле	Значение
Версия	tom2_v0_2; контрольная точка T2-RP-v0.2
Главный результат	Строгая алгебраическая категория NAPG_q и проективно-гармонический структурный селектор.
Закрываемые PO	T2-PO-003, 004, 005, 006, 007; T2-PO-008A и 008C.
Разделяемые PO	T2-PO-008B: аналитическая непрерывность и завершения; переносится в главы 10–13.
Импорт P0	Том I v197 RU: определения 26.16–26.19, 52.2–52.8; теоремы 52.2, 52.4, 52.6 и контрпримеры 52.1–52.6.
Новый авторский слой	Anchored sufficient foundation; строгий структурный селектор; теорема двойной инвариантности; локальная устойчивость λ-селектора; интервальная дисциплина воздержания.
Статус-замок	COND/MODEL/PHY-HYP не повышены; внешний E-слой не считается построенным.

10. Глава 2. Замороженный реестр обозначений

ОНТОЛОГИЯ	Обозначение является частью математического объекта: оно фиксирует тип, степень и роль символа. Смена знака без журнала коллизий способна незаметно заменить одну теорию другой.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Познание формулы начинается с ответа на четыре вопроса: где живут её аргументы, куда попадает значение, на какой области определена операция и какие выборы влияют на результат.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Нотационная коллизия обнаруживается как невозможность однозначно прочесть диаграмму или композицию. Поэтому $\star$ ассоциаторного слоя и $\star_Hdg$ никогда не считаются одним оператором.
ГРАНИЦА	Реестр не доказывает существование объектов. Он запрещает использовать символ раньше определения и не допускает переноса свойств между внутренним δ_min , внешним δ и δ_Hdg .

10.1. Базовые сортировки и типы

Фиксируется коммутативное поле $\mathbb{K}$. Если не оговорено иное, алгебраическое ядро строится в категории $\mathbb{K}$ -векторных пространств. Аналитические нормы, топологии, полнота и непрерывность не включаются автоматически: они образуют дополнительный слой данных. Множество степеней обозначается Γ ; в базовом варианте $\Gamma=\mathbb{Z}$, однако доказательства категории NAPG_q используют лишь наличие функции степени и совместимого закона вывода степени произведения.

$$\mathcal{A}^\bullet = \bigoplus_{p \in \Gamma} \mathcal{A}^p, \quad |x|=p \text{ для } x \in \mathcal{A}^p.$$

(T2-F001)

Структурные данные $\mathfrak{B}$ включают допустимые генераторы, синтаксические операции, доменные ограничения, закон степеней χ и, при необходимости, метки Reper, D/Dom и происхождения. Тем самым область операции не прячется в редакционном комментарии, а является частью объекта.

Символ	Зафиксированное значение	Тип	Предохранитель
$\mathbb{K}$	коммутативное поле основания	объект данных	Не заменяется $\mathbb{R}$ без явного ограничения.
Γ	множество/полугруппа степеней	индекс градуировки	В базовой модели $\Gamma=\mathbb{Z}$.
$\mathcal{A}^\bullet$	Γ -градуированное $\mathbb{K}$ -пространство	носитель	Прямая сумма, не неразмеченное множество.
$\odot$	билинейная операция на указанном $\text{Dom}_\odot$	операция	Вообще неассоциативна; не Hodge star.
$\text{Ass}_\odot$	$(x \odot y) \odot z - x \odot (y \odot z)$	трёхлинейный дефект	Определён только при существовании обеих ветвей.
$\mathbf{R} \star \mathbf{R}$	авторский объект ассоциаторно-пакетного слоя	объект/нотация	Знак $\star$ не используется для Hodge.
$\star_Hdg$	оператор Ходжа	аналитико-геометрический оператор	Требует метрики, ориентации и регулярности.
$\mathcal{R}$	допустимый реперный класс	подпространство/класс	Условия замкнутости указываются явно.
$\mathbf{F}^2_N$	формальный язык степени ≤ 2	векторное пространство синтаксиса	До вычисления; не подмножество X^2 автоматически.
X^2_N	тестируемый квадратичный слой	подпространство $\mathcal{A}^\bullet$ или T_N	Квадратичный, не ассоциаторный канал.
Ψ^2_N	$\mathbf{F}^2_N \rightarrow X^2_N$	линейная карта вычисления	Cod фиксирован заранее.

Символ	Зафиксированное значение	Тип	Предохранитель
$O_B(N)$	$X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N$	фактор обструкции	Зависит от выбранного языка F^2_N .
Π_N	$X^2_N \rightarrow O_B(N)$	каноническая проекция	Не внешний E-мост.
$C_{\min}$	минимальный внутренний комплекс	коцепной комплекс	Сосредоточен в степенях 2 и 3.
$\delta_{\min}$	$\delta_{\min}^2 = \Psi^2, \delta_{\min}^3 = 0$	внутренний дифференциал	Не смешивается с внешним δ .
$\Theta_{\min}$	$\text{id}_{\{X^2_N\}}: X^2_N \rightarrow C_{\min}^3(N)$	канонический внутренний мост	Тождество, не физическая гипотеза.
λ	$\text{cr}(U, I; R, D)$	проективная координата	Определена вне полюсов и вырождений.
δ_{truth}	$ \lambda + 1 $	диагностический дефект	Только при выбранной абсолютной величине/норме.
D/Dom	достаточное основание и область допустимости	валидирующий барьер	$\lambda = -1$ не заменяет D/Dom .

10.2. Закон степеней и допустимые композиции

Для однородных элементов вводится частичный закон степеней $\chi: \text{Dom}(\chi) \sqsubseteq \Gamma \times \Gamma \rightarrow \Gamma$. Если $(p, q) \in \text{Dom}(\chi)$, то допустимое произведение $\mathcal{A}^p \otimes \mathcal{A}^q$ переводится в $\mathcal{A}^{\chi(p, q)}$. Стандартный случай $\chi(p, q) = p + q + s$ включает операцию фиксированной степени s . Частичность χ позволяет фиксировать невозможные композиции без искусственного присвоения им нуля.

$\odot_{\{p, q\}}: \text{Dom}_{\{p, q\}} \subseteq \mathcal{A}^p \otimes \mathcal{A}^q \rightarrow \mathcal{A}^{\chi(p, q)}$.	(T2-F002)
--	-----------

СМЫСЛ ТРУДНОГО ПЕРЕХОДА: ноль и неопределённость

Если произведение запрещено доменом, оно не равно нулю. Нулевой элемент является значением определённой операции; неопределённость означает отсутствие стрелки. Смешение этих случаев уничтожает различие между структурным запретом и фактическим взаимным погашением. В предсказательном методе это различие отвечает за честное воздержание: кандидат вне Dom не получает «плохой балл», а исключается как нетипизированный.

Лемма 2.1. Тип ассоциатора [ТНМ]

Пусть $x \in \mathcal{A}^p, y \in \mathcal{A}^q, z \in \mathcal{A}^r$ и обе скобочные ветви определены. Если $\chi(\chi(p, q), r) = \chi(p, \chi(q, r)) = s$, то $\text{Ass}_{\odot}(x, y, z) \in \mathcal{A}^s$. Если степени ветвей различаются, их разность не является однородным ассоциатором и требует перехода в прямую сумму либо запрета теста.

Доказательство. Каждая ветвь принадлежит компоненте, вычисляемой последовательным применением χ . Разность двух векторов определена в одном однородном компоненте при совпадении степеней; при различии компонентов она принадлежит их прямой сумме, но не имеет единой степени s . Это и даёт заявленную типовую границу. $\square$

10.3. Протокол расширения NOTATION LEDGER

- Новое обозначение получает уникальный идентификатор NTL-xxx, Dom, Cod, степень, источник, статус и список коллизий.
- Символ, уже занятый в P0, не переопределяется; допускается только индексированная версия с явной картой к канону.
- Временное обозначение помечается TMP и не входит в теоремный пакет до снятия метки.
- Любой переход от алгебраического к топологическому, аналитическому или физическому смыслу фиксируется отдельным мостовым символом.
- В формулах прогноза слово «истина» не используется как числовая переменная; λ и δ_{truth} являются диагностическими координатами, а не заменой доказательства.

Контрпример 2.1. Коллизия δ

Пусть $\delta_{\min}^2 = \Psi^2$ во внутреннем двухступенчатом комплексе, а δ_{Hdg} обозначает кодифференциал на формах. Из $\delta_{\min}^3 \delta_{\min}^2 = 0$ нельзя заключить $\delta_{\text{Hdg}}^2 = 0$ или наоборот: области, степени и определения различны. Одинаковая буква без индекса создаёт ложный мост.

Контрпример 2.2. Неоднородный ассоциатор

Если $\chi(\chi(p,q),r) \neq \chi(p,\chi(q,r))$, то ветви лежат в разных компонентах. Запись $\text{Ass}_{\odot \in \mathcal{A}}^s$ с одним s не типизирована, даже если обе ветви вычислимы.

11. Глава 3. Категория NAPG_q: объекты, морфизмы и области

ОНТОЛОГИЯ	Категория NAPG _q существует как мир строго сопоставимых квадратичных кадров. Объектом является не одна операция, а пакет данных, достаточный для построения формального языка, вычисления и фактора обструкции.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Объекты познаются через морфизмы: если класс обструкции меняется от допустимой перенумерации или изоморфизма, он не является структурным инвариантом выбранной категории.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Коммутативные диаграммы проявляют корректность переноса. Несовпадение двух путей показывает не философскую «неполноту», а конкретную ошибку типизации или естественности.
ГРАНИЦА	NAPG _q является внутренней алгебраической категорией. Она не содержит автоматически многообразий, Hodge-операторов, связностей, динамики и измерительных процедур.

11.1. Объект категории

Определение 3.1. Типизированный квадратичный кадр NAPG [DEF-A]

Объектом NAPG_q называется кортеж $N = (\mathbb{K}, \mathcal{A}, \odot, \mathcal{B}, \mathcal{R}; F^2_N, X^2_N, \Psi^2_N)$, где: $\mathbb{K}$ — коммутативное поле; $\mathcal{A}$ — градуированное пространство; $\odot$ — билинейная операция на заданных в $\mathcal{B}$ областях; $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A}$ — допустимый класс; F^2_N — векторное пространство допустимых формальных выражений степени не выше двух; X^2_N — тестируемый квадратичный слой; $\Psi^2_N: F^2_N \rightarrow X^2_N$ — линейная карта вычисления. Требуется $\text{Im } \Psi^2_N \subseteq X^2_N$, что встроено в кодомен.

$$X^2_N = \text{Span}_{\mathbb{K}}\{ R \odot R, R \odot S + S \odot R : R, S, R+S \in \mathcal{R} \text{ и все произведения определены } \}.$$

(T2-F003)

$$O_B(N) = X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N, \quad \Pi_N: X^2_N \rightarrow O_B(N).$$

(T2-F004)

Формальный язык F^2_N должен быть отделён от вычисленного слоя X^2_N . Для строгой реализации удобно брать свободное $\mathbb{K}$ -пространство на типизированных синтаксических деревьях высоты не более двух и затем факторизовать его по линейным синтаксическим отношениям. Ψ^2_N вычисляет дерево в $\mathcal{A}$. Разные языки могут иметь одинаковую алгебру и разные O_B ; поэтому O_B измеряет полноту выбранного языка относительно X^2_N , а не «абсолютную неассоциативность».

11.2. Морфизм и четыре совместимости

Определение 3.2. Морфизм квадратичных кадров [DEF-A]

Морфизм $f:N \rightarrow N'$ есть семейство $f=(\Phi, \varphi_G, \varphi_F, \varphi_X, \varphi_O)$. Здесь $\Phi: \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}'$ — градуированная линейная карта; φ_G переносит генераторы, домены и метки; $\varphi_F:F^2_N \rightarrow F^2_{N'}$ переносит формальный язык; $\varphi_X:X^2_N \rightarrow X^2_{N'}$ переносит вычисленные элементы; $\varphi_O:O_B(N) \rightarrow O_B(N')$ — индуцированная карта. Семейство считается морфизмом лишь при выполнении M1–M4.

Код	Совместимость	Формула/требование	Назначение
M1	Алгебра и Dom	$\Phi(x \circ y) = \Phi(x) \circ' \Phi(y)$ для всех допустимых пар; $\Phi(\mathcal{R}) \subseteq \mathcal{R}'$.	Сохраняет операцию и не расширяет область молча.
M2	Синтаксис	φ_F совместима с φ_G и подстановкой Φ в листья выражений.	Не позволяет формальному языку менять смысл.
M3	Вычисление	$\varphi_X \circ \Psi^2_N = \Psi^2_{N'} \circ \varphi_F$.	Коммутативность квадрата вычисления.
M4	Фактор	$\varphi_O \circ \Pi_N = \Pi_{N'} \circ \varphi_X$.	Естественность класса обструкции.

$\varphi_X \Psi^2_N = \Psi^2_{N'} \varphi_F, \quad \varphi_O \Pi_N = \Pi_{N'} \varphi_X.$

(T2-F005)

11.3. Корректность факторного переноса

Лемма 3.1. Спуск на фактор [THM]

Если выполнено M3, то $\varphi_X(\text{Im } \Psi^2_N) \subseteq \text{Im } \Psi^2_{N'}$. Поэтому формула $\varphi_O([x]) = [\varphi_X(x)]$ корректно определяет единственную линейную карту, удовлетворяющую M4.

Доказательство. Для $y = \Psi^2_N(a)$ имеем $\varphi_X(y) = \varphi_X \Psi^2_N(a) = \Psi^2_{N'} \varphi_F(a)$, то есть $\varphi_X(y)$ принадлежит $\text{Im } \Psi^2_{N'}$. Следовательно, два представителя x и $x+y$ одного класса переходят в элементы, различающиеся на элементе образа $\Psi^2_{N'}$. Корректность и единственность следуют из универсального свойства факторпространства. □

Теорема 3.1. Существование категории NAPG_q [THM]

Типизированные квадратичные кадры с морфизмами M1–M4 образуют категорию. Тожественный морфизм задаётся тождественными компонентами; композиция определяется покомпонентно и снова удовлетворяет M1–M4.

Доказательство. Тожественные карты сохраняют все данные и делают обе диаграммы тождественно коммутативными. Для $f:N \rightarrow N'$ и $g:N' \rightarrow N''$ произведение сохраняется композицией $\Phi_g \Phi_f$; перенос синтаксиса и вычисления удовлетворяет M3, поскольку $\varphi_X \circ g \circ \varphi_X \circ f \circ \Psi_N = \varphi_X \circ g \circ \Psi_{N'} \circ \varphi_F \circ f = \Psi_{N''} \circ \varphi_F \circ g \circ \varphi_F \circ f$. Аналогично M4. Ассоциативность композиции и законы единицы наследуются от категории векторных пространств. □

Предложение 3.2. Критерий изоморфизма [THM]

Морфизм f является изоморфизмом NAPG_q, если его компоненты Φ , φ_G , φ_F и φ_X обратимы и обратные карты сохраняют M1–M3. Тогда φ_O автоматически обратима и индуцируется φ_X^{-1} .

Доказательство. Обратные компоненты задают морфизм f^{-1} ; факторная карта корректна по Лемме 3.1. Композиции на представителях дают тождества, следовательно, $\varphi_O^{-1}([x']) = [\varphi_X^{-1}(x')]$. □

11.4. Функторы внутреннего ядра

Теорема 3.3. Функтор квадратичной обструкции [THM]

Назначения $N \mapsto O_B(N)$ и $f \mapsto \varphi_O$ образуют функтор $O_B: NAPG_q \rightarrow Vect_K$.

Доказательство. Тожественный морфизм индуцирует тождество на классах. Для композиции $g \circ f$ имеем $[x] \mapsto [\varphi_X \wedge f(x)] \mapsto [\varphi_X \wedge g \circ \varphi_X \wedge f(x)]$, что совпадает с факторной картой композиции. $\square$

Теорема 3.4. Минимальный комплекс как функтор [ТНМ]

Положим $C_min^2(N) = F^2_N$, $C_min^3(N) = X^2_N$, остальные степени нулевыми; $\delta_min^2 = \Psi^2_N$, $\delta_min^3 = 0$. Тогда $C_min \cdot : NAPG_q \rightarrow CoCh_K$ является функтором, а $\kappa_N: O_B(N) \rightarrow H^3(C_min \cdot(N))$, $\kappa_N([x]) = [x]$, образует естественный изоморфизм.

$$H^3(C_min \cdot(N)) = \text{Ker } \delta_min^3 / \text{Im } \delta_min^2 = X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N = O_B(N).$$

(T2-F006)

Доказательство. Нильпотентность следует из $\delta_min^3 = 0$. МЗ является ровно условием коцепного отображения в степени 2. Каноническая идентификация факторпространств не зависит от представителя. Естественность проверяется на классе $[x]$: оба пути дают $[\varphi_X(x)]$. $\square$

Внутреннее определяющее ядро NAPG_q

Формальный язык, вычислимый слой, фактор обструкции и минимальный комплекс

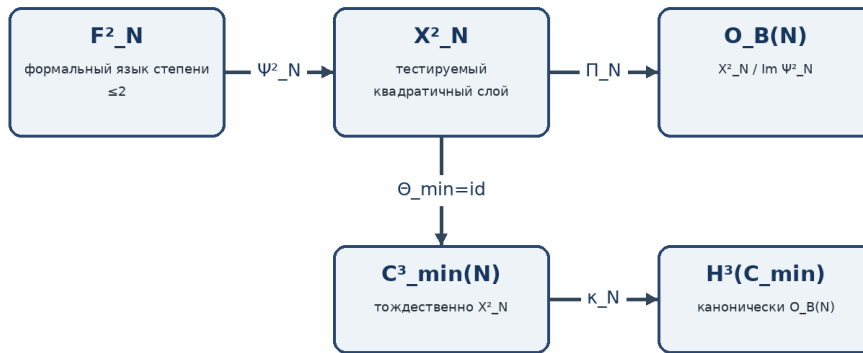


Рисунок 3. Внутреннее определяющее ядро NAPG_q и минимальный комплекс. Собственная схема Тома II.

11.5. Контрмодели к ослаблению морфизмов

Контрпример 3.1. Нарушение M1

Пусть $\mathcal{A} = K e$ с $e \circ e = e$, $\mathcal{A}' = K e'$ с $e' \circ e' = 0$, а $\Phi(e) = e'$. Линейность сохраняется, но $\Phi(e \circ e) = e' \neq 0 = \Phi(e) \circ \Phi(e)$. Такая карта не переносит алгебру и не может быть морфизмом NAPG_q.

Контрпример 3.2. Нарушение M3

Пусть $F^2 = X^2 = K$, $\Psi = id$, а в цели $\Psi' = 0$. Возьмём $\varphi_F = id$ и $\varphi_X = id$. Тогда $\varphi_X \Psi = id$, но $\Psi' \varphi_F = 0$. Образ формально реализуемого элемента перестаёт быть формально реализуемым; факторный перенос не определён канонически.

Контрпример 3.3. Произвольная карта классов

Даже если $O_B(N)$ и $O_B(N')$ изоморфны как векторные пространства, произвольно выбранный изоморфизм между ними не является компонентой морфизма, пока не выполнено M4. Иначе класс перестаёт быть результатом переноса исходного квадратичного элемента.

Контрпример 3.4. Забытый Dom

Карта Φ может сохранять формулу произведения на общей части областей, но переводить допустимую пару в запрещённую. Тогда правая часть $M1$ не определена. Сохранение Dom является частью морфизма, а не последующей проверкой.

Контрпример 3.5. O_V не детектирует ассоциатор

Можно выбрать Ψ^2 сюръективной, так что $O_V=0$, в неассоциативной алгебре. Обратно, в ассоциативной алгебре бедный язык F^2 даёт $O_V \neq 0$. Следовательно, функтор O_V не является функтором ассоциатора без отдельной карты β_{Ass} .

Контрпример 3.6. Неестественный выбор базиса

Если ϕ_X меняет знак, а назначенная вручную «внешняя» идентификация классов знак не меняет, квадрат $M4$ не коммутирует. Инвариантность относительно изоморфизма требует естественной, а не одинаково названной карты.

12. Глава 4. Градуированная пакетная алгебра и строгий селектор

ОНТОЛОГИЯ	Предсказательный реперный метод получает математический смысл только как композиция инвариантов и барьеров: проективная гармония оценивает конфигурацию точек, D/Dom удостоверяет допустимость, а NAPG-обструкция проверяет внутреннюю выразимость выбранного языка.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Ни одна числовая близость не даёт знания сама по себе. Знание возникает из инвариантности, устойчивости к допустимому переносу, контроля полюсов и явного правила воздержания.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	В данных метод проявляется как множество кандидатов, которое сужается при улучшении измерений и не меняет структурного вердикта при смене проективных координат или базиса NAPG.
ГРАНИЦА	Выпуск строит селектор структурной допустимости, а не теорему о наступлении физических событий. Статистическая калибровка, причинность и независимая внешняя проверка остаются последующими слоями.

12.1. Градуированная операция и ассоциатор

Определение 4.1. Градуированная пакетная алгебра [DEF-A]

Градуированной пакетной алгеброй называется $(\mathbb{K}, \cdot, \odot, \otimes)$, где $\cdot = \bigoplus_{p \in \Gamma} \cdot_p$, а для каждой допустимой пары степеней (p, q) задана билинейная карта $\odot_{\{p, q\}}: Dom_{\{p, q\}} \rightarrow \cdot^{\wedge \chi(p, q)}$. Операция может быть частичной по Dom и не обязана быть ассоциативной, коммутативной, альтернативной или унитарной.

$$Ass_{\odot}(x, y, z) = (x \odot y) \odot z - x \odot (y \odot z).$$

(T2-F007)

Лемма 4.1. Трёхлинейность на общей области [THM]

Если обе скобочные ветви определены на линейном подпространстве $T_{Ass} \subseteq \cdot^{\otimes}$ и $\odot$ билинейна, то $Ass_{\odot}: T_{Ass} \rightarrow \cdot^{\wedge}$ является линейной по формальным тройкам и трёхлинейной по аргументам на прямоугольных

доменных компонентах.

Доказательство. Каждая ветвь является композицией билинейных карт и потому трёхлинейна на общей области. Разность трёхлинейных отображений трёхлинейна. $\square$

12.2. Формальный квадратичный язык

Пусть $\text{Syn}_2(N)$ — множество типизированных синтаксических деревьев, листьями которых являются элементы $\mathcal{R}$ и допустимые генераторы $\mathcal{G}$, а внутренними вершинами — линейные операции и одно применение $\odot$. Определим F^2_N как свободное $\mathbb{K}$ -пространство на $\text{Syn}_2(N)$, факторизованное по линейным синтаксическим отношениям. Эта конструкция делает фразу «формальные выражения степени не выше двух» математически воспроизводимой.

$$F^2_N := \mathbb{K}[\text{Syn}_2(N)] / J_{\text{syn}}, \quad \Psi^2_N([t]) := \text{eval}_N(t).$$

(T2-F008)

Теорема 4.2. Критерий квадратичной полноты [ТНМ]

Для квадратичного кадра N эквивалентны: (i) каждый элемент X^2_N вычисляется допустимым выражением F^2_N ; (ii) Ψ^2_N сюръективна; (iii) $O_B(N)=0$.

Доказательство. Пункт (i) является определением сюръективности. Фактор $X^2_N/\text{Im } \Psi^2_N$ равен нулю тогда и только тогда, когда $\text{Im } \Psi^2_N = X^2_N$. $\square$

12.3. Явные нетривиальные модели

Пример 4.1. Двухмерная неассоциативная модель [MODEL]

Пусть $\mathcal{A} = \text{Span}_{\mathbb{K}}\{e_1, e_2\}$, $e_1 \odot e_1 = e_2$, $e_2 \odot e_1 = e_1$, а остальные произведения нулевые. Тогда $\text{Ass}_{\odot}(e_1, e_1, e_1) = e_1 \neq 0$. При $\mathcal{R} = \mathcal{A}$ и полном квадратичном языке Ψ^2 сюръективна, поэтому $O_B = 0$ при ненулевом ассоциаторе.

Доказательство. $(e_1 \odot e_1) \odot e_1 = e_2 \odot e_1 = e_1$, тогда как $e_1 \odot (e_1 \odot e_1) = e_1 \odot e_2 = 0$. Полный язык содержит все базисные квадратичные выражения, поэтому его образ совпадает с X^2 . $\square$

Пример 4.2. Ассоциативная модель с языковой обструкцией [MODEL]

Пусть $\text{char}(\mathbb{K}) \neq 2$ и $\mathcal{A} = \mathbb{K}[t]/(t^2)$ с обычным ассоциативным умножением, $\mathcal{R} = \mathcal{A}$, $X^2 = \text{Span}\{1, t\}$, а F^2 выбран так, что $\text{Im } \Psi^2 = \text{Span}\{1\}$. Тогда $O_B \cong \text{Span}\{[t]\} \neq 0$ при $\text{Ass}_{\odot} = 0$.

Доказательство. Ассоциативность наследуется от фактор-кольца. Фактор двумерного X^2 по одномерному образу имеет размерность один. $\square$

12.4. Anchored sufficient foundation и строгий Reper

Для устранения двусмысленности между D как четвёртой проективной точкой и D как достаточным основанием вводится типизированная конструкция anchored sufficient foundation. Она не меняет каноническую запись $(R, I, U; D)$, но раскрывает внутренний тип D .

Определение 4.2. Якорное достаточное основание [DEF-A]

Пусть L — двумерное $\mathbb{K}$ -пространство, $\mathbb{P}(L)$ — проективная прямая, а $\mathfrak{D}_{\Omega}$ — класс доказательных объектов домена Ω . Якорным основанием называется пара $D = (d, E_D)$, где $d \in \mathbb{P}(L)$ — проективный якорь, $E_D \in \mathfrak{D}_{\Omega}$ — доказательный объект. Запишем $\underline{D} = d$ и $\text{Valid}_{\Omega}(D) \in \{0, 1\}$. Типизированный Reper есть $\rho = (R, I, U; D)$, где $R, I, U, D \in \mathbb{P}(L)$.

Проективная координата использует $\underline{D}$; доказательная авторизация использует $\text{Valid}_{\Omega}(D)$. Таким образом, одна буква сохраняет авторскую семантику достаточного основания, но математическая запись больше не смешивает точку и документ.

12.5. Проективно-гармоническая координата

Для ненулевых представителей $r, i, u, d \in \mathbb{L}$ обозначим $[x, y] = \det(x, y)$ относительно любой выбранной ориентации базиса. Отношение детерминантов не зависит от масштаба представителей и от общего множителя при смене базиса.

$$\lambda(\rho) = \text{cr}(U, I; R, D) = ([u, r][i, d]) / ([u, d][i, r]).$$

(T2-F009)

Область определения состоит из четвёрок, для которых $[u, d] \neq 0$ и $[i, r] \neq 0$. Для попарно различных точек это условие выполнено. В аффинной карте формула принимает канонический вид $((u-r)(i-d))/((u-d)(i-r))$. Для гармонического условия $\lambda = -1$ далее предполагается $\text{char}(\mathbb{K}) \neq 2$; в характеристике 2 требуется отдельная формулировка.

Теорема 4.3. Проективная инвариантность λ [ТНМ]

Для любого $g \in \text{PGL}(L)$ и любого ρ из области определения выполняется $\lambda(g\rho) = \lambda(\rho)$. В частности, условие $\lambda = -1$ является проективным инвариантом.

Доказательство. Выберем линейного представителя $G \in \text{GL}(L)$ преобразования g . Для любых x, y имеем $\det(Gx, Gy) = \det(G)\det(x, y)$. В числителе и знаменателе формулы λ возникает по два одинаковых множителя $\det(G)$, которые сокращаются. Масштабы отдельных представителей также сокращаются попарно. $\square$

Контрпример 4.1. Полюс кросс-соотношения

Если $U=D$ или $I=R$, знаменатель равен нулю. Числовой λ не определён; присвоение ему большого значения или нуля является редакционной подменой Dom.

Контрпример 4.2. Гармония без основания

Можно выбрать четыре точки с $\lambda = -1$ и одновременно $\text{Valid}_\Omega(D) = 0$. Проективная конфигурация гармонична, но структурный селектор обязан воздержаться: D/Dom -барьер не пройден.

12.6. Строгий структурный селектор предсказательного метода

Определение 4.3. Структурный селектор [DEF-A]

Пусть $N \in \text{NAPG}_q$, $\rho = (R, I, U; D)$ — типизированный Reper и $x \in X^2_N$ — квадратичный тест кандидата. Определим $\text{Sel}_N(\rho, x) = 1$ тогда и только тогда, когда: (S1) ρ принадлежит Dom λ ; (S2) $\text{Valid}_\Omega(D) = 1$; (S3) $\lambda(\rho) = -1$; (S4) $\Pi_N(x) = 0$. В остальных случаях $\text{Sel}_N = 0$, а при нарушении S1 или отсутствующем D вводится отдельный статус ABSTAIN, не смешиваемый с отрицательным вердиктом.

$$\text{Sel}_N(\rho, x) = 1 \Leftrightarrow \text{Dom}_\lambda(\rho) \wedge \text{Valid}_\Omega(D) \wedge \lambda(\rho) = -1 \wedge \Pi_N(x) = 0.$$

(T2-F010)

Условие $\Pi_N(x) = 0$ означает $x \in \mathfrak{m} \Psi^2_N$: выбранный квадратичный тест воспроизводим формальным языком кадра. Оно не означает $\text{Ass}_\Theta = 0$ и не доказывает физическую реализуемость кандидата.

Теорема 4.4. Двойная инвариантность селектора [ТНМ]

Пусть $g \in \text{PGL}(L)$, $f: N \rightarrow N'$ — изоморфизм NAPG_q , а доказательный перенос $D \mapsto gD$ сохраняет Valid_Ω . Тогда для всех допустимых (ρ, x) выполняется $\text{Sel}_N(\rho, x) = \text{Sel}_{N'}(g\rho, f_X(x))$.

Доказательство. S1 и S3 сохраняются проективной инвариантностью λ . S2 сохраняется по гипотезе доказательного переноса. Для S4 используем M4: $\Pi_{N'}(f_X(x)) = f_O(\Pi_N(x))$. Поскольку f_O — изоморфизм, $\Pi_N(x) = 0$ тогда и только тогда, когда $\Pi_{N'}(f_X(x)) = 0$. Все четыре условия эквивалентны после переноса. $\square$

Двойная инвариантность структурного селектора

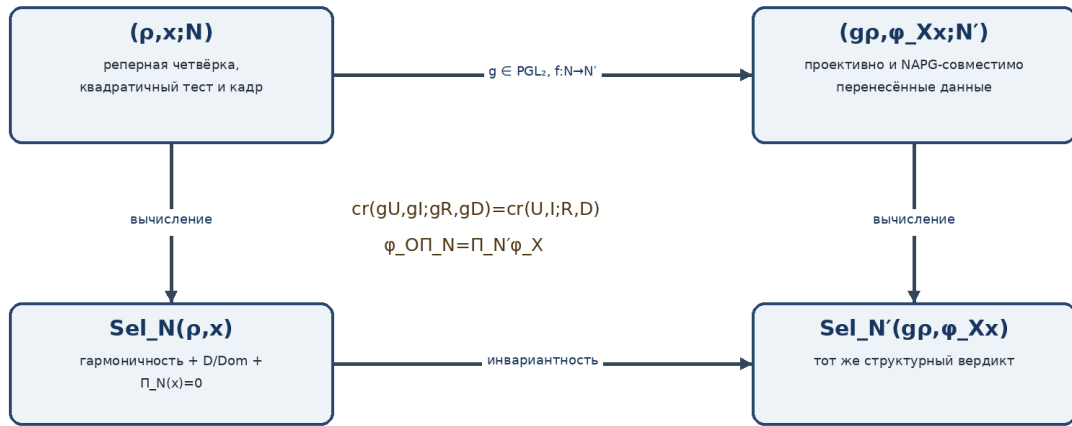


Рисунок 4. Двойная инвариантность структурного селектора. Собственная схема Тома II.

12.7. Приближённая гармония и локальная устойчивость

Для $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ или $\mathbb{C}$ с фиксированной абсолютной величиной определим $\delta_{\text{truth}}(p) = |\lambda(p) + 1|$. Этот дефект имеет смысл только внутри $\text{Dom } \lambda$. Для $\tau \geq 0$ введём τ -гармонический сектор $H_\tau = \{p : \delta_{\text{truth}}(p) \leq \tau\}$.

$$\delta_{\text{truth}}(p) = |\lambda(p) + 1|, \quad H_\tau = \{p \in \text{Dom } \lambda : \delta_{\text{truth}}(p) \leq \tau\}.$$

(T2-F011)

Теорема 4.5. Локальная липшицева устойчивость [ТНМ]

Пусть $\Omega \subset \mathbb{R}^4$ — компактное выпуклое множество аффинных координат (u, i, r, d) , на котором $|u - d| \geq m > 0$ и $|i - r| \geq m > 0$. Тогда существует конечная константа L_Ω такая, что $|\delta_{\text{truth}}(q) - \delta_{\text{truth}}(q')| \leq L_\Omega \|q - q'\|$ для всех $q, q' \in \Omega$, соединяемых отрезком внутри области определения.

Доказательство. Рациональная функция λ гладка на открытом множестве, где знаменатель ненулевой. На компактном Ω её градиент ограничен: $L_\Omega := \sup_{q \in \Omega} \|\nabla \lambda(q)\| < \infty$. По теореме о среднем $|\lambda(q) - \lambda(q')| \leq L_\Omega \|q - q'\|$. Неравенство $\|a+1\| - \|b+1\| \leq \|a-b\|$ завершает доказательство. $\square$

ОГРАНИЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ

Константа L_Ω может резко возрастать при приближении к полюсам $u=d$ или $i=r$. Поэтому малый численный шум не гарантирует малую ошибку λ без явной оценки расстояния до вырожденного множества. В программном слое KLT это требует отдельного pole-margin, а не одного δ_{truth} .

12.8. Интервальный Rereg и правило воздержания

Определение 4.4. Интервальный образ λ [DEF-A]

Пусть $B \subset \text{Dom } \lambda$ — множество всех четвёрок, совместимых с погрешностями исходных данных. Определим $\Lambda(B) = \{\lambda(q) : q \in B\}$. Кандидат τ -сертифицирован, если $\sup_{z \in \Lambda(B)} |z+1| \leq \tau$ и $\inf_{q \in B} |u-d| |i-r| > 0$. Если B пересекает полюс, статус равен ABSTAIN_POLE.

Лемма 4.2. Монотонность уточнения [ТНМ]

Если $B' \subset B$, то $\Lambda(B') \subset \Lambda(B)$. Следовательно, верхняя граница $\sup_{z \in \Lambda(B')} |z+1|$ не превосходит соответствующей

границы для В.

Доказательство. Образ под отображением сохраняет включение множеств. Монотонность супремума по включению следует непосредственно. $\square$

12.9. Множество структурно допустимых кандидатов

Пусть $\text{Cand}(y)$ — множество кандидатов состояния или события, порождённых наблюдением y , причём каждому c сопоставлены $\text{Reper } \rho_c$, квадратичный тест $x_c \in X^2_N$ и доказательное основание D_c . Определим точное и робастное множества структурной допустимости.

$$C_0(y;N) = \{c \in \text{Cand}(y) : \text{Sel}_N(\rho_c, x_c) = 1\}. \quad (\text{T2-F012})$$

$$C_{\{\tau, \eta\}}(y;N) = \{c : \text{Valid}(D_c), \delta_{\text{truth}}(\rho_c) \leq \tau, \text{dist}(x_c, \text{Im } \Psi^2_N) \leq \eta\}. \quad (\text{T2-F013})$$

Формула с dist требует нормы на X^2_N и потому имеет статус MODEL до выбора аналитического слоя. Точное множество C_0 является чисто алгебраическим. Если C_0 пусто, метод не обязан выбирать «наименее плохой» исход: корректный выход ABSTAIN сообщает о недостаточности текущего языка, домена или основания.

Следствие 4.1. Координатная независимость точного множества [THM]

При гипотезах Теоремы 4.4 изоморфизм кандидатов $c \mapsto c'$ индуцирует биекцию $C_0(y;N) \cong C_0(g(y);N')$.

Доказательство. Членство каждого кандидата сохраняется Теоремой 4.4; обратимость g и f даёт обратное соответствие. $\square$

12.10. Отрицательные результаты и запретные сокращения

Контрпример 4.3. $\lambda \approx -1$ не даёт truth-status

Пусть δ_{truth} мало, но D невалидно или кандидат находится вне предметного Dom. Тогда числовая близость сохраняется, однако $\text{Sel} = \text{ABSTAIN}$. Любой автоматический переход « δ_{truth} мало $\Rightarrow$ истинно» нарушает S2.

Контрпример 4.4. $O_V = 0$ не даёт физику

Минимальный комплекс и O_V определены для конечномерной формальной алгебры без топологии, времени и наблюдаемых. Нулевой класс сообщает лишь о квадратичной выразимости выбранным языком.

Контрпример 4.5. Ассоциатор не живёт в X^2 автоматически

$\text{Ass}_{\odot}$ зависит от трёх аргументов и двух скобочных ветвей, тогда как X^2 построен из квадратичных выражений. Без $\beta_{\text{Ass}} : T_{\text{Ass}} \rightarrow X^2$ формула $\Pi(\text{Ass}_{\odot}) = 0$ не типизирована.

Контрпример 4.6. Нестабильность у полюса

Последовательность четвёрок может сходиться к $U = \mathbb{D}$, при этом λ неограниченно растёт. Поэтому глобальной липшицевой константы на всей аффинной области нет.

Контрпример 4.7. Сужение кандидатов не равно причинному прогнозу

Даже если $C_0(y;N)$ состоит из одного элемента, это доказывает уникальность внутри заданного формального языка и домена, но не причинное наступление события во внешнем мире.

13. Теоремный пакет v0.2

Ниже собраны утверждения, которые считаются закрытыми в алгебраическом объёме выпуска. Они не переносятся автоматически на топологические, аналитические или физические реализации.

ID	Утверждение	Статус	Гипотезы	Не доказывает
T2-TH-201	Тип ассоциатора	THM	Совпадение степеней ветвей; общий Dom.	Существование всех произведений.
T2-TH-202	Спуск φ_X на O_B	THM	M3.	Инъективность или полноту детекции.
T2-TH-203	Категория $NAPG_q$	THM	Объекты Def. 3.1; M1–M4.	Геометрическую/аналитическую реализацию.
T2-TH-204	Функтор O_B	THM	Категория $NAPG_q$.	Связь с ассоциатором.
T2-TH-205	Естественный $C_{\min}$ и k	THM	Минимальный внутренний комплекс.	Внешнюю Hodge/Hochschild-когомологию.
T2-TH-206	Критерий квадратичной полноты	THM	$\Psi^2; F^2 \rightarrow X^2$.	Ассоциативность.
T2-TH-207	Проективная инвариантность λ	THM	Четвёрка в Dom; $g \in PGL_2$.	Достаточное основание.
T2-TH-208	Двойная инвариантность Sel	THM	g , изоморфизм $NAPG_q$, сохранение Valid.	Физический прогноз.
T2-TH-209	Локальная устойчивость δ_{truth}	THM	Компактность и отрыв от полюсов.	Глобальную устойчивость.
T2-TH-210	Монотонность интервального уточнения	THM	$B' \subseteq B \subseteq \text{Dom } \lambda$.	Статистическое покрытие.

14. Закрытие и разделение доказательных обязательств

PO	Результат v0.2	Статус	Закрывающий объект	Следующий шаг
T2-PO-003	Полный NOTATION LEDGER, типы и резервирование символов.	CLOSED	§10.1–10.3	Поддерживать при каждой новой главе.
T2-PO-004	Коллизии $\phi/\psi \cdot \text{Hdg}/\delta/\delta_{\min}$ устранены.	CLOSED	Лемма 2.1; контрпримеры 2.1–2.2	Автоматический notation audit в приложении.
T2-PO-005	Объекты, морфизмы, тождества и композиция $NAPG_q$ определены.	CLOSED	Def. 3.1–3.2; Thm. 3.1	Расширить до топологических кадров.
T2-PO-006	Построены контрмодели к M1–M4 и Dom.	CLOSED	Контрпримеры 3.1–3.6	Добавить машинные тесты.
T2-PO-007	Градуированная билинейная алгебра и формальный язык типизированы.	CLOSED ALG	§12.1–12.3	Аналитические нормы отдельно.
T2-PO-008A	Непустота: явные ассоциативная и неассоциативная модели.	CLOSED	Примеры 4.1–4.2	Классификация малых размерностей.
T2-PO-008B	Непрерывность, завершения, Banach/Hilbert-реализации.	OPEN	Не входит в алгебраическое ядро	Глава 10 и Hodge-слой.

PO	Результат v0.2	Статус	Закрывающий объект	Следующий шаг
T2-PO-008C	Проективно-гармонический интерфейс и Sel.	CLOSED ALG	Def. 4.2–4.4; Thm. 4.3–4.5	Статистическая калибровка в последующих главах.
T2-PO-009	Полная теория ассоциатора, ядер и центров.	NEXT	Глава 5	tom2_v0_3.
T2-PO-010	Естественный ассоциаторный инвариант/ β _Ass.	OPEN	Контрпример 4.5	tom2_v0_3; не смешивать с O_B.

15. Карта зависимостей после v0.2

Узел	Зависит от	Порождает	Статус границы
NOTATION LEDGER	P0; T2-PO-003/004	Типовую проверку всех глав	Закрыт, но обновляем.
NAPG_q	Гл. 2; M1–M4	O_B, C_min, морфизмы	Алгебраический.
$F^2 \rightarrow X^2 \rightarrow O_B$	Квадратичный язык и вычисление	Критерий полноты	Не ассоциаторный канал.
C_min, κ	NAPG_q	Внутренний H^3	Не внешний E-слой.
Anchored D	Проективная точка + evidence	D/Dom-барьер	Авторское определение.
λ и δ_truth	$\mathbb{P}^1$, Dom λ	Гармонический фильтр	Не truth-status.
Sel_N	λ , Valid, П	Точное множество C_0	Не физический прогноз.
β_Ass	T_Ass и целевой слой	Ассоциаторный канал	OPEN.
E/Hodge	Внешний комплекс и мост J	Главы 10–16	Не начат в v0.2.

16. Библиографическая синхронизация v0.2

Выпуск использует классические источники как prior art и не приписывает проекту авторство категорий, кросс-соотношения, факторпространств или общей теории деформаций. Авторский вклад настоящей редакции состоит в их типизированной сборке в NAPG_q, anchored sufficient foundation, структурном селекторе и доказательной дисциплине D/Dom.

[S1] Eilenberg, S.; Mac Lane, S. General Theory of Natural Equivalences. Transactions of the AMS 58 (1945), 231–294. DOI 10.1090/S0002-9947-1945-0013131-6.

[S2] Mac Lane, S. Categories for the Working Mathematician. 2nd ed. Springer. DOI 10.1007/978-1-4757-4721-8.

[S3] Gerstenhaber, M. On the Deformation of Rings and Algebras. Annals of Mathematics 79 (1964), 59–103. DOI 10.2307/1970484.

[S4] Veblen, O.; Young, J. W. Projective Geometry. Vol. I. Ginn, 1910. Public-domain scan: University of Michigan Historical Mathematics Collection.

[S5] Kurpishev, I. B. Базовый проект KLT-RBD. Том I. Редакция v197 RU. §§26.5, 52.9–52.18. 2026.

[S6] Kurpishev, I. B. Реперно-проективная архитектура формульных цепочек: PILOT-01. 2026.

[S7] Kurpishev, I. B. KURPISHEV’S THEORY OF STRATIFIED TIME: ASSOCIATOR RIGIDITY AND NONASSOCIATIVE PACKET GEOMETRY. Канонический SIGMA-корпус проекта, 2026.

17. Контрольная точка T2-RP-v0.2

ДЕКЛАРАЦИЯ НЕПРЕРЫВНОСТИ

Выпуск tom2_v0_2 наследует T2-RP-v0.1 и не изменяет замороженный Том I v197 RU. Внутренний алгебраический результат усилен, но внешний E-мост, Hodge-слой, ассоциаторная когомология, ПН.2 как физический принцип и F-1–F-14 не повышены. truth_layer_promotion=0.

Поле	Фиксация
Версия	tom2_v0_2.docx + tom2_v0_2.pdf
Контрольная точка	T2-RP-v0.2
Завершённые математические блоки	NOTATION LEDGER; категория NAPG _q ; морфизмы M1–M4; O _B и C _{min} ; projective-harmonic Sel; устойчивость и интервальное воздержание.
Закрытые обязательства	T2-PO-003–007; T2-PO-008A; T2-PO-008C.
Открытые обязательства	T2-PO-008B, T2-PO-009, T2-PO-010; все внешние E/Hodge/physical bridges.
Следующая версия	tom2_v0_3: глава 5 «Ассоциатор, R•R, ядра, центры и инварианты».
Обязательное действие v0.3	Построить типизированные левое/среднее/правое ядра, nucleus, центр, радикалы; классифицировать явные тройки; сформулировать β_{Ass} либо доказать невозможность универсального квадратичного кодирования.
Запрет v0.3	Не объявлять O _B ассоциаторной когомологией без естественного β_{Ass} и не переходить к физической кривизне.

ЧАСТЬ III. АССОЦИАТОРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ v0.3

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Неассоциативность означает не беспорядок, а зависимость результата от маршрута композиции. Поэтому ассоциатор фиксирует различие двух допустимых способов сборки одного тройного пакета. В предсказательном методе существенна не величина «вообще», а локус, где инвариантный профиль операции способен измениться.

ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Все результаты настоящей части являются алгебраическими. Детерминантный горизонт локализует возможные изменения типа в заданной параметрической семье, но не доказывает физическое событие, причинность или универсальную применимость. Общий мост между Ass_⊙, геометрической кривизной и Hol_D остаётся открытым обязательством.

18. Паспорт математического углубления v0.3

Параметр	Фиксация
Контрольная точка	T2-RP-v0.3
Каноническая основа	T2-RP-v0.2 + Том I v197 RU
Развиваемая глава	Глава 5: ассоциатор, $R \star R$, ядра, центры и инварианты
Главный результат	Детерминантная теорема локализации структурных переходов
Отрицательный результат	Диагонально-квадратичные данные не восстанавливают общий ассоциатор
Статус внешних мостов	OPEN; без повышения ПН.2, F-1–F-14 и физических гипотез
Статус-замок	truth_layer_promotion=0

19. Глава 5. Ассоциатор, $R \star R$, ядра, центры и инварианты

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Наблюдение одной диагонали многолинейного объекта неизбежно теряет информацию. Для ассоциатора это особенно важно: альтернативная алгебра может иметь нулевую диагональ $\text{Ass}(x, x, x)$ и всё же оставаться существенно неассоциативной. Знание должно хранить не только значение, но и тип канала, порядок аргументов и область допустимости.

19.1. Типизированная область ассоциатора

Определение 5.1 (DEF-A). Область ассоциатора. Пусть $(\mathcal{A}, \odot)$ — пакетная алгебра с, возможно, частичной операцией. Область Dom_Ass состоит из троек (a, b, c) , для которых определены $a \odot b$, $b \odot c$, $(a \odot b) \odot c$ и $a \odot (b \odot c)$. На Dom_Ass полагаем $\text{Ass_}\odot(a, b, c) = (a \odot b) \odot c - a \odot (b \odot c)$.

$$\text{Dom_Ass} = \{(a, b, c) : (a, b), (b, c), (a \odot b, c), (a, b \odot c) \in \text{Dom_}\odot\}.$$

Лемма 5.2 (ТНМ). Трёхлинейность на полном домене. Если $\odot$ — всюду определённая $\mathbb{K}$ -билинейная операция, то $\text{Ass_}\odot : \mathcal{A} \otimes \mathcal{A} \otimes \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}$ является $\mathbb{K}$ -линейным отображением.

Доказательство. Каждый из двух членов является композицией билинейных отображений и потому трёхлинеен. Их разность трёхлинейна.

Для частичной операции трёхлинейность утверждается только внутри совместимых линейных срезов Dom_Ass . Расширять её за пределы домена по формальному сходству запрещено.

19.2. Левое, среднее и правое ядра

Определение 5.3 (DEF-A). Три ядра и nucleus. Для всюду определённой алгебры $\mathcal{A}$ определим $N_l = \{a : \text{Ass}(a, x, y) = 0 \text{ для всех } x, y\}$, $N_m = \{a : \text{Ass}(x, a, y) = 0 \text{ для всех } x, y\}$, $N_r = \{a : \text{Ass}(x, y, a) = 0 \text{ для всех } x, y\}$. Полное ядро $N(\mathcal{A}) = N_l \cap N_m \cap N_r$.

$$N_l = \ker L_{\text{Ass}}, \quad N_m = \ker M_{\text{Ass}}, \quad N_r = \ker R_{\text{Ass}},$$

$$L_{\text{Ass}}(a)(x, y) = \text{Ass}(a, x, y), \quad M_{\text{Ass}}(a)(x, y) = \text{Ass}(x, a, y), \quad R_{\text{Ass}}(a)(x, y) = \text{Ass}(x, y, a).$$

Предложение 5.4 (ТНМ). Линейность ядер. Если $\mathcal{A}$ — билинейная алгебра, то N_l , N_m , N_r и $N(\mathcal{A})$ являются линейными подпространствами.

Доказательство. Карты L_{Ass} , M_{Ass} и R_{Ass} линейны по выделенному аргументу. Их ядра являются подпространствами; пересечение подпространств является подпространством.

Определение 5.5 (DEF-A). Коммутант и центр. Коммутант $C_{\text{comm}}(\mathcal{A})$ состоит из z , удовлетворяющих $z \odot x = x \odot z$ для всех x . Центр определяется как $Z(\mathcal{A}) = N(\mathcal{A}) \cap C_{\text{comm}}(\mathcal{A})$.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Элемент центра не просто «не мешает» умножению. Он нечувствителен и к перестановке, и к изменению скобок. Поэтому центр задаёт устойчивый слой, относительно которого разные маршруты пакетной сборки совпадают.

19.3. Идеал ассоциаторов и универсальное ассоциативное отражение

Определение 5.6 (DEF-A). Идеал ассоциаторов. $J_{\text{Ass}}(\mathcal{A})$ — наименьший двусторонний идеал $\mathcal{A}$, содержащий все значения $\text{Ass_}\odot(a, b, c)$. Во внутренней терминологии KLT-RBD допускается обозначение $\text{Rad_Ass}(\mathcal{A}) := J_{\text{Ass}}(\mathcal{A})$, но оно не отождествляется с радикалом Джекобсона или другим классическим радикалом.

Теорема 5.7 (ТНМ). Универсальное ассоциативное отражение. Для любой всюду определённой билинейной алгебры $\mathcal{A}$ фактор $\mathcal{A}_{\text{as}} := \mathcal{A} / J_{\text{Ass}}(\mathcal{A})$ ассоциативен. Более того, любой гомоморфизм $f: \mathcal{A} \rightarrow B$ в ассоциативную алгебру B единственным образом факторизуется через $q: \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}_{\text{as}}$.

Доказательство. В факторе образ каждого ассоциатора равен нулю, следовательно, умножение ассоциативно. Если B ассоциативна, то $f(\text{Ass}(a,b,c)) = \text{Ass}(fa,fb,fc) = 0$; поэтому $J_{\text{Ass}} \subseteq \ker f$. Универсальное свойство фактора даёт единственный $\tilde{f}$ с $f = \tilde{f} \circ q$.

Универсальное ассоциативное отражение

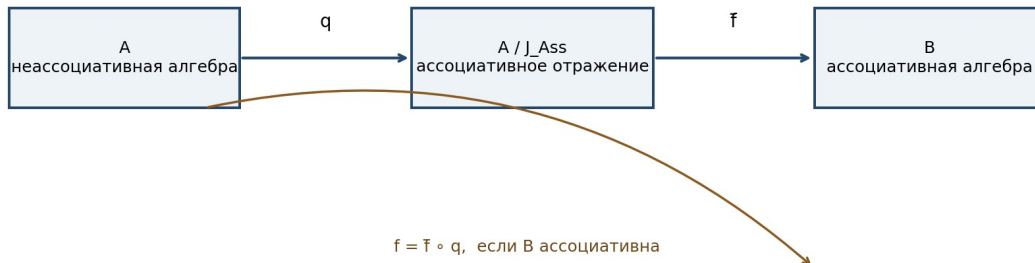


Рисунок 5. Универсальное ассоциативное отражение. Собственная схема Тома II.

Это отражение даёт строгую меру потери информации при принудительной ассоциативизации. Если $J_{\text{Ass}} = 0$, алгебра уже ассоциативна; если $J_{\text{Ass}} = \mathcal{A}$, ассоциативное отражение нулевое.

19.4. Запрет универсального диагонально-квадратичного кодирования

Теорема 5.8 (ТНМ). Степенной запрет. Не существует ненулевого однородного квадратичного отображения $Q: \mathcal{A} \rightarrow W$, которое для всех билинейных алгебр и всех x functorially совпадало бы с диагональным ассоциатором $\text{Ass}(x,x,x)$.

Доказательство. Для скаляра t имеем $Q(tx) = t^2 Q(x)$, тогда как $\text{Ass}(tx,tx,tx) = t^3 \text{Ass}(x,x,x)$. При поле с более чем двумя элементами равенство для всех t возможно только при $\text{Ass}(x,x,x) = 0$. Следовательно, общий кубический диагональный канал не является квадратичным.

Теорема 5.9 (ТНМ). Недостаточность даже кубической диагонали. Отображение $q_{\text{Ass}}(x) = \text{Ass}(x,x,x)$ в общем случае не определяет полный трёхлинейный ассоциатор.

Доказательство. В альтернативной алгебре ассоциатор чередующийся, поэтому $\text{Ass}(x,x,x) = 0$ для каждого x . Реальные октонионы неассоциативны и дают ненулевые значения на тройках различных единиц. Значит, $q_{\text{Ass}} = 0$ не влечёт $\text{Ass} = 0$.

ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Символ $R \star R$ нельзя понимать как единственное число или одну диагональную квадратичную форму, способную восстановить произвольную неассоциативность. Для полного сертификата необходимы несколько поляризованных каналов и отдельная чередующаяся компонента.

19.5. Квадратично-чередующийся сертификат $R \star R$

Определение 5.10 (DEF-A). Три квадратичных карандаша. Для трёхлинейного $T = \text{Ass}_\odot$ зададим $Q_{12}(c;x) = T(x,x,c)$, $Q_{13}(b;x) = T(x,b,x)$, $Q_{23}(a;x) = T(a,x,x)$. При $\text{char } \mathbb{K} \neq 2$ их поляризации восстанавливают симметризации T по соответствующим парам слотов.

$$S_{12}T(x,y,c) = \frac{1}{2}[Q_{12}(c;x+y) - Q_{12}(c;x) - Q_{12}(c;y)] = \frac{1}{2}[T(x,y,c) + T(y,x,c)],$$

$$S_{13}T(x,b,y) = \frac{1}{2}[T(x,b,y) + T(y,b,x)],$$

$$S_{23}T(a,x,y) = \frac{1}{2}[T(a,x,y) + T(a,y,x)].$$

Определение 5.11 (DEF-A). Чередующаяся компонента. При $\text{char } \mathbb{K} \neq 2, 3$ полагаем $\text{Alt}(T) = (1/6) \sum_{\sigma \in S_3} \text{sgn}(\sigma) \cdot T \circ \sigma$.

Теорема 5.12 (ТНМ). Полнота квадратично-чередующегося сертификата. При $\text{char } \mathbb{K} \neq 2, 3$ отображение $T \mapsto (S_{12}T, S_{13}T, S_{23}T, \text{Alt}(T))$ инъективно. Следовательно, три поляризованных квадратичных карандаша вместе с $\text{Alt}(T)$ однозначно определяют T .

Доказательство. Пусть все четыре компоненты образа равны нулю. Равенство $S_{ij}T=0$ означает, что T меняет знак при каждой транспозиции соответствующих слотов. Поэтому T является чередующимся. Для чередующегося T имеем $\text{Alt}(T)=T$, а по гипотезе $\text{Alt}(T)=0$. Значит, $T=0$.

Определение 5.13 (DEF-A). Строгая реализация авторского объекта $R \star R$. Для допустимого реперного слоя $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A}$ объект $R \star R$ определяется как сертификат $(\text{Dom_Ass} | \mathcal{R}^3, Q_{12}, Q_{13}, Q_{23}, \text{Alt}(\text{Ass}), J_Ass, \text{Prof_Ass})$. Это не новое умножение и не Hodge-оператор; знак $\star$ резервируется за ассоциаторным пакетным слоем.

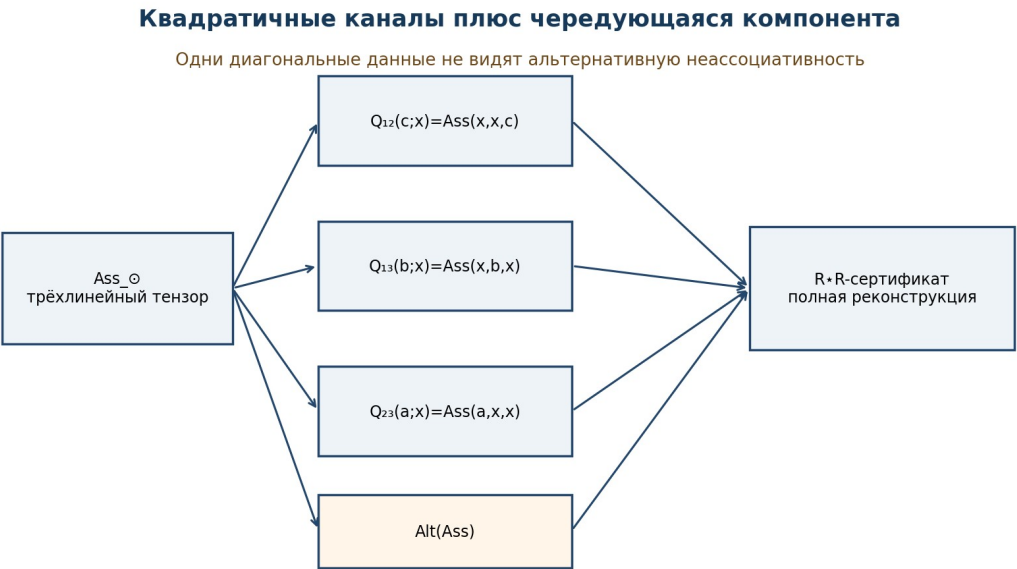


Рисунок 6. Полный $R \star R$ -сертификат: квадратичные каналы и чередующаяся компонента. Собственная схема Тома II.

19.6. Явные модели и контрпримеры

Модель A_2 . Пусть $\mathcal{A}_2 = \text{span}\{u, v\}$ и произведение задаётся таблицей $u \odot u = u$, $u \odot v = v$, $v \odot u = 0$, $v \odot v = u$.

$\odot$	u	v
u	u	v
v	0	u

$$\text{Ass}(v, u, v) = -u, \quad \text{Ass}(v, v, u) = u, \quad \text{Ass}(v, v, v) = v.$$

Предложение 5.14 (ТНМ). Профиль модели A_2 . Для $\mathcal{A}_2$ имеем $N_l = \mathbb{K}u$, $N_m = 0$, $N_r = 0$, $N = 0$, $Z = 0$ и $J_Ass = \mathcal{A}_2$.

Доказательство. Прямое вычисление на базисных тройках даёт указанные ассоциаторы. Условия для ядер сводятся к линейной системе; левое ядро порождается u , а среднее и правое тривиальны. Значения $\text{Ass}(v, v, u) = u$ и $\text{Ass}(v, v, v) = v$ порождают всю алгебру, поэтому $J_Ass = \mathcal{A}_2$.

Модель M_2 . Для матричной алгебры $M_2(\mathbb{K})$ ассоциатор тождественно равен нулю, все три ядра совпадают с $M_2(\mathbb{K})$, $J_Ass = 0$, а центр состоит из скалярных матриц.

Модель $\mathbb{O}$. В реальных октонионах выберем ориентированные циклы (123), (145), (176), (246), (257), (347), (365). Тогда

$$\text{Ass}(e_1, e_2, e_4) = (e_1 e_2) e_4 - e_1 (e_2 e_4) = e_7 - (-e_7) = 2e_7 \neq 0,$$

но альтернативность даёт $\text{Ass}(x, x, y) = \text{Ass}(y, x, x) = 0$ и, в частности, $\text{Ass}(x, x, x) = 0$. Этот пример является сертификатом против диагонального восстановления.

Модель	rank Ass	$N_l/N_m/N_r$	Z	J_Ass	Роль
$M_2(\mathbb{K})$	0	вся алгебра	$\mathbb{K} \cdot I$	0	ассоциативный нулевой контроль

Модель	rank Ass	N_l/N_m/N_r	Z	J_Ass	Роль
$\mathcal{A}_2$	>0	1 / 0 / 0	0	$\mathcal{A}_2$	явное полное разрушение ассоциативного отражения
$\mathbb{O}$	>0	$\mathbb{K} / \mathbb{K} / \mathbb{K}$	$\mathbb{K}$	не фиксируется здесь	контрпример к диагональному кодированию

19.7. Ассоциаторный инвариантный профиль

Определение 5.15 (DEF-A). Основной профиль. Для конечномерной алгебры определим $\text{Prof_Ass}(\mathcal{A}) = (n, r_{\text{Ass}}, n_l, n_m, n_r, n_N, n_Z)$, где $n = \dim \mathcal{A}$, $r_{\text{Ass}} = \text{rank}(\text{Ass}: \mathcal{A}^{\wedge 3} \rightarrow \mathcal{A})$, а остальные координаты являются размерностями трёх ядер, их пересечения и центра. Расширенный профиль добавляет $\dim J_{\text{Ass}}$ и ранги выбранных квадратичных каналов.

Теорема 5.16 (ТНМ). Изоморфная инвариантность профиля. Если $\Phi: \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{B}$ — изоморфизм алгебр, то $\text{Prof_Ass}(\mathcal{A}) = \text{Prof_Ass}(\mathcal{B})$.

Доказательство. Из равенства $\Phi(\text{Ass}_{\mathcal{A}}(a, b, c)) = \text{Ass}_{\mathcal{B}}(\Phi a, \Phi b, \Phi c)$ следует сопряжённость соответствующих линейных карт. Ранги сохраняются, а Φ взаимно однозначно переносит N_l, N_m, N_r, N, Z .

Определение 5.17 (DEF-A). Псевдодистанция профилей. Для весов $w_j \geq 0$ полагаем $d_{\text{prof}}(\mathcal{A}, \mathcal{B}) = \sum_j w_j |r_j(\mathcal{A}) - r_j(\mathcal{B})|$. Это грубая изоморфно-инвариантная диагностика, но не полный классификатор: $d_{\text{prof}} = 0$ не влечёт изоморфизм.

19.8. Детерминантный горизонт структурных переходов

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Структурное изменение не обязано быть видимым в значениях отдельных коэффициентов. Оно становится математически фиксируемым в тот момент, когда меняется ранг тензора, размер ядра или центра. Такие изменения не могут происходить произвольно: они локализованы нулями определителей.

Определение 5.18 (DEF-A). Полиномиальная семья алгебр. Пусть V — n -мерное пространство, T — неприводимое алгебраическое многообразие параметров и $\mu_t \in \text{Hom}(V \otimes V, V)$ имеет структурные константы, полиномиальные по t . Обозначим через A_t, L_t, M_t, R_t и C_t матрицы ассоциатора, трёх ядер и коммутаторного канала.

Определение 5.19 (DEF-A). Детерминантный горизонт. Δ_{NAPG} — объединение детерминантных локусов, на которых ранг хотя бы одной из матриц A_t, L_t, M_t, R_t , блочной матрицы $\text{nucleus } N_t = (L_t, M_t, R_t)$ или блочной матрицы центра $Z_t = (L_t, M_t, R_t, C_t)$ меньше её общего ранга на непустом открытом подмножестве T .

Теорема 5.20 (ТНМ). Локализация структурных переходов. На непустом Zariski-открытом множестве $T^\circ = T \setminus \Delta_{\text{NAPG}}$ основной профиль $\text{Prof_Ass}(\mathcal{A}_t)$ постоянен. В частности, вдоль непрерывного пути γ , лежащего в одной связной компоненте T° , профиль не меняется. Любое изменение профиля требует пересечения Δ_{NAPG} .

Доказательство. Элементы указанных матриц полиномиальны по t . Условие $\text{rank} \leq r$ задаётся обращением в нуль всех миноров порядка $r+1$. Общий ранг каждой матрицы достигается на непустом Zariski-открытом множестве. После удаления объединения соответствующих детерминантных локусов все ранги постоянны. Размерности трёх ядер, nucleus и центра равны n минус ранги соответствующих линейных или блочных карт. Следовательно, все координаты Prof_Ass постоянны.

Следствие 5.21 (ТНМ). Теорема отрицательного прогноза. Если $\gamma([t_0, t_1]) \cap \Delta_{\text{NAPG}} = \emptyset$, то в модели на всём интервале исключено изменение основного ассоциаторного профиля.

Доказательство. Это непосредственное следствие Теоремы 5.20. Утверждение является точным внутри заданной семьи μ_t и не переносится автоматически на физические системы.



Рисунок 7. Детерминантный горизонт возможных структурных переходов. Собственная схема Тома II.

19.9. Проективно-гармоническая локализация кандидатов

Определение 5.22 (DEF-A). Прогнозный горизонт вдоль пути. Для наблюдаемого параметра t_0 и пути $\gamma: [t_0, t_1] \rightarrow T$ полагаем $\text{Hor_Ass}(\gamma) = \gamma^{-1}\{-1\}(\Delta_{\text{NAPG}})$. Это множество моментов параметрического времени, в которых структурный переход не исключён детерминантной теоремой.

Определение 5.23 (DEF-A). Гармонический кандидат перехода. Пусть параметрическая прямая компактифицирована до $P^1(\mathbb{K})$, а $\rho = (r, i, u; d) \text{ --- Reper с } u \in \Delta_{\text{NAPG}}$. Кандидат называется гармоническим, если $\lambda(u, i; r, d) = -1$, $\text{Valid}(D) = 1$, $\rho \in \text{Dom}_\lambda$ и вычислительный сертификат миноров воспроизводим.

$$\text{Cand_H} = \{ \rho : u \in \Delta_{\text{NAPG}}, \lambda(\rho) = -1, \text{Valid}(D) = 1, \text{Cert_det}(u) = \text{PASS} \}.$$

Три уровня статуса различаются жёстко:

Уровень	Условие	Разрешённый вывод
Алгебраический locus	$u \in \Delta_{\text{NAPG}}$	структурный переход не исключён
Гармонический кандидат	$u \in \Delta_{\text{NAPG}}$ и $\lambda = -1$ с D/Dom	координатно-инвариантный кандидат для проверки
Сертифицированный переход	односторонние профили различаются и вычисления воспроизводимы	в данной модели профиль действительно изменяется
Физическое событие	независимые данные и операционализация	только после отдельного внешнего протокола

Теорема 5.24 (ТНМ). Проективная инвариантность гармонического кандидата. При проективной замене координаты параметрической прямой условие $\lambda = -1$ сохраняется, а детерминантный locus переносится изоморфизмом семейства. Поэтому Cand_H инвариантно при согласованной проективной репараметризации и переносе доказательного пакета D .

Доказательство. Кросс-соотношение проективно инвариантно. Матрицы структурных карт при изоморфном переносе сопряжены обратимыми матрицами, поэтому их ранги и детерминантные locus сохраняются. $\text{Valid}(D)$ переносится по отдельной гипотезе доказательной эквивалентности.

ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Гармония $\lambda = -1$ не создаёт переход. Она маркирует проективно-инвариантное отношение между четырьмя уже определёнными точками. Положительный вывод возникает только при совместном выполнении детерминантного, доменного, доказательного и воспроизводимого вычислительного условий.

19.10. Вычислительный сертификат v0.3

Для базиса $e_1, \dots, e_n$ и структурных констант $\mu(e_i, e_j) = \sum_k c_{ij}^k e_k$ сертификат должен выполнять следующую последовательность:

Шаг	Операция	Проверка
C1	построить матрицу $\text{Ass}: V^{\otimes 3} \rightarrow V$	точные коэффициенты или контролируемая арифметика
C2	построить $L_{\text{Ass}}, M_{\text{Ass}}, R_{\text{Ass}}, C_{\text{comm}}$	соответствие выбранному порядку базиса
C3	вычислить ранги и ядра	точные значения и базисы ядер
C4	построить J_{Ass} итерацией $I_{k+1} = I_k + V I_k + I_k V$	стабилизация не позднее n шагов
C5	проверить Q_{12}, Q_{13}, Q_{23} и $\text{Alt}(\text{Ass})$	реконструкция Ass при $\text{char} \neq 2, 3$
C6	для семьи μ_t вычислить максимальные миноры	получить Δ_{NAPG} и контрольные полиномы
C7	проверить $\lambda, D/\text{Dom}$ и хеши источников	не смешивать алгебраический и физический статусы

Предложение 5.25 (ТНМ). Конечность построения J_{Ass} . В n -мерной алгебре возрастающая цепь $I_0 \subsetneq I_1 \subsetneq \dots$ с $I_0 = \text{span Im Ass}$ и $I_{k+1} = I_k + V I_k + I_k V$ стабилизируется не более чем после n строгих увеличений; предел равен J_{Ass} .

Доказательство. Каждое строгое включение увеличивает размерность как минимум на единицу, а размерность ограничена n . Стабильное подпространство содержит Im Ass и замкнуто относительно умножения слева и справа, следовательно, является требуемым наименьшим идеалом.

20. Теоремный пакет v0.3

ID	Результат	Статус	Гипотезы
T2-THM-053	Универсальное ассоциативное отражение	THM	всюду определённая билинейная алгебра
T2-THM-054	Степенной запрет квадратичного кодирования	THM	поле с достаточным числом скаляров
T2-THM-055	Недостаточность кубической диагонали	THM	существование альтернативной неассоциативной модели
T2-THM-056	Полнота Q_{12}, Q_{13}, Q_{23} плюс Alt	THM	$\text{char } \mathbb{K} \neq 2, 3$
T2-THM-057	Изоморфная инвариантность Prof_Ass	THM	конечномерная билинейная алгебра
T2-THM-058	Детерминантная локализация переходов	THM	полиномиальная семья на неприводимой базе
T2-THM-059	Проективная инвариантность Cand_H	COND	согласованный перенос семьи и D

21. Обновление матрицы доказательных обязательств

PO	Содержание	Статус v0.3	Следующий шаг
T2-PO-009	Общий мост $\text{Ass}_\odot \leftrightarrow \text{curvature/Hol}_D$	OPEN	сначала задать геометрическую связность и типы обоих носителей
T2-PO-011	Типизированные ядра, центр и J_{Ass}	CLOSED	перенос в итоговую главу 5
T2-PO-012	Универсальность ассоциативного фактора	CLOSED	добавить категориальную формулировку как левый сопряжённый функтор
T2-PO-013	No-go для диагонального кодирования	CLOSED	вычислительные тесты на октонионах
T2-PO-014	Полный $R \bullet R$ -сертификат	CLOSED/COND	$\text{char} \neq 2,3$; исследовать характеристики 2 и 3
T2-PO-015	Детерминантный горизонт переходов	CLOSED	реализовать символьный сертификат
T2-PO-016	Banach/Hilbert-обобщение профиля	OPEN	заменить ранги на Fredholm/essential invariants
T2-PO-017	Независимая проверка переходных локусов	OPEN	подготовить внешний набор семей алгебр

22. Библиографическая синхронизация v0.3

- [1] Schafer, R. D. Structure and representation of nonassociative algebras. Bulletin of the American Mathematical Society 61 (1955), 469–484.
- [2] Baez, J. C. The Octonions. Bulletin of the American Mathematical Society 39 (2002), 145–205; arXiv:math/0105155.
- [3] Glassman, N. D. Cohomology of nonassociative algebras. Pacific Journal of Mathematics 33 (1970), 617–631.
- [4] Salzmänn, H. et al. The Role of Nonassociative Algebra in Projective Geometry. Graduate Studies in Mathematics 159, American Mathematical Society, 2014.
- [5] Kaygorodov, I. Non-associative algebraic structures: classification and structure. arXiv:2306.00425, revised 2023.
- [6] Курпишев И. Б. Том I v197 RU и T2-RP-v0.2: канонические внутренние источники настоящей редакции.
- Классические определения ассоциатора, ядер, центра, альтернативности и октонионов используются как prior art. Авторская новизна настоящего слоя заявляется в строгом R•R-сертификате, соединении с D/Dom и λ -селектором, ассоциаторном профиле KLT-RBD и детерминантном горизонте предсказательного исключения.

23. Контрольная точка T2-RP-v0.3

Контроль	Результат
Кумулятивность	v0.1 и v0.2 сохранены без удаления
Глава 5	создано строгое ассоциаторное ядро
R•R	реализован как полный квадратично-чередующийся сертификат
Предсказательный результат	структурные переходы локализованы детерминантным горизонтом
Отрицательный результат	вне горизонта изменение профиля исключено в модели
Физический статус	не повышен
Следующая точка	T2-RP-v0.4: пакетно-реперная алгебро-геометрическая двойственность
Статус-замок	truth_layer_promotion=0

ТОЧКА ОТКАТА

T2-RP-v0.3 сохраняет v0.2 как неизменяемый источник. При обнаружении дефекта в R•R-сертификате откат выполняется к T2-RP-v0.2, а не к Тому I. Том I v197 RU остаётся замороженной нулевой основой.

Машиночитаемая фиксация

checkpoint=T2-RP-v0.3; source=T2-RP-v0.2; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.4.

ЧАСТЬ IV. АЛГЕБРО-ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ДВОЙСТВЕННОСТЬ v0.4

Контрольная точка T2-RP-v0.4 · углубление главы 6 · источник: T2-RP-v0.3

Философский шлюз главы 6	
Онтология	Алгебра и геометрия не объявляются одним и тем же объектом. Двойственность означает контролируемое взаимное восстановление структур через явно заданные функторы.
Гносеология	Наблюдаемая геометрия есть семейство допустимых проб алгебры. Полнота познания требует доказать, что совокупность проб не теряет существенных данных.
Феноменология	Объект проявляется не как изолированная вещь, а как согласованный спектр его действий на тестовых объектах, реперных конфигурациях и локальных картах.
Ограничение	Даже точная двойственность переносит структуру, но не создаёт причинный закон, временную динамику или физическое предсказание. Для них требуются отдельные мосты и данные.

24. Паспорт углубления v0.4

Цель редакции v0.4 — заменить неопределённую формулу «алгебра двойственна геометрии» четырёхуровневой конструкцией. Первый уровень является безусловным и представимым; второй вводит условную пространственную реализацию; третий выделяет реконструируемые подкатегории; четвёртый переносит детерминантные и проективно-гармонические кандидаты только через доказанный реконструкционный шлюз.

Уровень	Конструкция	Статус	Допустимый вывод
D0	Yoneda/representable duality	THM	Алгебра полностью кодируется своим функтором точек в представимом слое.
D1	Spec_R - Gamma_R adjunction	COND	Существует естественное соответствие геометрических стрелок и алгебраических морфизмов при заданных гипотезах.
D2	Reconstruction anti-equivalence	COND/THM	На объектах с изоморфными unit/counit алгебра и геометрия взаимно восстанавливаются.
D3	Predictive dual transport	COND	Ранговый горизонт и harmonic gate переносятся между слоями только при нулевом реконструкционном дефекте.

25. Глава 6. Пакетно-реперная алгебро-геометрическая двойственность

25.1. Граница prior art и авторской конструкции

Классическая математика содержит несколько различных, несводимых друг к другу парадигм двойственности: антиэквивалентность коммутативных колец и аффинных схем; восстановление компактного пространства по коммутативной C^* -алгебре; соответствие векторных расслоений и конечнопорождённых проективных модулей; реконструкцию объекта по функтору Hom . Настоящая глава не переименовывает эти результаты и не заявляет их как авторские.

Авторская конструкция Тома II состоит в их дисциплинированном переносе в NAPG: вводятся представимый функтор пакетно-реперных точек, реконструкционный дефект, projective Reper-атлас, согласование алгебраического и геометрического детерминантных горизонтов и blocker-safe правило прогнозного переноса.

Классическая линия	Что импортируется	Что не переносится автоматически
Аффинные схемы	Контравариантность Spec и восстановление по глобальным сечениям на аффинном слое.	Некоммутативная или неассоциативная алгебра не получает канонический scheme-spectrum без дополнительной конструкции.
Гельфанд–Наймарк	Идея восстановления пространства из функциональной алгебры.	Топологическая C^* -структура, положительность и involution не присутствуют в общем NAPG-ядре.
Серр–Суон	Связь локальной геометрии расслоений с проективными модулями.	Любой NAPG-модуль не является автоматически векторным расслоением.
Йонеда	Полная точность представимого Hom -функтора.	Представимый функтор ещё не является обычным топологическим пространством.

25.2. Две различные двойственности

Определение 6.1. Представимая двойственность [DEF-A]

Пусть $\mathcal{C} = \text{NAPG_q}^{\text{fin}}$ — малая категория конечномерных объектов NAPG_q с морфизмами, удовлетворяющими четырём совместимостям главы 3. Для $A \in \text{Ob}(\mathcal{C})$ определим ковариантный функтор точек

$$h_A : \mathcal{C} \rightarrow \text{Set}, \quad h_A(T) = \text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, T).$$

Алгебраический морфизм $f: A \rightarrow B$ индуцирует естественное преобразование $h_f: h_B \rightarrow h_A$, заданное предварительной композицией $h_f(T)(g) = g \circ f$. Поэтому $A \mapsto h_A$ является контравариантным отображением алгебр в геометрические функторы.

Определение 6.2. Пространственная двойственность [DEF-A]

Пространственная двойственность требует иной категории Geo_R , объекты которой имеют носитель, локальные карты, структурный пучок, пакетно-реперные данные и правила склейки. Она задаётся парой контравариантных функторов Spec_R и Gamma_R и не выводится из одного лишь существования h_A .

$$\text{Spec_R} : \text{Alg_R} \rightarrow \text{Geo_R}^{\text{op}}, \quad \text{Gamma_R} : \text{Geo_R}^{\text{op}} \rightarrow \text{Alg_R}.$$

Ограничительный блок: слово «двойственность»	
Запрет 1	Полная точность функторного описания не означает существования обычного множества точек с топологией.
Запрет 2	Совпадение множеств характеров не означает изоморфизма алгебр.
Запрет 3	Существование сопряжённой пары не означает, что unit и counit изоморфны.
Запрет 4	Антиэквивалентность статических категорий не задаёт закон эволюции параметра.

26. Безопасная представимая двойственность Йонеды

26.1. Теорема полной точности

Теорема 6.3. Yoneda-safe anti-equivalence [ТНМ]

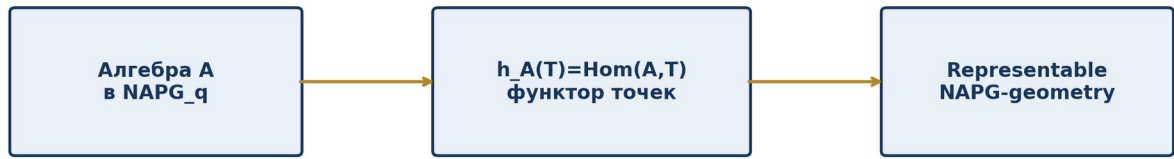
Функтор $\text{Spec}_Y: \mathcal{C}^{\text{op}} \rightarrow \text{Set}^{\mathcal{C}}$, определённый формулой $\text{Spec}_Y(A) = h_A$, является полным и точным. Его существенный образ $\text{Aff_NAPG}^{\text{rep}}$ образует категорию представимых NAPG-геометрий, и Spec_Y задаёт антиэквивалентность

$$\mathcal{C}^{\text{op}} \simeq \text{Aff_NAPG}^{\text{rep}}.$$

Доказательство. Для $A, B \in \mathcal{C}$ лемма Йонеды даёт естественную биекцию $\text{Nat}(h_B, h_A) \cong \text{Hom}_{\mathcal{C}}(A, B)$. Она совместима с тождествами и композициями. Следовательно, Spec_Y полон и точен; ограничение на существенный образ является эквивалентностью. $\square$

Этот результат является безусловным в рамках выбранной малой категории. Он не требует prime-spectrum, максимальных идеалов, нормы, топологии или ассоциативности. Человечество редко получает столь чистый результат, поэтому следует немедленно запретить ему приписывать результату больше, чем там написано.

Безопасная двойственность Йонеды



$$A \rightarrow B \text{ соответствует } h_B \rightarrow h_A$$

Полная и точная на представимом уровне; топологическая реализация не предполагается автоматически.

Рисунок 8. Безопасная представимая двойственность Йонеды для NAPG_q . Собственная схема Тома II.

26.2. Реперный функтор конфигураций

Определение 6.4. Reper_T(A) [DEF-A]

Для тестового объекта T положим

$$\text{Reper}_A(T) = \{ (r, i, u, d) \in h_A(T)^4 : \text{Adm}_T(r, i, u, d) = 1, \text{Valid}_T(D) = 1 \}.$$

Здесь r, i, u, d — четыре морфизма $A \rightarrow T$, Adm_T проверяет доменную допустимость, различимость и отсутствие полюса, а $\text{Valid}_T(D)$ проверяет пакет достаточного основания. Семейство Reper_A является подфунктором h_A^4 , если допустимость и достаточное основание сохраняются всеми тестовыми морфизмами.

Предложение 6.5. Функториальность Reper-конфигураций [ТНМ]

Пусть $s: T \rightarrow T'$ сохраняет Adm и $\text{Valid}(D)$. Тогда $(r, i, u, d) \mapsto (s \circ r, s \circ i, s \circ u, s \circ d)$ задаёт отображение $\text{Reper}_A(T) \rightarrow \text{Reper}_A(T')$; тождества и композиции выполняются покомпонентно. Следовательно, $\text{Reper}_A: \mathcal{C} \rightarrow \text{Set}$ является функтором. $\square$

Следствие 6.6. Изоморфная инвариантность [ТНМ]

Изоморфизм $A \cong B$ индуцирует естественный изоморфизм $\text{Reper}_B \cong \text{Reper}_A$. Поэтому реперная геометрия на представимом уровне не зависит от выбора изоморфного алгебраического представления.

27. Условная пара $\text{Spec}_R / \text{Gamma}_R$

27.1. Сопряжение и карты восстановления

Гипотеза 6.7. Пространственная реализация [COND]

Предполагается существование категории Geo_R и функторов Spec_R , Gamma_R , для которых имеется естественная биекция

$$\text{Hom}_{\text{Geo}_R}(X, \text{Spec}_R A) \cong \text{Hom}_{\text{Alg}_R}(A, \text{Gamma}_R X).$$

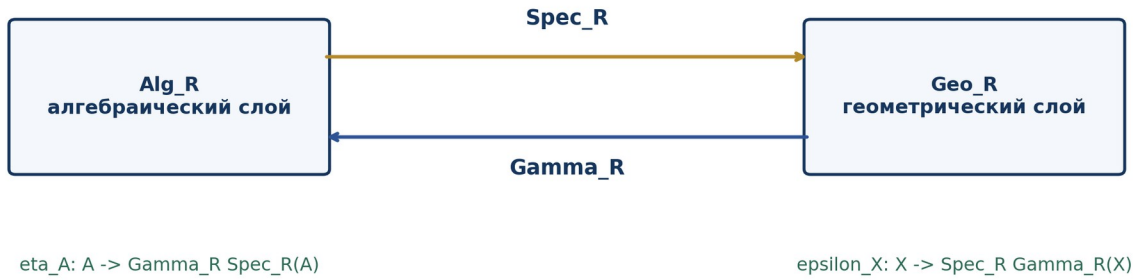
Эта биекция означает сопряжение $\text{Spec}_R \dashv \text{Gamma}_R$ между Alg_R и Geo_R^{op} . Ей соответствуют unit и геометрически записанный counit

$$\eta_A : A \rightarrow \text{Gamma}_R \text{Spec}_R(A),$$

$$\epsilon_X : X \rightarrow \text{Spec}_R \text{Gamma}_R(X).$$

Существование этих карт не утверждается для всей NAPG без дополнительной спецификации спектра, пучка и допустимых локализаций. В v0.4 фиксируется точная форма доказательного обязательства, а не его декоративное исчезновение.

Условная пространственная двойственность



Антиэквивалентность возникает только на подкатегориях, где η и ϵ являются изоморфизмами.

Рисунок 9. Условная пара $\text{Spec}_R/\text{Gamma}_R$ и карты реконструкции. Собственная схема Тома II.

27.2. Реконструкционные дефекты

Определение 6.8. Алгебраический дефект [DEF-A]

Для конечномерного A определим

$$K_{\text{rec}}(A) = \ker(\eta_A), \quad Q_{\text{rec}}(A) = \text{coker}(\eta_A),$$

$$\text{def}_{\text{alg}}(A) = \dim K_{\text{rec}}(A) + \dim Q_{\text{rec}}(A).$$

Если категория не аддитивна, используется булев дефект $\text{def}_{\text{alg}}(A) = 0$ при изоморфности η_A и $\text{def}_{\text{alg}}(A) = 1$ в противном случае.

Определение 6.9. Геометрический дефект [DEF-A]

Полагаем $\text{def}_{\text{geo}}(X) = 0$, если ϵ_X является изоморфизмом в Geo_R , и $\text{def}_{\text{geo}}(X) = 1$ иначе. В конечномерной координатной модели допускается ранговая детализация через матрицы отображения локальных координат и структурных пучков.

$$\text{def}_{\text{rec}}(A, X) = \text{def}_{\text{alg}}(A) + \text{def}_{\text{geo}}(X).$$

Нулевой реконструкционный дефект является обязательным условием переноса строгого предсказательного статуса. Ненулевой дефект не опровергает объект, но запрещает отождествлять его алгебраическую и геометрическую версии.

27.3. Теорема реконструкционной антиэквивалентности

Теорема 6.10. *Restricted reconstruction theorem* [ТНМ при гипотезе 6.7]

Пусть Alg_rec — полная подкатегория объектов A , для которых η_A является изоморфизмом, а Geo_rec — полная подкатегория объектов X , для которых $\epsilon_{\bar{X}}$ является изоморфизмом. Тогда Spec_R и Gamma_R ограничиваются до антиэквивалентности

$$\text{Alg_rec}^{\text{op}} \simeq \text{Geo_rec}.$$

Доказательство. На указанных подкатегориях unit и counit являются естественными изоморфизмами.

Треугольные тождества сопряжения показывают, что ограниченные функторы являются квазиобратными. $\square$

Следствие 6.11. *Сохранение изоморфных инвариантов* [ТНМ при гипотезе 6.7]

Любой инвариант, функториально определённый на Alg_rec , переносится на Geo_rec и обратно. Однако нефункториальные числовые признаки, выбранные после просмотра результата, не получают такого права.

28. Контртеоремы к ложной двойственности

28.1. Множество характеров не восстанавливает алгебру

Теорема 6.12. Character-spectrum no-go [ТНМ]

Пусть K — поле и V_m — m -мерное K -пространство. На $A_m = K \oplus V_m$ зададим коммутативное ассоциативное умножение

$$(a, u)(b, v) = (ab, av + bu), \quad V_m^2 = 0.$$

Тогда A_m — унитарная алгебра, и всякий унитарный K -алгебраический характер $\chi: A_m \rightarrow K$ совпадает с проекцией $\chi(a, u) = a$. Следовательно, множества K -значных характеров всех A_m одноточечны, хотя A_m и A_n не изоморфны при $m \neq n$.

Доказательство. Запишем $\chi(a, u) = a + l(u)$. Из мультипликативности получаем $l(u)l(v) = 0$ для всех u, v . Над полем это влечёт $l = 0$. Различие размерностей запрещает изоморфизм $A_m \cong A_n$ при $m \neq n$. $\square$

Следовательно, point-set spectrum без структурного пучка или полного функтора точек теряет нильпотентные направления. Эта контртеорема действует уже в ассоциативном случае, поэтому неассоциативность не может быть назначена виновной за все человеческие упрощения.

28.2. Нелинейная смена карты разрушает lambda

Контрпример 6.13. Non-projective chart failure [ТНМ]

На аффинной прямой возьмём $(r, i, u, d) = (0, 1, 2, 3)$. В принятом порядке

$$\lambda(u, i; r, d) = ((u-r)(i-d))/((u-d)(i-r)) = 4.$$

После нелинейной замены координаты $x \mapsto x^2$ получаем quadruple $(0, 1, 4, 9)$ и

$$\lambda' = 32/5 \neq 4.$$

Поэтому глобальная реперная λ -координата существует только при переходах карт из $\text{PGL}_2(K)$ либо при отдельном доказанном классе преобразований, сохраняющих cross-ratio.

28.3. Статическая двойственность не создаёт динамику

Предложение 6.14. No-dynamics principle [ТНМ]

Антиэквивалентность категорий переносит объекты, морфизмы и функториальные инварианты. Она не выделяет параметр времени, генератор потока, вероятностный закон или причинное направление. Следовательно, из $\text{Alg_res}^{\text{op}} \simeq \text{Geo_res}$ нельзя вывести прогноз события без дополнительной динамической структуры.

Доказательство. Одна и та же статическая категория допускает различные семейства эндифункторов и различные параметризации путей объектов. Эквивалентность не выбирает одну из них. $\square$

29. Проективно-реперные атласы и глобальная harmonic coordinate

29.1. Определение атласа

Определение 6.15. Projective Reper atlas [DEF-A]

Пусть $X \in \text{Geo_R}$. Projective Reper atlas состоит из покрытия $\{U_\alpha\}$ и карт $\kappa_\alpha: U_\alpha \rightarrow P^1(K)$, причём на каждом непустом пересечении $U_\alpha \cap U_\beta$ переход $\kappa_\beta \circ \kappa_\alpha^{-1}$ является ограничением элемента $PGL_2(K)$. Допустимая Reper-четвёрка должна лежать в общей карте или иметь согласованное продолжение через цепочку пересечений.

Теорема 6.16. Глобализация lambda [THM]

На projective Reper atlas величина $\lambda(u, i; r, d)$ не зависит от выбора карты и тем самым задаёт глобальную функцию на пространстве допустимых реперных четвёрок.

Доказательство. На пересечениях карты связаны проективным преобразованием, а cross-ratio инвариантно относительно $PGL_2(K)$. Транзитивность переходов обеспечивает согласованность на тройных пересечениях. $\square$

Следствие 6.17. Глобальность harmonic locus [THM]

$$\text{Harm}(X) = \{\rho \in \text{Rep}(X) : \lambda(\rho) = -1\}$$

является корректно определённым подмножеством конфигурационного пространства. Если $\text{char } K = 2$, гармоническая маркировка требует отдельной нормировки и в настоящий пакет не включается.

29.2. Естественность относительно морфизмов

Определение 6.18. Projective Reper morphism [DEF-A]

Морфизм $F: X \rightarrow Y$ называется projective-Reper, если локально выражается элементами $PGL_2(K)$, переносит Adm , $\text{Valid}(D)$ и обструкционные метки и согласован со структурными пучками.

Теорема 6.19. Инвариантность harmonic locus [THM]

$$F(\text{Harm}(X)) \subseteq \text{Harm}(Y).$$

Если F является изоморфизмом projective-Reper объектов, то $F(\text{Harm}(X)) = \text{Harm}(Y)$. Доказательство следует из локальной PGL_2 -инвариантности и сохранения D/Dom .

30. Двойной детерминантный горизонт

30.1. Алгебраический и геометрический каналы

Пусть $t \mapsto A_t$ — алгебраическая семья главы 5 и $X_t = \text{Spec}_R(A_t)$ — её геометрическая реализация на реконструируемом слое. Алгебраический горизонт Δ_{alg} определяется падением рангов матриц ассоциатора, ядер, центра и идеала J_{Ass} . Геометрический горизонт Δ_{geo} определяется падением рангов функториально соответствующих карт касательного, пучкового или инцидентного слоя.

Гипотеза 6.20. Conjugacy bridge [COND]

Для каждой структурной карты $M_{\text{alg}}(t)$ существует геометрическая карта $M_{\text{geo}}(t)$ и обратимые матрицы $U(t), V(t)$, такие что

$$M_{\text{geo}}(t) = U(t) M_{\text{alg}}(t) V(t)^{-1}.$$

Теорема 6.21. Совпадение ранговых горизонтов [ТНМ при гипотезе 6.20]

$$\Delta_{\text{alg}} = \Delta_{\text{geo}}.$$

Доказательство. Умножение слева и справа на обратимые матрицы сохраняет ранг. Поэтому наборы параметров, на которых соответствующая карта теряет общий ранг, совпадают. После объединения по конечному семейству структурных карт получаем равенство горизонтов. □

Следствие 6.22. Двойная теорема отрицательного прогноза [ТНМ при гипотезах 6.7 и 6.20]

Если путь $\gamma([t_0, t_1])$ не пересекает общий горизонт и реконструкционный дефект равен нулю, то на всём интервале постоянны как алгебраический профиль $\text{Prof}_{\text{Ass}}(A_t)$, так и его геометрический двойственный профиль.

Это утверждение исключает структурный переход внутри конкретной модели. Оно не утверждает неизменность физической системы, если не доказано, что система реализует данную модель и путь параметров.

30.2. Несовпадение горизонтов как blocker

Определение 6.23. Dual mismatch set [DEF-A]

$$\text{Mis}_{\text{dual}} = \Delta_{\text{alg}} \triangle \Delta_{\text{geo}}.$$

Непустое симметрическое различие означает, что либо реконструкция не точна, либо выбранные структурные карты не являются функториальными соответствиями, либо вычислительный сертификат содержит дефект. В этом случае переходный кандидат не публикуется.

Ситуация	Вывод	Статус
t вне обоих горизонтов	Структурный профиль постоянен в обоих слоях.	NO-CHANGE
t в обоих горизонтах	Разрешён кандидат перехода; требуются λ , D/Dom и obstruction gate.	CANDIDATE
t только в одном горизонте	Реконструкционный конфликт.	ABSTAIN
η или ϵ не изоморфны	Алгебро-геометрический перенос запрещён.	ABSTAIN

31. Двойной предсказательный шлюз KLT-RBD

31.1. Система блокиров

Определение 6.24. Block_dual [DEF-A]

$$\text{Block_dual} = \text{B_rec} \cup \text{B_var} \cup \text{B_chart} \cup \text{B_D} \cup \text{B_Dom} \cup \text{B_ob} \cup \text{B_ind}.$$

- B_rec: unit или counit не являются изоморфизмами;
- B_var: алгебраический и геометрический горизонты не совпадают;
- B_chart: переходы реперного атласа не доказаны как проективные;
- B_D и B_Dom: отсутствует достаточное основание или область применения;
- B_ob: внутреннее или внешнее препятствие не обнулено;
- B_ind: отсутствует независимый вычислительный или эмпирический сертификат, когда он требуется.

Определение 6.25. Dual harmonic candidate [DEF-A]

$\text{Cand_dual}(t)=1$ iff $t \in \Delta_{\text{alg}} \cap \Delta_{\text{geo}}$, $\lambda_t=-1$, $\text{Valid}(D_t)=1$, $\text{Pi}_t=0$, $\text{Block_dual}=\text{empty}$.

В численно релаксированном режиме равенство $\lambda=-1$ заменяется интервалом $\delta_{\text{truth}} \leq \tau$, но статус остаётся CANDIDATE. Порог τ выбирается до раскрытия результата и входит в D.

Двойной предсказательный шлюз NAPG



η , ϵ изоморфны; препятствия равны нулю; переходы атласа лежат в $\text{PGL}(2)$.

Нарушение любого условия переводит вывод в ABSTAIN, а не в торжественную метафизику.

Рисунок 10. Двойной предсказательный шлюз NAPG/KLT-RBD. Собственная схема Тома II.

31.2. Основная условная теорема переноса кандидата

Теорема 6.26. Functorial predictive transport [COND]

Пусть выполнены условия:

- H1. $t \mapsto A_t$ является конечномерной алгебраической или аналитической семьёй с вычислимым Δ_{alg} ;
- H2. существует сопряжённая пара $\text{Spec}_R \dashv \Gamma_R$;
- H3. η_{A_t} и ϵ_{X_t} изоморфны в исследуемой окрестности;
- H4. структурные карты связаны Conjugacy bridge 6.20;
- H5. на X_t задан projective Reper atlas;
- H6. D/Dom валидны и зафиксированы до проверки;
- H7. внутренние препятствия и заявленные внешние препятствия равны нулю;
- H8. вычислительные сертификаты алгебраического и геометрического каналов воспроизводимы.

Тогда множество Cand_dual инвариантно относительно изоморфизмов семейства A_t , projective-Reper изоморфизмов X_t и проективных замен координаты параметрической прямой. Если путь не пересекает общий горизонт, алгоритм обязан вернуть NO-STRUCTURAL-CHANGE-IN-MODEL; если Block_dual непуст, он обязан вернуть ABSTAIN.

Доказательство. Изоморфная инвариантность алгебраического горизонта установлена в главе 5. Теорема 6.21 переносит его в геометрический слой. Теоремы 6.16 и 6.19 обеспечивают инвариантность λ . H6-H8 сохраняют доказательные ворота. Следовательно, булев селектор Cand_dual не зависит от допустимого

представления. Отрицательная ветвь следует из постоянства рангов вне горизонта; ветвь ABSTAIN является определением blocker-safe протокола. □

Феноменологический смысл двойного шлюза	
Наблюдаемое	Геометрический канал показывает, как структурная возможность проявляется в пространстве конфигураций.
Основание	Алгебраический канал фиксирует, какая операция, ассоциатор и идеал действительно изменяют ранг.
Согласование	Проективно-гармоническая lambda локализует симметричный Rereg-кандидат, но только внутри общего детерминантного горизонта.
Воздержание	При несовпадении каналов система не угадывает скрытый смысл, а выдаёт ABSTAIN и реестр недостающих мостов.

32. Геометрический смысл R-star-R

32.1. Представимый образ ассоциатора

Для $T \in \mathcal{C}$ каждый T -пункт $x: A \rightarrow T$ переносит ассоциатор по формуле

$$x(\text{Ass}_A(a, b, c)) = \text{Ass}_T(xa, xb, xc).$$

Поэтому $R \star R$ -сертификат главы 5 определяет естественное семейство функций на функторе точек. Его нулевой локус на тестовом объекте T задаётся

$$Z_{\text{Ass}}(T) = \{x \in h_A(T) : x(J_{\text{Ass}}(A)) = 0\}.$$

Предложение 6.27. Представимость ассоциативного отражения [ТНМ]

$$Z_{\text{Ass}}(T) \cong \text{Hom}_{\mathcal{C}}(A/J_{\text{Ass}}(A), T)$$

для тех тестовых объектов и морфизмов, для которых фактор A/J_{Ass} существует в $\mathcal{C}$.

Доказательство. Морфизм $x: A \rightarrow T$ обращает J_{Ass} в нуль тогда и только тогда, когда он единственным образом факторизуется через универсальное ассоциативное отражение $A \rightarrow A/J_{\text{Ass}}$. $\square$

Следовательно, ассоциативный геометрический слой является представимым подфунктором полной NAPG-геометрии. Это даёт строгий смысл фразе «геометрия видит ассоциатор»: она видит не метафору, а факторизационный локус.

32.2. Геометрия ядер и центра

Для каждого тестового T можно определить подфункторы N_l, N_m, N_r, N, Z через условия исчезновения соответствующих естественных ассоциаторных и коммутаторных функций. При конечной представимости они задаются системами полиномиальных уравнений в структурных координатах.

Предложение 6.28. Функториальность ядровых локусов [ТНМ]

Изоморфизмы NAPG переносят локусы N_l, N_m, N_r, N, Z друг в друга. Их размерностные профили являются инвариантами на реконструируемом геометрическом слое.

Доказательство. Условия определены через естественные тождества $\text{Ass}=0$ и $[a, b]=0$, сохраняемые морфизмами.

$\square$

33. Вычислительный сертификат v0.4

33.1. Обязательные объекты данных

ID	Объект	Поля сертификата
DUAL-OBJ	Алгебра/геометрия	object_id, version, basis/atlas, source hash, status
DUAL-FUN	Спец/Gamma	domain, codomain, object map, morphism map, identity/composition tests
DUAL-UNIT	eta/epsilon	matrix or symbolic map, rank, inverse witness, defect
DUAL-REP	Reper atlas	charts, PGL2 transition matrices, overlap tests, pole set
DUAL-HOR	Horizons	minor polynomials, generic rank, Delta_alg, Delta_geo, symmetric difference
DUAL-GATE	Predictive gate	lambda, delta_truth, D/Dom, Pi, blockers, output

33.2. Автоматические тесты

- TEST-YONEDA-01: проверка биекции $\text{Hom}(A,B) \leftrightarrow \text{Nat}(h_B, h_A)$ на конечном тестовом подкорпусе;
- TEST-FUN-02: сохранение тождеств и композиции $\text{Spec}_R/\text{Gamma}_R$;
- TEST-ADJ-03: проверка естественной Hom -биекции и треугольных тождеств;
- TEST-REC-04: точная проверка обратимости η и ϵ ;
- TEST-PGL-05: проверка, что каждая переходная карта представлена обратимой матрицей 2×2 с точностью до скаляра;
- TEST-CR-06: равенство cross-ratio во всех перекрывающихся картах;
- TEST-NONPGL-07: обязательный отрицательный тест на нелинейной карте;
- TEST-HOR-08: совпадение Δ_{alg} и Δ_{geo} ;
- TEST-GATE-09: ABSTAIN при любом ненулевом blocker;
- TEST-HASH-10: контрольные хеши кода, данных, матриц и отчёта.

33.3. Псевдокод blocker-safe алгоритма

INPUT: family A_t , realization X_t , Reper ρ_t , evidence D_t

1. compute Δ_{alg} ; 2. compute Δ_{geo} ; 3. test η , ϵ ;
4. verify PGL2 atlas and λ ; 5. evaluate Π and D/Dom ;
6. if $\text{Block}_{\text{dual}} \neq \text{empty}$: return ABSTAIN;
7. if $\text{path} \cap \Delta_{\text{alg}} = \text{empty}$: return NO-STRUCTURAL-CHANGE-IN-MODEL;
8. if $t \in \Delta_{\text{alg}} = \Delta_{\text{geo}}$ and $\lambda = -1$: return CANDIDATE;
9. otherwise: return UNRESOLVED-HORIZON.

34. Теоремный пакет и доказательные обязательства v0.4

34.1. Реестр формальных результатов

ID	Результат	Статус	Зависимости
T2-THM-603	Yoneda-safe anti-equivalence	THM	Категория $\text{NAPG}_{q^{\text{fin}}}$
T2-THM-605	Функториальность Reper_A	THM	Натуральность Adm и $\text{Valid}(\text{D})$
T2-THM-610	Restricted reconstruction	COND/THM	Сопряжение $\text{Spec}_R \dashv \Gamma_R$
T2-THM-612	Character-spectrum no-go	THM	Square-zero extensions
T2-THM-616	Глобализация λ	THM	Projective Reper atlas
T2-THM-621	Совпадение горизонтов	COND/THM	Conjugacy bridge
T2-THM-626	Functorial predictive transport	COND	H1-H8
T2-THM-627	Локус A/J_{Ass}	THM	Универсальность фактора

34.2. Обновление матрицы доказательных обязательств

PO	Содержание	Статус	Следующее действие
T2-PO-016	Полная точность представимого NAPG-функтора	CLOSED	Поддерживать типовую дисциплину при расширении категории.
T2-PO-017	Натуральность Adm и $\text{Valid}(\text{D})$	COND	Формализовать классы допустимых тестовых морфизмов.
T2-PO-018	Глобальное существование Spec_R/Γ_R	OPEN	Выбрать конкретный спектр и структурный пучок для целевой подкатегории.
T2-PO-019	Реконструкция $\text{unit}/\text{counit}$	COND	Построить η , ϵ на явных моделях A_2 , M_2 и octonion layer.
T2-PO-020	Faithfulness point-set spectrum	CLOSED-NEG	Сохранять no-go как обязательный контрпример.
T2-PO-021	Projective Reper atlas	CLOSED-FORMAL	Построить нетривиальный атлас с несколькими картами.
T2-PO-022	Non-PGL chart counterexample	CLOSED	Включить в автоматический тест TEST-NONPGL-07.
T2-PO-023	Conjugacy bridge algebra-geometry	OPEN	Определить геометрические структурные карты главы 7-9.
T2-PO-024	Dual horizon equality	COND	Закрыть после T2-PO-023 на явной семье.
T2-PO-025	Banach/Hilbert completion	OPEN	Перенести в аналитический слой после главы 11.
T2-PO-026	Independent predictive certificate	OPEN	Предрегистрация вычислительного теста без физических утверждений.

34.3. Библиографическая синхронизация v0.4

[V0.4-1] Eilenberg, S.; Mac Lane, S. General Theory of Natural Equivalences. Transactions of the AMS 58 (1945), 231-294. DOI 10.1090/S0002-9947-1945-0013131-6.

[V0.4-2] Yoneda, N. On the Homology Theory of Modules. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section I 7 (1954), 193-227.

[V0.4-3] The Stacks Project, Tag 01HX, Lemma 26.6.5: the category of affine schemes is equivalent to the opposite category of rings.

[V0.4-4] Gelfand, I.; Naimark, M. On the imbedding of normed rings into the ring of operators in Hilbert space. Matematicheskii Sbornik 12(54):2 (1943), 197-217.

[V0.4-5] Swan, R. G. Vector Bundles and Projective Modules. Transactions of the AMS 105 (1962), 264-277. DOI 10.1090/S0002-9947-1962-0143225-6.

[V0.4-6] Kurpishev, I. В. Базовый проект KLT-RBD. Том I. v197 RU; Том II, T2-RP-v0.1-v0.3. Канонические внутренние источники проекта.

Граница новизны. Классические формы duality, Yoneda embedding, affine Spec, Gelfand-Naimark и Serre-Swan относятся к prior art. Авторская новизна v0.4 заявляется в четырёхуровневой NAPG-duality, Reper-конфигурационном подфункторе, реконструкционном дефекте, projective Reper atlas, dual mismatch set и blocker-safe predictive gate.

34.4. Контрольная точка T2-RP-v0.4

Фиксация выпуска	
Нулевая основа	Том I v197 RU остаётся замороженным и не редактируется.
Наследование	T2-RP-v0.1, v0.2 и v0.3 сохранены в полном кумулятивном документе.
Статус	Ни условные теоремы, ни ПН.2, ни F-1-F-14, ни физические мосты не повышены.
Следующая точка	T2-RP-v0.5: глава 7 — атласы, расслоения, пакетные многообразия и cocycle-obstruction.

checkpoint=T2-RP-v0.4; source=T2-RP-v0.3; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.5.

ЧАСТЬ V. АТЛАСЫ, РАССЛОЕНИЯ И ПРЕПЯТСТВИЯ ГЛОБАЛИЗАЦИИ v0.5

Контрольная точка T2-RP-v0.5 · углубление главы 7 · источник: T2-RP-v0.4

35. Паспорт углубления v0.5

Цель редакции v0.5 - построить строгий переход от локальной NAPG-структуры к глобальному объекту. В предыдущих выпусках были определены категория, ассоциаторный слой и алгебро-геометрическая двойственность. Однако локальные определения ещё не образуют многообразие, расслоение или глобальный предсказательный объект. Для этого нужны переходные изоморфизмы, cocycle-условия, effective descent и отдельный контроль препятствий глобализации.

Онтологический блок главы 7

Локальная структура отвечает на вопрос «что существует в одной карте?». Глобальная структура отвечает на другой вопрос: «можно ли считать локальные проявления частями одного и того же объекта?». Склейка не является косметической операцией. Она определяет саму онтологическую идентичность объекта через совместимость перекрытий.

Гносеологический блок главы 7

Наблюдатель обычно получает локальные данные: отдельные источники, измерительные окна, реперные карты и частичные модели. Знание становится глобальным только после проверки переходов, происхождения данных, cocycle-условия и независимости результата от выбранного атласа. Совпадение локальных чисел без такой проверки не создаёт глобального знания.

Феноменологический блок главы 7

Один и тот же объект может выглядеть различно в разных локальных описаниях. Феноменологическая устойчивость означает не тождество записей, а наличие допустимых переходов, сохраняющих существенную структуру. Для KLT-RBD это превращается в проверяемый вопрос: существует ли путь согласования локальных Reper-описаний без потери D/Dom и без возникновения обструкции.

Ограничительный блок главы 7

Том II не утверждает, что любой набор локальных реперов глобализуется, что всякий локальный гармонический кандидат соответствует событию или что топологическое препятствие имеет физическое значение. Всякий такой вывод допускается только после отдельной теоремы спуска, существования глобального сечения и независимой предметной интерпретации.

Слой	Локальные данные	Глобальное требование	Статус v0.5
Атлас	карты U_i и локальные модели	переходы в groupoid изоморфизмов	DEF-A/THM
Расслоение	$U_i \times F$	cocycle и effective descent	THM/COND
Операция	локальные $\odot_i$	переходы являются изоморфизмами алгебр	THM
Reper	локальные $(R, I, U; D)$	PGL2-совместимость и перенос Evidence-D	THM/COND
Hodge	локальные метрики и ориентации	SO-совместимость переходов	THM
Прогноз	локальные кандидаты	глобальное допустимое сечение и пустой Block	COND

36. NAPG-атласы и группоид переходов

36.1. Локальная модель и структурный группоид

Определение 7.1. Локальная NAPG-модель. [DEF-A] Локальной моделью называется объект F категории NAPG_q , снабжённый выбранной топологией или гладкой структурой на носителях, так что группа $\text{Aut_NAPG}(F)$ допустимых непрерывных или гладких автоморфизмов определена как топологическая группа. Если топология на $\text{Aut_NAPG}(F)$ не задана, далее допускается только категориальная, но не топологическая формулировка.

Определение 7.2. NAPG-атлас. [DEF-A] На пространстве X NAPG-атлас типа F есть открытое покрытие $U = \{U_i\}$ и локальные объекты $E_i = U_i \times F$ вместе с изоморфизмами $\varphi_{ij}: E_i|_{U_{ij}} \rightarrow E_j|_{U_{ij}}$, где $U_{ij} = U_i \cap U_j$. Изоморфизмы обязаны сохранять градуировку, операцию $\odot$, структурные данные G , допустимые области, R-star-R-слой и маркированные доказательные поля, которые заявлены глобальными.

$$\varphi_{ii} = \text{id}, \quad \varphi_{ji} = \varphi_{ij}^{-1}, \quad \varphi_{jk} \circ \varphi_{ij} = \varphi_{ik} \text{ on } U_{ijk}.$$

Определение 7.3. Структурный группоид. [DEF-A] Объекты группоида - локальные NAPG-модели над картами; стрелки - допустимые изоморфизмы на перекрытиях; композиция - обычная композиция отображений. Эта композиция ассоциативна независимо от неассоциативности операции внутри волокна.

Ключевое различие

Неассоциативность волокна и ассоциативность переходов принадлежат разным уровням. Внутри F может выполняться $(a \odot b) \odot c \neq a \odot (b \odot c)$. Но переходы φ_{ij} являются отображениями, и их композиция обязана быть ассоциативной. Иначе отношение склейки перестаёт быть однозначным.

Теорема 7.4. Необходимость ассоциативного группоида переходов. [THM] Для стандартной склейки локальных NAPG-объектов переходные данные должны образовывать категорию или группоид с ассоциативной композицией. Использование самой неассоциативной операции $\odot$ как закона композиции переходов не задаёт обычного расслоения без дополнительных 2-морфизмов и когерентностей.

Доказательство. Эквивалентность точек в дизъюнктном объединении локальных тривиализаций должна быть транзитивной. На четырёхкратном перекрытии переход из первой карты в четвёртую вычисляется как $(\varphi_{34} \circ \varphi_{23}) \circ \varphi_{12}$ и как $\varphi_{34} \circ (\varphi_{23} \circ \varphi_{12})$. Для отображений эти выражения совпадают. Если вместо композиции используется закон с ненулевым ассоциатором, результаты могут различаться; тогда класс эквивалентности зависит от скобок и фактор-пространство не определено. Для исправления требуется bicategory/2-groupoid и явный associator coherence, что в v0.5 оставлено отдельным OPEN-слоем. $\square$

36.2. Projective-Reper атлас

Определение 7.5. Проективно-реперная карта. [DEF-A] Проективно-реперная карта на U_i состоит из локального отображения $\kappa_i: U_i \rightarrow P^1(K)$, локального Evidence-D пакета $E_{\{D,i\}}$ и класса допустимых реперных четвёрок. На перекрытии требуется $\kappa_j \circ \kappa_i^{-1} \in \text{PGL}_2(K)$ и совместимый перенос $E_{\{D,i\}} \rightarrow E_{\{D,j\}}$.

Теорема 7.6. Глобальность λ . [THM] Если все переходы проективно-реперного атласа принадлежат $\text{PGL}_2(K)$, то cross-ratio $\lambda(u,i;r,d)$ и гармонический локус $\lambda = -1$ не зависят от выбора карты. Если хотя бы одна переходная карта не сохраняет cross-ratio, λ является только локальной координатой.

Доказательство. Инвариантность cross-ratio относительно PGL_2 была доказана в v0.2. На каждом перекрытии значения совпадают, поэтому они склеиваются в глобальную функцию на пространстве допустимых четвёрок. Обратное утверждение в полной общности не заявляется; возможны частные преобразования, сохраняющие выбранный конечный набор значений, но не весь cross-ratio. $\square$

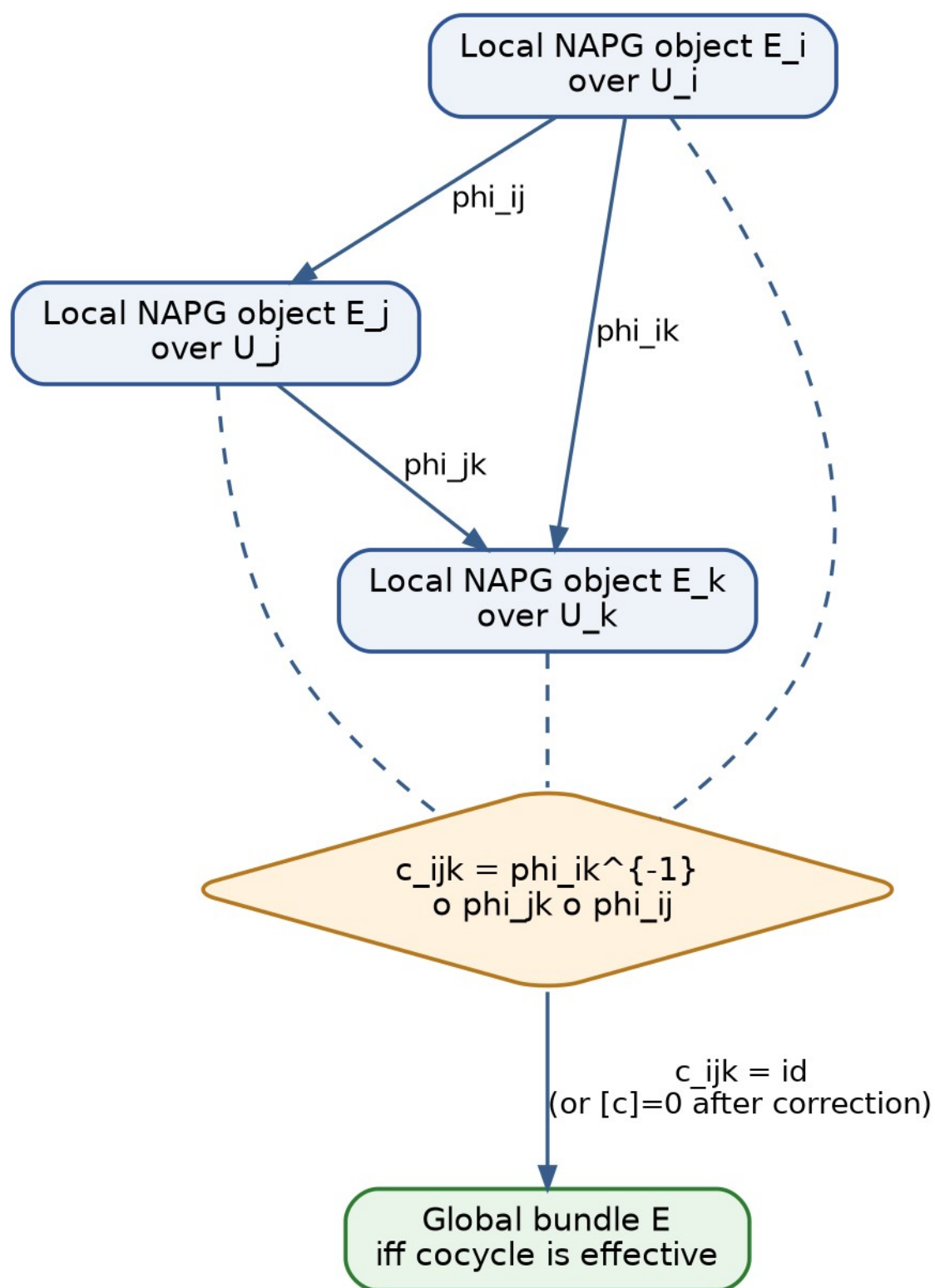


Рисунок 11. Сосycle-условие и дефект склейки локальных NAPG-объектов. Собственная схема Тома II.

37. Descent-данные и теорема склейки

37.1. Категориальная формулировка

Определение 7.7. Descent datum. [CL/DEF-A] Пусть $p:S \rightarrow C$ - расслоенная категория, $U_i \rightarrow U$ - покрытие. Descent datum есть семейство объектов X_i над U_i и изоморфизмов $\varphi_{ij}:pr_0^*X_i \rightarrow pr_1^*X_j$ над $U_i \times_U U_j$, удовлетворяющих коммутативности треугольника на тройных fibre product. Для NAPG объектами X_i служат локальные пакетно-реперные структуры.

$$pr_{12}^*\varphi_{jk} \circ pr_{01}^*\varphi_{ij} = pr_{02}^*\varphi_{ik} \text{ on } U_i \times_U U_j \times_U U_k.$$

Определение 7.8. Effective descent. [CL/COND] Descent datum называется эффективным, если существует глобальный объект X над U , ограничения которого изоморфны X_i и индуцируют заданные φ_{ij} . Само сосycle-условие является необходимым, но в произвольной расслоенной категории не всегда достаточным; достаточность является свойством stack/effective-descent выбранного класса объектов.

Теорема 7.9. Склейка NAPG-расслоения. [THM] Пусть X - паракомпактное хаусдорфово пространство, F - топологический NAPG-объект, $G=Aut_NAPG(F)$ - топологическая группа. Пусть $g_{ij}:U_{ij} \rightarrow G$ непрерывны и удовлетворяют $g_{ii}=e$, $g_{ji}=g_{ij}^{-1}$, $g_{ij}g_{jk}=g_{ik}$. Тогда фактор $E=(\sqcup_i U_i \times F)/\sim$ является локально тривиальным NAPG-расслоением над X с волокном F . Изоморфный класс зависит только от gauge-класса сосycle.

Доказательство. Положим $(x,v,i) \sim (x,g_{ji}(x)v,j)$. Рефлексивность и симметрия следуют из первых двух условий, транзитивность - из сосycle. Локальные включения $U_i \times F$ дают тривиализации фактора. Так как g_{ij} являются NAPG-автоморфизмами, градуировка, $\odot$, структурные данные и указанные инварианты согласуются на перекрытиях и задают волоконные глобальные объекты. Замена g_{ij} на $h_{ij}g_{ij}h_i^{-1}$ строит явный изоморфизм расслоений. $\square$

37.2. Pairwise compatibility is not enough

Контрпример 7.10. Тройной дефект. [THM] Пусть три карты имеют непустое тройное перекрытие, а переходы g_{12}, g_{23}, g_{13} выбраны так, что $g_{23}g_{12} \neq g_{13}$. Каждая пара карт отдельно склеивается, но переход из первой карты в третью зависит от маршрута. Факторизация не задаёт однозначного глобального объекта.

Этот контрпример имеет прямой смысл для KLT-RBD: попарная согласованность источников или моделей не обеспечивает согласованность полного формульного цикла. Тройной и более высокий аудит обязателен там, где существуют альтернативные маршруты вывода.

38. Пакетные, реперные и Hodge-расслоения

38.1. Спуск операции и ассоциатора

Определение 7.11. Bundle of NAPG algebras. [DEF-A] NAPG-алгебраическое расслоение - локально тривиальное векторное или модульное расслоение $E \rightarrow X$ с локальными операциями $\odot_i$, для которых переходы g_{ij} удовлетворяют $g_{ij}(a \odot_j b) = g_{ij}(a) \odot_i g_{ij}(b)$ на каждом перекрытии и сохраняют $\text{Dom}_\odot$.

Теорема 7.12. Спуск операции. [THM] При условиях определения 7.11 локальные операции склеиваются в единственную волоконную операцию $\odot: \text{Dom}_\odot \subseteq E \times_X E \rightarrow E$. Ассоциатор, левые/средние/правые nucleus-слои и идеал J_{Ass} являются глобальными подрасслоениями там, где их ранги локально постоянны.

Доказательство. Если представители a_i, b_i в карте i и a_j, b_j в карте j описывают одни и те же элементы волокна, то $a_i = g_{ij} a_j$ и $b_i = g_{ij} b_j$. Совместимость операции даёт $a_i \odot_i b_i = g_{ij}(a_j \odot_j b_j)$, поэтому результат независим от карты. Ассоциатор естественен относительно алгебраических изоморфизмов; ядра его линейных операторов образуют подрасслоения на областях постоянного ранга. $\square$

Определение 7.13. Дефект спуска операции. [DEF-A] Если переходы являются лишь линейными изоморфизмами, вводится $q_{ij}(a, b) = g_{ij}(a \odot_j b) - g_{ij}(a) \odot_i g_{ij}(b)$. Ненулевой q_{ij} блокирует глобальную операцию даже при идеальном cocycle переходов.

$$q_{ij} = 0 \text{ for all } i, j \text{ is necessary and sufficient for operation descent.}$$

38.2. Реперное подрасслоение и Evidence-D

Определение 7.14. Reper bundle. [DEF-A] Пусть $E \rightarrow X$ - NAPG-расслоение. Реперное подрасслоение $\text{Rep}(E) \rightarrow X$ имеет в волокне допустимые четвёрки $(R, I, U; d)$ вместе с Evidence-D пакетом. Переходы действуют одновременно на геометрический якорь d и на provenance-структуру E_D , причём перенос E_D должен быть трассируемым и обратимым.

Трудное место: D не является обычной координатой

Проективная точка d может переноситься PGL_2 -преобразованием. Evidence-D включает источники, версии, контрольные хеши, области применения и доказательные статусы. Его нельзя «склеить» одной формулой координатного перехода. Требуется отдельный функтор provenance и проверка его cocycle.

Теорема 7.15. Двойной спуск Reper. [COND] Глобальный Reper-объект существует, если одновременно эффективны геометрический descent четвёрки и доказательный descent Evidence-D. Нарушение любого канала переводит результат в ABSTAIN, даже когда $\lambda = -1$ во всех локальных картах.

38.3. Hodge-слой

Определение 7.16. Hodge-compatible atlas. [DEF-A] Пусть волокна имеют фиксированный ранг, метрику и ориентацию. Атлас Hodge-совместим, если переходы являются ориентированными изометриями, то есть принимают значения в $\text{SO}(V, g)$, и сохраняют выбранный класс дифференциальных форм.

Теорема 7.17. Спуск Hodge star. [THM] В Hodge-совместимом атласе локальные операторы star_{Hdg} склеиваются в глобальный волоконный Hodge-оператор. При ориентационно обращающем переходе возникает знак, поэтому $O(n)$ -совместимость без дополнительного orientation local system недостаточна для заявленного глобального оператора.

Доказательство. Hodge star характеризуется равенством $\alpha \wedge \text{star } \beta = \langle \alpha, \beta \rangle \text{vol}$. Ориентированная изометрия сохраняет скалярное произведение и форму объёма, следовательно, коммутирует со star . Ориентационно обращающая изометрия меняет знак vol , что требует отдельного знакового локального коэффициентного слоя. $\square$

39. Когомологические препятствия глобализации

39.1. Центральный lifting obstruction

Постановка 7.18. [CL] Пусть $1 \rightarrow Z \rightarrow G_{\text{tilde}} \rightarrow G \rightarrow 1$ - центральное расширение топологических групп, $P \rightarrow X$ - principal G -bundle с transition cocycle g_{ij} . На достаточно мелком покрытии выберем локальные подъёмы $g_{\text{tilde}_{ij}}$.

$$z_{ijk} = g_{\text{tilde}_{ij}} g_{\text{tilde}_{jk}} g_{\text{tilde}_{ki}} \in Z.$$

Теорема 7.19. Центральный класс препятствия. [THM/COND] Семейство z_{ijk} является Čech 2-cocycle с коэффициентами в пучке Z . Его класс $[z] \in \check{C}ech H^2(X, Z)$ не зависит от выбора локальных подъёмов. Principal G -bundle допускает G_{tilde} -подъём тогда и только тогда, когда $[z]=0$, при стандартных гипотезах эффективности Čech-описания.

Доказательство. Центральность Z позволяет переставлять возникающие дефектные множители и получить $\delta z=1$ на четырёхкратных перекрытиях. Другая система подъёмов имеет вид $a_{ij} g_{\text{tilde}_{ij}}$, $a_{ij} \in Z$, поэтому z изменяется на Čech coboundary δa . Если $[z]=0$, выбирается a с $z=\delta a$ и скорректированные подёмы удовлетворяют точному cocycle; обратное очевидно. $\square$

Классический пример - расширение $Spin(n) \rightarrow SO(n)$: препятствие подъёма ориентированного frame bundle к $Spin$ -структуре выражается вторым классом Stiefel-Whitney. В Том II этот пример используется только как prior art и модель дисциплины препятствий; он не отождествляется с внутренним $\mathcal{O}_B$.

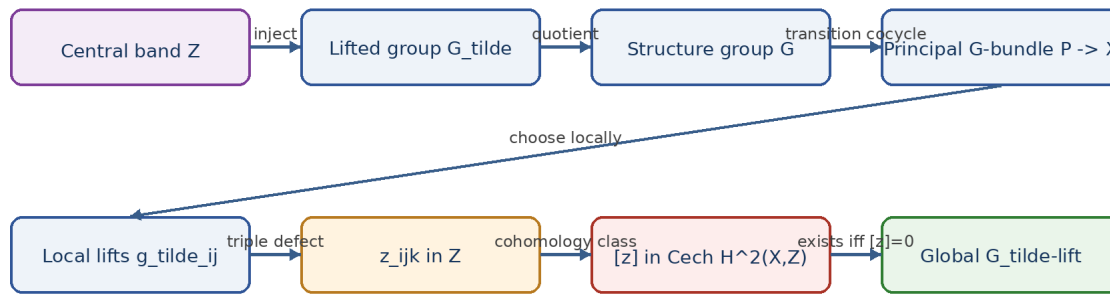


Рисунок 12. Центральное расширение и Čech H^2 -препятствие подъёма структурной группы. Собственная схема Тома II.

39.2. Внутреннее NAPG-препятствие и внешний Čech-слой

Определение 7.20. Globalization defect vector. [DEF-A] Для атласа A вводится вектор дефектов $Def_glue(A)=(c,q,a,p,h,d,s)$, где c - cocycle defect переходов, q - defect спуска операции, a - дефект когерентности ассоциаторного слоя, p - непроективность Reper-карт, h - Hodge-несовместимость, d - дефект Evidence-D/Dom, s - препятствие существования требуемого глобального сечения.

$$Def_glue(A)=0 \text{ is a gate condition, not a consequence of local } \lambda\text{-harmonicity.}$$

Внутреннее препятствие $\Pi(x) \in \mathcal{O}_B$ и внешний Čech-препятствие $[c]$ живут в разных носителях. Карта между ними может быть построена только после задания конкретного функторного моста. До этого запрещены записи $\mathcal{O}_B=H^2(X, Z)$ или $\Pi=[c]$.

39.3. Препятствия к глобальному сечению

Теорема 7.21. Клеточная башня препятствий. [CL/COND] Пусть $p:E \rightarrow X$ - фибрация над CW-комплексом, F - связное простое волокно с заданным действием $\pi_1(X)$ на $\pi_k(F)$. Продление частичного сечения с k -скелета на $(k+1)$ -скелет контролируется классом $o_{\{k+1\}} \in H^{\wedge\{k+1\}}(X; \pi_k(F)_p)$. При исчезновении последовательных классов и выполнении стандартных полнотных гипотез существует глобальное сечение. Поэтому локально допустимые сценарии не гарантируют единого глобального сценария; коэффициентный модуль и монодромия строятся для каждой модели отдельно.

40. Глобализационные горизонты и отрицательные теоремы прогноза

40.1. Семейство атласов

Определение 7.22. Параметрическое NAPG-расслоение. [DEF-A] Пусть I - интервал параметров. Параметрическое расслоение есть NAPG-объект $E \rightarrow X \times I$, ограничение $E_t \rightarrow X$ которого задаёт состояние при t . Семейство переходов $g_{ij}(x, t)$ непрерывно и остаётся в $\text{Aut}_{\text{NAPG}}(F)$ на admissible domain.

Теорема 7.23. Homotopy constancy. [THM] Если $E \rightarrow X \times I$ является numerable NAPG-расслоением с фиксированным структурным groupoid и effective descent на всём $X \times I$, то ограничения $E_{\{t_0\}}$ и $E_{\{t_1\}}$ изоморфны для любых $t_0, t_1 \in I$. Следовательно, дискретный изоморфный класс расслоения не меняется внутри одной допустимой непрерывной семьи.

Доказательство. Вложения $i_{\{t_0\}}, i_{\{t_1\}}: X \rightarrow X \times I$ гомотопны. Pullback numerable bundles вдоль гомотопных отображений эквивалентны. Но $E_t = i_t^* E$, поэтому концевые ограничения изоморфны. $\square$

Следствие 7.24. Отрицательный глобальный прогноз. [THM] Топологическая смена NAPG-расслоения невозможна, пока семейство остаётся определённым и эффективным на $X \times I$, структурный groupoid не меняется и не пересекается глобализационный горизонт. Наблюдаемая смена дискретного класса требует выхода хотя бы из одной гипотезы.

Что именно запрещает теорема

Она не запрещает непрерывное изменение коэффициентов, метрик, связностей или λ -значений внутри одного bundle class. Она запрещает объявлять топологический переход без обнаруженного разрыва admissibility, изменения структурной группы, потери cocycle/effective descent или иного явно указанного механизма.

40.2. Глобализационный горизонт

Определение 7.25. Globalization horizon. [DEF-A] Для параметрической семьи определяется объединение $\Delta_{\text{glue}} = \Delta_{\text{coc}} \cup \Delta_{\text{eff}} \cup \Delta_{\text{op}} \cup \Delta_{\text{ass}} \cup \Delta_{\text{chart}} \cup \Delta_{\text{Hdg}} \cup \Delta_{\text{Dom}} \cup \Delta_{\text{D}} \cup \Delta_{\text{sec}}$, где каждый компонент есть множество параметров, на котором соответствующее условие склейки, спуска или существования сечения теряет доказанность.

$$\Delta_{\text{total}} = \Delta_{\text{alg}} \cup \Delta_{\text{geo}} \cup \Delta_{\text{glue}}.$$

Теорема 7.26. Локализация возможного глобального перехода. [COND] При гипотезах теоремы 7.23 изменение дискретного алгебро-геометрического bundle profile может происходить только на Δ_{total} . Вне Δ_{total} профиль локально постоянен. Попадание в Δ_{total} является необходимым, но не достаточным условием перехода.

41. Предсказательное реперное расслоение

41.1. Пространство сценариев как волокно

Определение 7.27. Predictive Reper bundle. [DEF-A] Пусть X кодирует домены, источники или пространственно-временные окна, а F_x - множество допустимых будущих Reper-состояний в точке x . Предсказательное реперное расслоение $p: \mathcal{P} \rightarrow X$ имеет волокна F_x , переходы между локальными системами координат и подпространство $\text{Adm}(\mathcal{P})$, заданное ограничениями D/Dom , препятствиями и предметными пределами.

Определение 7.28. Глобально допустимый сценарий. [DEF-A] Сценарий есть сечение $s: X \rightarrow \mathcal{P}$. Он глобально допустим, если $s(x) \in \text{Adm}(\mathcal{P})_x$, локальные представления согласованы переходами, Evidence-D образует эффективный descent, а все обязательные blockers пусты.

$$\text{Block_glue} = B_{\text{coc}} \cup B_{\text{eff}} \cup B_{\text{op}} \cup B_{\text{ass}} \cup B_{\text{chart}} \cup B_{\text{Hdg}} \cup B_{\text{Dom}} \cup B_D \cup B_{\text{sec}}.$$

Определение 7.29. Global structural candidate. [DEF-A] Сечение s получает статус GLOBAL-CANDIDATE, если $\text{Block_glue} = \emptyset$, внутреннее препятствие $\Pi(s) = 0$, заявленные внешние классы препятствий обнулены, $\lambda(s)$ удовлетворяет заранее фиксированному точному или интервальному критерию и пройдены независимые вычислительные проверки.

Теорема 7.30. Запрет локально-глобальной подмены. [THM] Пусть на каждой карте U_i существует локальный кандидат s_i с $\lambda_i = -1$ и $\Pi_i = 0$. Если семейство $\{s_i\}$ не удовлетворяет transition compatibility или имеет ненулевой класс препятствия к глобальному сечению, глобального кандидата не существует. Любой алгоритм, возвращающий EVENT в такой ситуации, некорректен относительно спецификации v0.5.

Доказательство. Глобальный кандидат по определению является сечением. Несовместимые локальные кандидаты не задают отображение $X \rightarrow \mathcal{P}$, а ненулевое препятствие исключает его существование. Локальные значения λ и Π не устраняют дефект склейки. $\square$

Основная условная теорема 7.31. Globalization-safe predictive transport. [COND] Пусть выполнены: H1 - effective NAPG descent; H2 - operation/associator descent; H3 - projective-Reper atlas; H4 - Hodge compatibility, если Hodge-слой используется; H5 - доказанный перенос Evidence-D; H6 - исчезновение внутренних и заявленных внешних препятствий; H7 - существование глобального admissible section; H8 - воспроизводимый двойной сертификат v0.4 и глобализационный сертификат v0.5. Тогда статус GLOBAL-CANDIDATE инвариантен относительно refinement покрытия, gauge-эквивалентности cocycle, NAPG-изоморфизмов и проективной смены Reper-карт.

Граница вывода. [OPEN] Теорема утверждает инвариантность структурного кандидата внутри формальной модели. Она не доказывает наступление физического, химического, биологического или экономического события; такой вывод требует доменного адаптера, данных и независимой проверки.

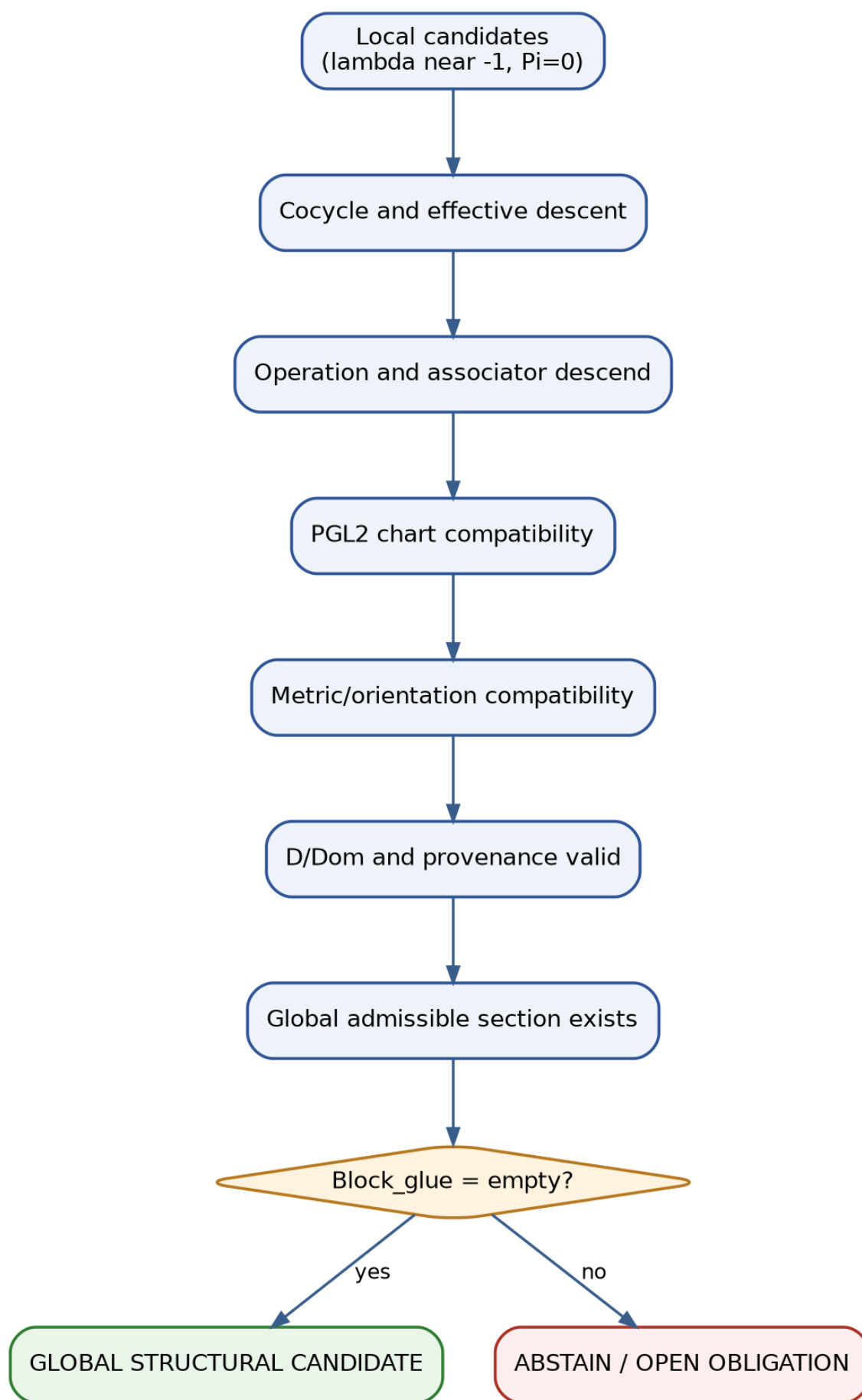


Рисунок 13. Глобальный предсказательный шлюз: локальный кандидат допускается только после *effective descent* и существования сечения. Собственная схема Тома II.

42. Модели и контрмодели глобализации

Модель	Локально	Глобально	Урок для KLT-RBD
Тривиальное line bundle над S^1	$U_i \times \mathbb{R}$	$S^1 \times \mathbb{R}$	нулевой cocycle class
Лента Мёбиуса	каждая карта $U_i \times \mathbb{R}$	нет глобальной ненулевой секции выбранного знака; bundle нетривиален	одинаковые локальные волокна не фиксируют глобальный класс
Тройной cocycle defect	каждая пара карт согласована	маршрут-зависимая склейка	pairwise audit недостаточен
Non-PGL Reper chart	λ вычислима в каждой карте	значения λ не совпадают	гармоничность не глобальна
$q_{ij} \neq 0$	в каждой карте есть $\odot_i$	глобальной операции нет	алгебраический слой требует отдельного descent
Ненулевой $[z] \in H^2$	локальные G_{tilde} -подъёмы существуют	глобальный подъём отсутствует	локальная разрешимость не устраняет глобальное препятствие

Пример 7.32. Möbius no-go. [CL] Лента Мёбиуса и цилиндр локально являются произведениями интервала и прямой. Различие заключено в transition function на перекрытии: +1 для цилиндра и -1 для Мёбиуса. Поэтому восстановление глобального объекта по одной локальной модели F невозможно без cocycle.

Пример 7.33. Ассоциаторный rank horizon. [COND] Пусть локальные алгебры A_t имеют матрицу ассоциатора $M_{\text{Ass}}(t)$, а переходы сохраняют операцию. На области, где ранг $M_{\text{Ass}}(t)$ постоянен и bundle descent эффективен, ядровые подрасслоения имеют постоянный ранг. Изменение ранга возможно только на детерминантном локусе главы 5 или при потере operation descent.

43. Вычислительный сертификат глобализации v0.5

43.1. Объекты данных

ID	Объект	Минимальные поля сертификата
ATLAS-01	карта U_i	domain_id, coordinate_map, model_id, version, hash
TRANS-02	переход φ_{ij}	source, target, overlap, inverse, regularity, matrix/algorithm
COC-03	тройная проверка	i,j,k , residual $\varphi_{jk} \circ \varphi_{ij} - \varphi_{ik}$, tolerance, exact flag
OP-04	спуск $\mathcal{O}$	q_{ij} , $\text{Dom}_{\mathcal{O}}$, test vectors, symbolic certificate
REP-05	Reper descent	PGL2 witness, λ equality, Evidence-D transport
HDG-06	Hodge descent	metric, orientation, SO witness, star commutator
OBS-07	обструкции	Π , Čech class, coefficient sheaf, proof object
SEC-08	сечение	local sections, compatibility, global witness or blocker
HOR-09	горизонт	Δ components, parameter interval, crossing certificate
RUN-10	воспроизводимость	code hash, data hash, environment, timestamp, independent run

43.2. Автоматические тесты

- TEST-ATLAS-01: покрытие X локальными картами и отсутствие непомеченных областей;
- TEST-INV-02: $\varphi_{ji} \circ \varphi_{ij} = \text{id}$ на каждом двойном перекрытии;
- TEST-COC-03: $\varphi_{jk} \circ \varphi_{ij} = \varphi_{ik}$ на каждом тройном перекрытии;
- TEST-REF-04: инвариантность результата при refinement покрытия;
- TEST-OP-05: $q_{ij} = 0$ и сохранение $\text{Dom}_{\mathcal{O}}$;
- TEST-ASS-06: естественность Ass и согласование J_{Ass} ;
- TEST-PGL-07: переходные карты Reper представлены PGL_2 и сохраняют λ ;
- TEST-D-08: Evidence-D transport обратим и имеет provenance hash;
- TEST-HDG-09: переходы сохраняют метрику и ориентацию либо активирован orientation local system;
- TEST-OBS-10: внутренний и внешний obstruction channels не смешаны;
- TEST-SEC-11: локальные секции согласованы и образуют глобальный witness;
- TEST-GATE-12: любой ненулевой blocker принудительно возвращает ABSTAIN;
- TEST-HOMO-13: endpoints непрерывной admissible family имеют одинаковый discrete bundle profile;
- TEST-HASH-14: контрольные хеши кода, данных, сосycle и отчёта совпадают.

43.3. Blocker-safe псевдокод

```
INPUT: cover U, local objects E_i, transitions phi_ij, candidates s_i
1. verify cover, inverses, triple cocycles and effective descent; else ABSTAIN
2. test operation/associator, PGL2-lambda, Hodge, Evidence-D and obstructions
3. glue local sections; if no global witness, return ABSTAIN(B_sec)
4. Delta_total := Delta_alg union Delta_geo union Delta_glue
5. if path avoids Delta_total: return NO-DISCRETE-STRUCTURAL-CHANGE-IN-MODEL
6. if every gate and criterion(lambda, Pi, D, Dom) pass: GLOBAL-CANDIDATE; else UNRESOLVED.
```


44. Теоремный пакет и доказательные обязательства v0.5

44.1. Реестр формальных результатов

ID	Результат	Статус	Зависимости
T7.4	необходимость ассоциативного groupoid переходов	THM	определение склейки
T7.6	глобальность λ в PGL_2 -атласе	THM	v0.2
T7.9	склейка NAPG-расслоения	THM	topological Aut_NAPG(F)
T7.12	спуск операции и ассоциатора	THM	operation-preserving transitions
T7.15	двойной спуск Reper/Evidence-D	COND	provenance functor
T7.17	спуск Hodge star	THM	metric + orientation
T7.19	центральный H^2 obstruction	THM/COND	Čech effectiveness
T7.21	клеточная башня section obstructions	CL/COND	CW + local coefficients
T7.23	homotopy constancy bundle class	THM	numerable bundle
T7.26	локализация перехода на Δ_{total}	COND	v0.3-v0.5
T7.30	запрет локально-глобальной подмены	THM	definition of section
T7.31	globalization-safe predictive transport	COND	H1-H8

44.2. Обновление матрицы доказательных обязательств

PO	Содержание	Статус	Следующее действие
T2-PO-027	Топология/гладкость $\text{Aut_NAPG}(F)$ для модельных волокон	OPEN	построить для A_2 , M_2 и octonion layer
T2-PO-028	Effective descent категории NAPG_q	OPEN	задать stack/pseudofunctor и доказать effectiveness
T2-PO-029	Cocycle gluing theorem	CLOSED	теорема 7.9
T2-PO-030	No-go для неассоциативной композиции переходов	CLOSED	теорема 7.4
T2-PO-031	Спуск операции и J_Ass	CLOSED	теорема 7.12
T2-PO-032	Глобальность λ	CLOSED	теорема 7.6
T2-PO-033	Спуск Evidence-D	OPEN	формализовать provenance category
T2-PO-034	Спуск Hodge star	CLOSED	теорема 7.17
T2-PO-035	Центральный lifting obstruction	CLOSED/LOCAL	теорема 7.19; выбрать конкретный Z
T2-PO-036	Связь $\mathcal{O}_B$ с Čech obstruction	OPEN	не отождествлять; построить natural transformation
T2-PO-037	Section obstruction tower для predictive bundle	OPEN	задать волокно F и $\pi_k(F)$
T2-PO-038	Homotopy constancy	CLOSED	теорема 7.23
T2-PO-039	Вычислительный atlas/cocycle certificate	OPEN	реализовать TEST-ATLAS-01 - TEST-HASH-14
T2-PO-040	Independent global prediction run	OPEN	после доменного адаптера; статус не повышать

45. Библиографическая синхронизация и контрольная точка v0.5

45.1. Первичные и канонические источники

[V0.5-1] Steenrod, N. E. The Topology of Fibre Bundles. Princeton Mathematical Series 14. Princeton University Press, 1951.

[V0.5-2] Husemoller, D. Fibre Bundles. 3rd ed. Graduate Texts in Mathematics 20. Springer, 1994.

[V0.5-3] Hatcher, A. Vector Bundles and K-Theory, Version 2.2, 2017. [\[источник\]](#)

[V0.5-4] May, J. P. Classical Groups and Bundle Theory, Chapter I. [\[источник\]](#)

[V0.5-5] The Stacks Project, Tag 02ZC: Descent data in fibred categories. [\[источник\]](#)

[V0.5-6] The Stacks Project, Tag 0CJZ: Second cohomology and gerbes. [\[источник\]](#)

[V0.5-7] Hermann, R. Obstruction theory for fibre spaces. Illinois Journal of Mathematics 4 (1960). DOI 10.1215/ijm/1255455733. [\[источник\]](#)

[V0.5-8] Kurpishev, I. B. Базовый проект KLT-RBD. Том I v197 RU; Том II T2-RP-v0.1-v0.4. Канонические внутренние источники проекта.

Граница prior art и авторского вклада

Классические определения fibre bundle, principal bundle, transition cocycle, effective descent, characteristic/obstruction classes и homotopy invariance относятся к prior art. Авторская линия v0.5 состоит в их типизированном соединении с NAPG_q, R-star-R, Reper(R,I,U;D), Evidence-D, проективно-гармоническим λ -слоем, blocker-safe глобализационным горизонтом и предсказательным шлюзом KLT-RBD. Эта архитектура остаётся предметом дальнейшего доказательного и вычислительного развития.

45.2. Контрольная точка T2-RP-v0.5

Фиксация выпуска	Значение
Канонический источник	tom2_v0_4.docx + tom2_v0_4.pdf
Новый математический слой	глава 7: atlases, bundles, descent, globalization obstructions
Закрытые обязательства	T2-PO-029, 030, 031, 032, 034, 038; локально 035
Открытые обязательства	T2-PO-027, 028, 033, 036, 037, 039, 040
Доказательная граница	truth_layer_promotion=0
Следующая точка	T2-RP-v0.6: касательные и кокасательные объекты, деривации и область гладкости

checkpoint=T2-RP-v0.5; source=T2-RP-v0.4; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.6.

ЧАСТЬ VI. КАСАТЕЛЬНЫЕ И КОКАСАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ NARG v0.6

Контрольная точка T2-RP-v0.6 · углубление главы 8 · источник: T2-RP-v0.5

46. Паспорт углубления v0.6

Цель редакции v0.6 - определить, какие локальные изменения NAPG-объекта являются лишь формальными первопорядковыми направлениями, какие принадлежат касательному конусу, какие проходят второпорядковое препятствие и какие действительно реализуются допустимой дугой. Одновременно строится кокасательный язык ограничений, позволяющий вычислять ранг, сингулярный локус и предел применимости линейного прогноза.

Онтологический блок главы 8

Касательный объект не является уменьшенной копией пространства. Он фиксирует выбранный режим становления объекта: кривые, дуальные числа, деривации, идеалы или формальные деформации. На гладком слое эти режимы могут совпасть; на сингулярном они расходятся, показывая, что «ближайшее возможное» зависит от уровня структуры.

Гносеологический блок главы 8

Первая производная сообщает только то, что не запрещено линейной частью уравнений. Она не гарантирует существования траектории. Поэтому знание о направлении обязано иметь паспорт: линейный witness, tangent-cone witness, obstruction witness и, наконец, arc witness. Пропуск одного слоя создаёт ложную уверенность, которой в человеческих прогнозах и без математики хватает с избытком.

Феноменологический блок главы 8

Касательная структура описывает ближайшие способы продолжения состояния. Кокасательная структура описывает ближайшие способы его различения ограничениями и измеримыми функциями. Их сопряжение превращает переживаемую возможность изменения в вычислимую пару «направление - чувствительный функционал».

Ограничительный блок главы 8

Том II не отождествляет Zariski tangent space с множеством реальных траекторий, tangent и cotangent без дополнительной метрики, а формальную деформацию - с физическим событием. Любая интегрируемость, гладкость и предсказательная интерпретация действует только в указанном Dom и при закрытых obstruction channels.

Уровень	Объект	Что он проверяет	Типичный дефект
T0	dual-number / derivation tangent	первый порядок	может содержать неинтегрируемые направления
T1	Zariski tangent space	линейную часть уравнений	раздувается в сингулярной точке
T2	tangent cone	старшие начальные члены	может быть нелинейным и не приведённым
T3	second-order admissibility	квадратичное препятствие	требует решения уравнения для второго коэффициента
T4	actual admissible arc	реализуемую локальную эволюцию	может отсутствовать при наличии формального вектора
T*	cotangent/conormal object	ограничения и чувствительность	не тождествен tangent без дополнительной структуры

47. Четыре конструкции касательного объекта

47.1. Дуальные числа и функтор точек

Определение 8.1. Dual-number tangent. [CL/DEF-A] Пусть K - поле, $K[\epsilon]=K[\epsilon]/(\epsilon^2)$, X - функтор точек и $x \in X(K)$. Касательный функтор в x определяется как множество поднятий $T_x X = \ker(X(K[\epsilon]) \rightarrow X(K))$ над x . Векторная структура допускается только после проверки условий деформационного функтора.

Лемма 8.2. Derivation representation. [THM] Для аффинного локального объекта A и K -рациональной точки $x: A \rightarrow K$ отображение $A \rightarrow K[\epsilon]$, $a \mapsto x(a) + \epsilon D(a)$, является гомоморфизмом тогда и только тогда, когда D является K -дериацией относительно x . Следовательно, $T_x X \cong \text{Der}_K(A, K_x)$.

Доказательство. Сравнение коэффициентов при ϵ в равенстве $f(ab)=f(a)f(b)$ даёт $D(ab)=x(a)D(b)+D(a)x(b)$. Обратное утверждение проверяется подстановкой; условие $\epsilon^2=0$ удаляет квадратичный член. $\square$

47.2. Кривые и первый контакт

Определение 8.3. Curve tangent. [CL/COND] В гладком секторе две допустимые кривые $\gamma_1, \gamma_2: (-\eta, \eta) \rightarrow X$ с $\gamma_i(0)=x$ эквивалентны, если их координатные производные в нуле совпадают в одной, а значит при гладких переходах - во всякой карте. Класс обозначается $[\gamma]_1$.

Ограничение. [OPEN] Для общего сингулярного, алгебраического или частично определённого NAPG-объекта определение через реальные кривые может зависеть от выбранного класса дуг и поля. Поэтому оно не принимается как универсальное без теоремы сравнения.

47.3. Кокасательный модуль и универсальная дериация

Определение 8.4. Kähler cotangent module. [CL/COND] Для коммутативного координатного кольца A над K модуль $\Omega_{A/K}$ вместе с $d: A \rightarrow \Omega_{A/K}$ универсален по отношению к K -дериациям:

$\text{Der}_K(A, M) \cong \text{Hom}_A(\Omega_{A/K}, M)$. В NAPG этот объект используется для координатного commutative envelope; некоммутативный и неассоциативный дифференциальные модули задаются отдельно.

Определение 8.5. Cotangent space at a rational point. [CL] Если x имеет максимальный идеал m_x и $k(x)=K$, то $T_x X = m_x/m_x^2$, а $T_x X = \text{Hom}_K(m_x/m_x^2, K)$. Для нерациональной точки основание заменяется на $k(x)$, с учётом относительных дифференциалов.

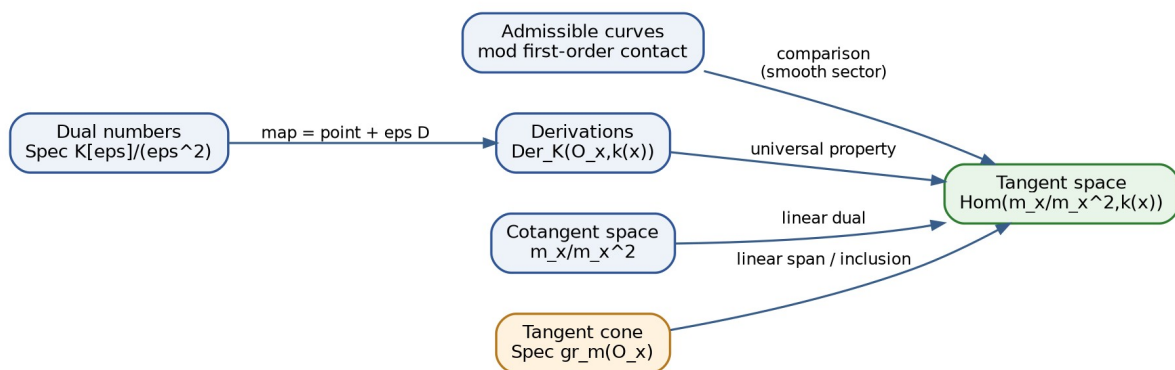


Рисунок 14. Сравнение конструкций tangent/cotangent. Совпадение стрелок требует гипотез гладкости и конечности. Собственная схема Тома II.

48. Касательный конус и сингулярный сектор

48.1. Фильтрация максимального идеала

Определение 8.6. Algebraic tangent cone. [CL] Для локального кольца $(O_{\{X,x\}}, m_x)$ касательный конус определяется градуированным кольцом $gr_{\{m_x\}} O_{\{X,x\}} = \bigoplus_{n \geq 0} m_x^n / m_x^{n+1}$. Его спектр $C_x X = \text{Spec}(gr_{\{m_x\}} O_{\{X,x\}})$ удерживает начальные однородные члены локальных уравнений.

Предложение 8.7. Cone-to-tangent inclusion. [CL] Приведённый носитель $C_x X$ вкладывается в Zariski tangent space $T_x X$; линейная оболочка конуса может совпадать со всем $T_x X$. В гладкой точке конус является векторным пространством и совпадает с tangent space.

48.2. Контрпример: узел $xy=0$

Пример 8.8. Node no-go. [THM/EX] Пусть $X \subset A^2$ задано $xy=0$ и $x_0=(0,0)$. Якобиан (y,x) в нуле равен нулю, поэтому Zariski tangent space есть вся A^2 . Однако tangent cone совпадает с X : это объединение двух координатных осей. Для дуги $(x(t), y(t))$ с $x(t)y(t)=0$ первый ненулевой коэффициент обязан лежать на одной из осей. Следовательно, векторы $(1,1)$ проходят линейный тест, но не являются скоростями допустимых аналитических дуг.

Отрицательная теорема первого порядка

В сингулярной точке условие $v \in \ker J(x)$ является только необходимым линейным тестом. Оно не является достаточным условием существования дуги и потому не может самостоятельно выдавать прогноз перехода.

48.3. Неприведённость и скрытая толщина

Пример 8.9. Dual-number point. [CL] $\text{Spec } K[\epsilon]/(\epsilon^2)$ имеет единственную топологическую точку, но одномерное касательное пространство. Топологический носитель не видит инфинитезимальную толщину. Поэтому восстановление NAPG-деформаций только по множеству точек или графу инцидентности неполно.

49. Линеаризация пространства операций NAPG

49.1. Коэффициентное пространство

Определение 8.10. Ambient operation space. [DEF-A] Пусть $A = \bigoplus A^{\wedge \gamma}$ конечномерно над K . Пространство допустимых билинейных вариаций обозначим $C^2_{\text{adm}}(A, A) \subset \text{Hom}_K(A \otimes A, A)$; оно учитывает градуировку, $\text{Dom}_\odot$ и замороженные структурные данные $\mathfrak{G}$. Множество NAPG-структур задаётся системой полиномиальных или гладких уравнений $F(\mu)=0$ внутри открыто-замкнутого admissible sector U_{adm} .

$$M_{\text{NAPG}} = \{ \mu \in U_{\text{adm}} \subset C^2_{\text{adm}}(A, A) : F(\mu)=0 \}.$$

Определение 8.11. Linearized structure space. [DEF-A] Для $\mu \in M_{\text{NAPG}}$ положим $Z^2_{\text{NAPG}}(\mu) = \ker D F_\mu$. Это пространство формальных первопорядковых вариаций, сохраняющих выбранные уравнения до порядка t .

49.2. Линеаризация ассоциатора

Теорема 8.12. Differential of the associator map. [THM] Для билинейных операций μ, ν и тройки (a, b, c) производная отображения Ass в μ по направлению ν равна

$$D \text{Ass}_\mu(\nu)(a, b, c) = \nu(\mu(a, b), c) + \mu(\nu(a, b), c) - \nu(a, \mu(b, c)) - \mu(a, \nu(b, c)).$$

Доказательство. Раскрываем $\text{Ass}_{\{\mu+tv\}}$ и собираем коэффициент при t . Коэффициент при t^2 есть Ass_ν . Поэтому точная квадратичная формула имеет вид $\text{Ass}_{\{\mu+tv\}} = \text{Ass}_\mu + t D \text{Ass}_\mu(\nu) + t^2 \text{Ass}_\nu$. $\square$

Следствие 8.13. Associative tangent equation. [CL/THM] Если μ ассоциативна, то первопорядковая ассоциативная деформация обязана удовлетворять $D \text{Ass}_\mu(\nu)=0$. Для ассоциативной алгебры это совпадает с уравнением Hochschild 2-cocycle после фиксации принятой знаковой конвенции.

49.3. Инфинитезимальные замены базиса

Определение 8.14. Gauge differential. [DEF-A] Пусть $\text{End}_\mathfrak{G}(A)$ - эндоморфизмы, сохраняющие градуировку и структурные данные. Производная действия $g \cdot \mu = g(\mu(g^{\wedge\{-1\}} \cdot, g^{\wedge\{-1\}} \cdot))$ в единице задаёт

$$d^1_\mu(\xi)(a, b) = \xi(\mu(a, b)) - \mu(\xi a, b) - \mu(a, \xi b).$$

Теорема 8.15. Stabilizer-derivation identity. [THM] $\ker d^1_\mu$ совпадает с пространством структурных дериваций $\text{Der}_\mathfrak{G}(A, \mu)$. $\text{im } d^1_\mu$ является касательным пространством к орбите замены допустимого базиса.

Определение 8.16. Reduced tangent space. [DEF-A] При $\text{im } d^1_\mu \subset Z^2_{\text{NAPG}}(\mu)$ определим $H^2_{\text{red}}(\mu) = Z^2_{\text{NAPG}}(\mu) / \text{im } d^1_\mu$. Это пространство классов первопорядковых деформаций modulo infinitesimal gauge; оно не гарантирует интегрируемость.

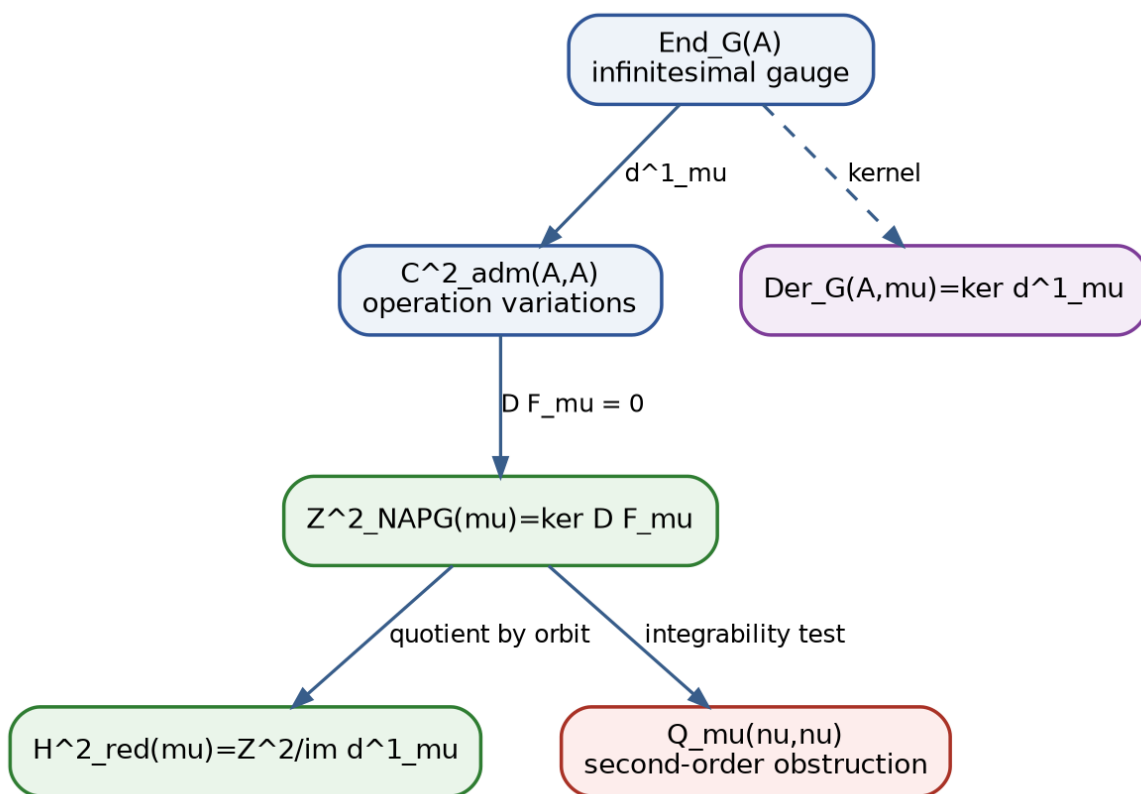


Рисунок 15. Двухчленный NAPG tangent complex: стабилизаторы, первопорядковые деформации и второпорядковое препятствие. Собственная схема Тома II.

50. Касательный комплекс и кокасательная двойственность

50.1. Двухчленный комплекс модульной задачи

Определение 8.17. Tangent complex. [DEF-A] Для quotient-представления NAPG-модульной задачи вводится двухчленный комплекс $T_{\mu^{\bullet}} = [\text{End}_{\mathfrak{G}}(A) \xrightarrow{-d^1_{\mu}} Z^2_{\text{NAPG}}(\mu)]$ в степенях -1 и 0. Тогда $H^{-1}(T_{\mu^{\bullet}}) = \text{Der}_{\mathfrak{G}}(A, \mu)$, а $H^0(T_{\mu^{\bullet}}) = H^2_{\text{red}}(\mu)$.

Смысл. [DEF-A] Отрицательная когомология хранит инфинитезимальные автоморфизмы, а нулевая - классы деформаций. Простое фактор-пространство теряет информацию о скачках стабилизатора; комплекс сохраняет её и потому предпочтителен на сингулярном quotient-слое.

50.2. No-go для канонического $T \cong T^*$

Теорема 8.18. Absence of canonical self-duality. [CL/THM] Для общего конечномерного векторного пространства V не существует естественного изоморфизма $V \cong V^*$ без дополнительной невырожденной билинейной формы. Канонической является только оценочная карта $V \rightarrow V^{**}$; она изоморфна в конечномерном или конечнопроективном режиме.

Следствие 8.19. NAPG duality boundary. [THM/COND] Кокасательный комплекс нельзя автоматически называть тем же объектом, что tangent complex. Дуализация $T_{\mu^{\bullet}}$ допустима при конечной проективности компонентов; идентификация требует выбранной метрики или pairing, проверенного на gauge и descent-слоях.

Граница Hodge-слоя

Оператор Hodge действует на внешние степени после выбора метрики и ориентации. Он не создаёт сам по себе канонического изоморфизма между касательным модулем деформаций операций и его линейным дуалом. Этот мост относится к главе 11 и остаётся условным.

51. Второй порядок и интегрируемость

51.1. Квадратичное уравнение продолжения

Определение 8.20. Second-order admissibility. [DEF-A] Пусть $F(\mu)=0$ и путь имеет вид $\mu_t=\mu+tv+t^2\omega+O(t^3)$. Коэффициент первого порядка требует $DF_\mu(v)=0$. Второй порядок требует существования ω , для которого

$$D F_\mu(\omega) + Q_\mu(v,v) = 0,$$

где Q_μ - квадратичная часть разложения F . Класс $Q_\mu(v,v)$ modulo $\text{im } DF_\mu$ является второпорядковым препятствием. Его нельзя обнулять выбором обозначения; приходится, к сожалению, решать уравнение.

Теорема 8.21. First-order is not integrability. [THM] Включения множеств направлений имеют вид $T_{\text{arg},x} \subset C_x M \subset T_x M$. Оба включения могут быть строгими. Поэтому класс $[v] \in H^2_{\text{red}}(\mu)$ является формальным деформационным направлением, но не обязательно касательной к реальному семейству NAPG-объектов.

51.2. Масштабная семья нулевой операции

Пример 8.22. Quadratic onset of nonassociativity. [THM/EX] Пусть $\mu_0=0$ и v - операция двумерной алгебры A_2 из Тома I. Рассмотрим $\mu_t=tv$. Тогда $\text{Ass}_{\{\mu_t\}}=t^2\text{Ass}_v$. Следовательно, $D\text{Ass}_0(v)=0$: вся операция v проходит первопорядковый тест ассоциативности в нулевой алгебре. Но при $t \neq 0$ и $\text{Ass}_v \neq 0$ семейство немедленно становится неассоциативным на втором порядке.

Вывод. [THM/INTERFACE] Нулевая операция является сингулярной точкой пространства ассоциативных структур: её Zariski tangent space слишком велик. Квадратичный слой $R \star R$ и $\Theta_{\min}$ необходимы именно для отсечения таких ложных первопорядковых направлений.

52. Область гладкости NAPG

52.1. Формальная и дифференциальная гладкость

Определение 8.23. Formally smooth point. [DEF-A] Точка μ модульной задачи называется формально гладкой, если всякое допустимое поднятие через квадрат-нуль расширение существует локально и совместимо с замороженными структурами $\mathfrak{G}$, D/Dom и descent .

Определение 8.24. Finite-dimensional regular sector. [DEF-A] В коэффициентной модели $M_{\text{NAPG}} = F^{-1}(0)$ точка регулярна, если DF имеет локально постоянный ранг, stabilizer dimension постоянна, действие gauge локально хорошо ведёт себя, а admissible domain открыт в выбранной топологии.

Условная теорема 8.25. Constant-rank local model. [COND] Если F является C^r , DF_μ имеет постоянный ранг в окрестности, gauge-action свободно и собственно на выбранном секторе, а descent effective, то M_{NAPG}/G локально является C^r -многообразием с касательным пространством $H^2_{\text{red}}(\mu)$.

Граница. [OPEN] При ненулевом стабилизаторе, непостоянном ранге или неэффективном quotient корректным объектом является tangent complex либо stacky/derived local model, а не обычное касательное расслоение.

52.2. Линеаризационный горизонт

Определение 8.26. Linearization horizon. [DEF-A] Обозначим Δ_{lin} объединение параметров, где: rank DF скачет; tangent module не локально свободен; stabilizer dimension меняется; projective chart попадает в полюс λ ; pairing tangent/cotangent вырождается; tangent cone не является линейным пространством; второй порядок неразрешим; либо $D/\text{Dom}/\text{descent}$ теряют валидность.

$$\Delta_{\text{safe}} = \Delta_{\text{total}} \cup \Delta_{\text{lin}}.$$

Теорема 8.27. Local constancy outside the horizon. [COND] В конечномерной C^r -модели при гипотезах теоремы 8.25 размеры Z^2_{NAPG} , $\text{im } d^1$, $\text{Der } \mathfrak{G}$ и H^2_{red} локально постоянны на каждой связной компоненте дополнения Δ_{safe} . Изменение этих дискретных профилей требует пересечения Δ_{safe} .

Предупреждение. [OPEN] Попадание в Δ_{safe} является необходимым локатором возможной перестройки, но не доказывает сам переход. Это фильтр кандидатов, а не пророческий оракул, как бы заманчиво ни было поручить матрице Якоби карьеру Пифии.

53. Дифференциал проективно-гармонической координаты

53.1. Логарифмическая производная λ

Теорема 8.28. Differential of cross-ratio. [THM] В аффинной карте вне диагоналей и полюсов для $\lambda=((u-r)(i-d))/((u-d)(i-r))$ справедливо

$$d\lambda/\lambda = (du-dr)/(u-r) + (di-dd)/(i-d) - (du-dd)/(u-d) - (di-dr)/(i-r).$$

Следствие 8.29. Tangent to the harmonic locus. [THM/COND] В гладкой точке $\lambda=-1$ касательное пространство гармонического локуса задаётся $\ker d\lambda$, если $d\lambda \neq 0$. Если $d\lambda=0$, гармонический локус сингулярен или имеет более высокий порядок контакта, и требуется Hessian/jet-анализ.

53.2. Вырождение квадратичного дефекта

Определение 8.30. Smooth harmonic risk. [DEF-A] Для $K=\mathbb{R}$ или $\mathbb{C}$ положим $q=|\lambda+1|^2$ на области, где λ определена. Тогда $Dq(v)=2 \operatorname{Re}(\operatorname{conj}(\lambda+1) \cdot D\lambda(v))$.

Теорема 8.31. First-order blindness at exact harmony. [THM] На точном гармоническом локусе $\lambda=-1$ имеем $Dq=0$ для всех направлений. Следовательно, градиент q не различает сохранение и разрушение гармонии в первом порядке. Второй дифференциал на направлении v содержит $2|D\lambda(v)|^2$ и становится первым невырожденным тестом, если $D\lambda(v) \neq 0$.

Значение для KLT-RBD

Алгоритм, который ранжирует направления только по первой производной δ_{truth}^2 в уже гармонической точке, неизбежно возвращает ничью. В v0.6 это не ошибка данных, а доказанное вырождение критерия. Требуется $d\lambda$, Hessian или более высокий jet.

54. Локальный предсказательный конус

54.1. Составная карта ограничений

Определение 8.32. Structural constraint map. [DEF-A] Пусть $G=(F_NAPG, \Pi, h, B_D, B_Dom, B_glue)$, где $h=\lambda+1$, а последние компоненты кодируют доказательные и глобализационные блоки в выбранной гладкой модели. В точке x с $G(x)=0$ линейно допустимые направления образуют $\ker DG_x$.

Определение 8.33. Integrable predictive direction. [DEF-A] Направление v получает статус INT-DIR, если: $v \in C_x(G^{-1}\{0\})$; существует second-order witness w ; имеется допустимая дуга $x(t)$ с $x(0)=x$, $x'(0)=v$; Evidence-D и Dom продолжаются вдоль дуги; harmonic criterion проверен на нужном jet-порядке; $Block_tan = \emptyset$.

$$Block_tan = B_rank \cup B_cone \cup B_ob2 \cup B_arc \cup B_dual \cup B_lambda \cup B_D \cup B_Dom \cup B_glue.$$

Теорема 8.34. Tangent-safe predictive transport. [COND] При изоморфизме NAPG-объектов, сохраняющем F , gauge-action, projective-Reper atlas, Evidence-D и descent, образ интегрируемого направления снова интегрируем, а статус INT-DIR инвариантен.

Теорема 8.35. No-event from tangent data alone. [THM] Из существования ненулевого $H^2_red(\mu)$, большого Zariski tangent space или направления $Dq < 0$ не следует существование будущего события. Без cone/obstruction/arc witnesses допустим только статус FORMAL-DIRECTION либо ABSTAIN.

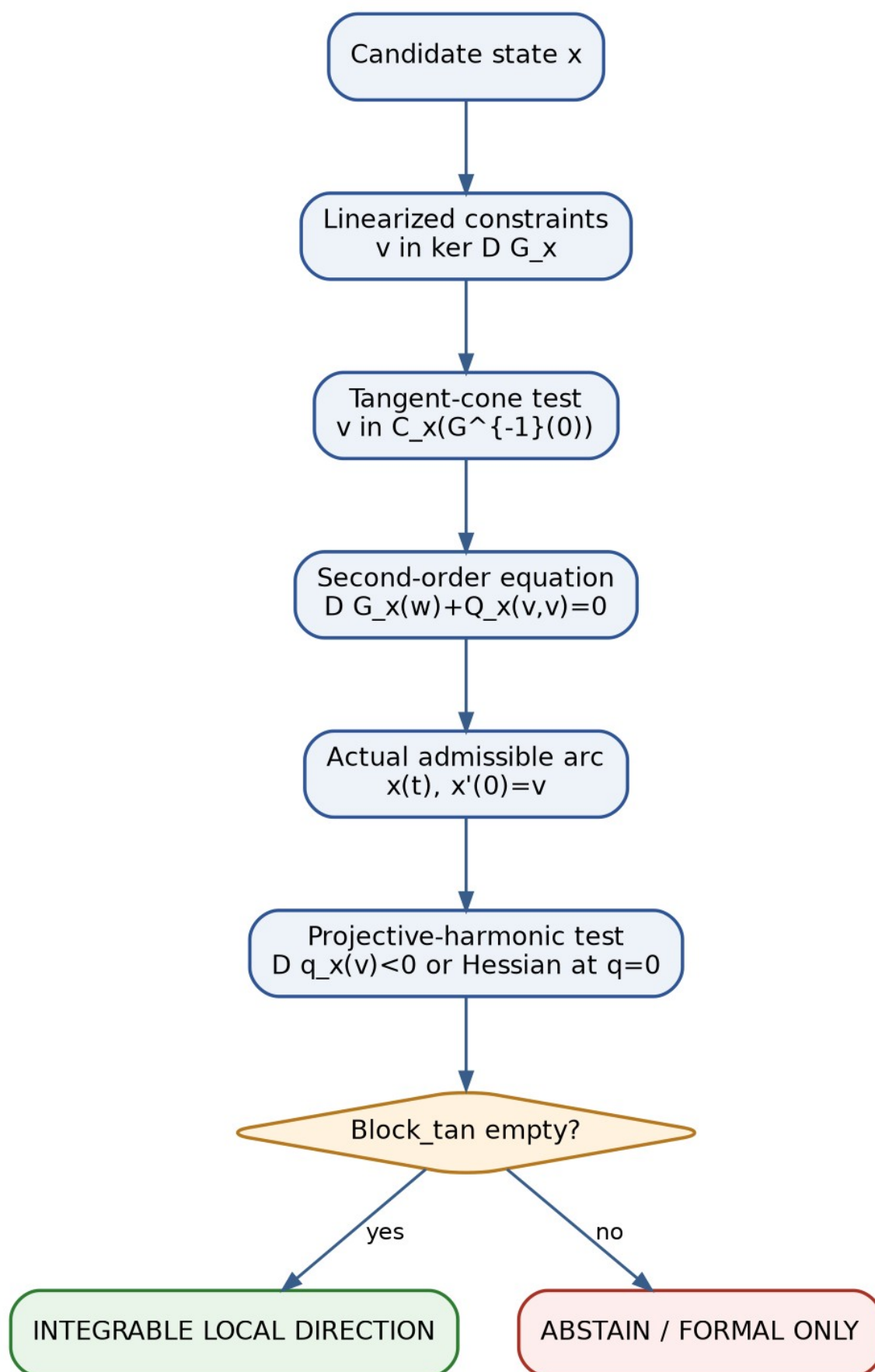


Рисунок 16. Локальный предсказательный шлюз v0.6: от линейного направления к интегрируемой допустимой дуге.
Собственная схема Тома II.

55. Вычислительный сертификат tangent/cotangent v0.6

55.1. Объекты сертификата

ID	Объект	Обязательные поля
TAN-01	ambient coefficient model	basis, grading, structure equations, Dom, exact field
JAC-02	Jacobian DF	symbolic matrix, rank, minors, parameter domain
GAU-03	gauge differential d^1	End_6 basis, orbit rank, stabilizer basis
H2R-04	reduced tangent	Z^2 basis, $\text{im } d^1$ basis, quotient representatives
COT-05	cotangent/conormal	m/m^2 or Jacobian row module, duality assumptions
CON-06	tangent cone	initial ideal, Gröbner order, reduced/nonreduced flag
OB2-07	second-order obstruction	$Q(v,v)$, target quotient, solver witness
ARC-08	integrable arc	series coefficients, residual order, convergence/formal flag
LAM-09	λ -jet	domain, $d\lambda$, Hessian, pole distance, chart witness
RUN-10	reproducibility	code/data hash, CAS version, exact/interval mode, independent run

55.2. Автоматические тесты

- TEST-TAN-01: проверить типы и размеры C^2_{adm} , F и DF;
- TEST-DER-02: $\ker d^1$ совпадает с прямым решением уравнений деривации;
- TEST-ORB-03: $\text{rank im } d^1$ равен размерности инфинитезимальной орбиты;
- TEST-H2-04: представители quotient независимы modulo $\text{im } d^1$;
- TEST-COT-05: pairing tangent/cotangent невырожден только при заявленных гипотезах;
- TEST-CONE-06: initial ideal и tangent cone вычислены в точной арифметике;
- TEST-NODE-07: пример $xy=0$ отклоняет направление (1,1) на cone/arc gate;
- TEST-ASS-08: $\text{Ass}_{\{\mu+tv\}} = \text{Ass}_{\mu} + t \text{DAss}_{\mu v} + t^2 \text{Ass}_v$ проверено символически;
- TEST-OB2-09: second-order equation решено либо возвращён obstruction class;
- TEST-LAM-10: $d\lambda$ совпадает при допустимой PGL_2 -смене карты;
- TEST-HARM-11: $D|\lambda+1|^2=0$ на $\lambda=-1$ и Hessian вычислен;
- TEST-HOR-12: rank/stabilizer/pole/projectivity jumps включены в Δ_{lin} ;
- TEST-GATE-13: отсутствие arc witness принудительно даёт FORMAL-DIRECTION/ABSTAIN;
- TEST-HASH-14: все входы и proof objects имеют совпадающие контрольные хеши.

55.3. Blocker-safe псевдокод

```
INPUT: local model x=(mu,reper,D,Dom), constraints G, candidate direction v
1. compute J = D G_x and test v in ker J; otherwise REJECT
2. compute tangent cone; if v not in cone, return ABSTAIN(B_cone)
3. solve D G_x(w)+Q_x(v,v)=0; if impossible, return OBSTRUCTED
4. construct formal/analytic arc and verify residual order; else FORMAL-DIRECTION
5. evaluate lambda jet, Evidence-D, Dom, descent and duality blockers
6. if Block_tan is empty: INT-DIR; never promote to EVENT without domain validation.
```


56. Теоремный пакет и доказательные обязательства v0.6

56.1. Реестр формальных результатов

ID	Результат	Статус	Зависимости
T8.2	dual-number tangent = derivations	THM	affine local model
T8.7	tangent cone embeds in tangent space	CL	local algebra
T8.12	formula for DAss_μ	THM	bilinearity
T8.15	stabilizer = structural derivations	THM	gauge action
T8.18	no canonical $T \cong T^*$	THM	linear algebra
T8.21	first order does not imply integrability	THM	cone/arc comparison
T8.22	quadratic onset at zero multiplication	THM	A_2 model
T8.25	constant-rank smooth quotient	COND	free proper gauge
T8.27	profile constancy outside Δ_{safe}	COND	regular finite model
T8.28	differential of λ	THM	away from poles
T8.31	first-order blindness of $ \lambda+1 ^2$	THM	R/C smooth chart
T8.35	no event from tangent data alone	THM	definition of event gate

56.2. Обновление матрицы доказательных обязательств

PO	Содержание	Статус	Следующее действие
T2-PO-041	Сравнение curve/dual-number/derivation tangent	CLOSED/LOCAL	теорема 8.2; глобализовать по атласу
T2-PO-042	Кокасательный модуль NAPG вне commutative envelope	OPEN	задать универсальный bimodule differential
T2-PO-043	Формула линеаризации Ass	CLOSED	теорема 8.12
T2-PO-044	Gauge complex и Der-stabilizer	CLOSED	теорема 8.15
T2-PO-045	Finite-projective tangent/cotangent duality	CLOSED/COND	проверять на моделях
T2-PO-046	Tangent cone для пространства NAPG-операций	OPEN	вычислить initial ideals A_2/M_2 /octonions
T2-PO-047	Second-order obstruction map	OPEN	связать Q с $\Theta_{\min}$ и O_B
T2-PO-048	Интегрируемость H^2_{red} классов	OPEN	построить formal arcs и versal model
T2-PO-049	Smooth locus quotient NAPG	OPEN	проверить free/proper или stacky replacement
T2-PO-050	Differential/Hessian λ	CLOSED/LOCAL	теоремы 8.28 и 8.31
T2-PO-051	Linearization horizon Δ_{lin}	DEFINED/OPEN	вычислить на параметрических моделях
T2-PO-052	Tangent-safe predictive certificate	OPEN	реализовать TEST-TAN-01 - TEST-HASH-14
T2-PO-053	Independent domain run	OPEN	только после адаптера и preregistration

57. Библиографическая синхронизация и контрольная точка v0.6

57.1. Первичные и канонические источники

[V0.6-1] The Stacks Project, Tag 0B28: Tangent spaces. [\[источник\]](#)

[V0.6-2] The Stacks Project, Tag 00RM: Kähler differentials and universal derivations. [\[источник\]](#)

[V0.6-3] The Stacks Project, Chapter 92, Tag 08P5: The Cotangent Complex. [\[источник\]](#)

[V0.6-4] The Stacks Project, Tag 06I2: Tangent spaces of functors. [\[источник\]](#)

[V0.6-5] The Stacks Project, Tag 02GZ: Formally smooth morphisms. [\[источник\]](#)

[V0.6-6] Schlessinger, M. Functors of Artin Rings. Transactions AMS 130 (1968), 208-222. [\[источник\]](#)

[V0.6-7] Nijenhuis, A.; Richardson, R. W. Cohomology and Deformations of Algebraic Structures. Bull. AMS 70 (1964), 406-411. [\[источник\]](#)

[V0.6-8] Nijenhuis, A.; Richardson, R. W. Cohomology and Deformations in Graded Lie Algebras. Bull. AMS 72 (1966), 1-29. [\[источник\]](#)

[V0.6-9] Gerstenhaber, M. On the Deformation of Rings and Algebras II. Annals of Mathematics 84 (1966), 1-19. [\[источник\]](#)

[V0.6-10] Kurpishev, I. B. Том I v197 RU; Том II T2-RP-v0.1-v0.5. Канонические внутренние источники проекта.

Граница prior art и авторского вклада

Классические tangent spaces, Kähler differentials, tangent cones, formal smoothness, cotangent complexes и deformation functors относятся к prior art. Авторская линия v0.6 состоит в типизированном соединении этих конструкций с NAPG_q, $R \star R$, $\Theta_{\min}$, $\text{Reper}(R, I, U; D)$, projective-harmonic λ -jet, blocker-safe linearization horizon и сертификатом интегрируемого направления KLT-RBD. Статус этой архитектуры остаётся математическим и программно-методологическим до независимой предметной проверки.

57.2. Контрольная точка T2-RP-v0.6

Фиксация выпуска	Значение
Канонический источник	tom2_v0_5.docx + tom2_v0_5.pdf
Новый математический слой	глава 8: tangent/cotangent, tangent cone, deformation complex, smoothness
Закрытые обязательства	T2-PO-041, 043, 044, 050; условно 045
Открытые обязательства	T2-PO-042, 046-049, 051-053
Доказательная граница	truth_layer_promotion=0
Следующая точка	T2-RP-v0.7: связности, кривизна, голономия и ассоциаторная кривизна

checkpoint=T2-RP-v0.6; source=T2-RP-v0.5; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.7.

58. Глава 9: связности, кривизна, голономия и ассоциаторная кривизна

ОНТОЛОГИЯ	Связность не является ещё одной операцией в волокне. Она задаёт правило сравнения элементов разных волокон. Кривизна измеряет дефект коммутативности инфинитезимальных переносов, а голономия хранит глобальную память замкнутых путей.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Ассоциатор и кривизна принадлежат разным типам данных. Первый является тернарным алгебраическим тензором волокна, вторая - двумерной формой со значениями в эндоморфизмах. Их связь требует явно заданного функтора, совместимой связности и доказанной естественности.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	В наблюдаемом обходе порядок локальных действий может оставлять глобальный след. Но этот след нельзя объявлять ассоциатором: сначала необходимо показать, какой объект переносится, какая операция сохраняется и какой дефект измеряется.
ГРАНИЦА	Формулы $Hol_D = Ass_{\odot}$, $R_{\nabla} = Ass_{\odot}$ и «ненулевая неассоциативность порождает кривизну» запрещены как нетипизированные. В v0.7 допускаются только C_{∇} , ∇Ass , K_{Ass} и H_{Ass} с явными Dom/Cod и статусами.

Статус раздела: theorem/conditional package v0.7. Классический слой связностей и голономии отделён от авторского NAPG-моста. Физический экспорт отсутствует; результат относится к математической геометрии расслоений и к внутреннему предсказательному аудиту.



Рисунок 17. Два слоя и четыре допустимых моста: C_{∇} , ∇Ass , K_{Ass} и H_{Ass} . Собственная схема Тома II.

59. Типизированная NAPG-связность и D-допустимые пути

59.1. Алгебраическое расслоение

Определение 9.1. Алгебраическое NAPG-расслоение.[DEF-A] Пусть X - гладкий сектор пакетного многообразия, $\pi: A \rightarrow X$ - конечномерное векторное расслоение над полем K , а $\mu \in \Gamma(\text{Hom}(A \otimes A, A))$ - гладкое поле билинейных операций. В каждой точке x операция μ_x задаёт волоконную алгебру $(A_x, \odot_x)$. Структурные данные $\mathfrak{G}$, градуировка и D/Dom -ограничения рассматриваются как дополнительные подрасслоения или допустимые подмножества.

$$\mu_x : A_x \otimes A_x \rightarrow A_x, \quad a \odot_x b := \mu_x(a, b).$$

Область определения операции может быть полной или частичной. В частичном случае все дальнейшие тензоры определяются только на подрасслоении $\text{Dom}_{\odot} \subset A \times_X A$, устойчивым относительно используемого транспорта.

Определение 9.2. D-допустимая категория путей.[DEF-A] Обозначим $P_D(X)$ категорию, объектами которой являются точки X , а морфизмами - кусочно C^1 -пути γ , удовлетворяющие Dom -ограничениям и снабжённые пакетом Evidence-D. Требуется замкнутость относительно постоянных путей, допустимой репараметризации и композиции. Для определения группы голономии дополнительно требуется допустимость обращения пути.

Условие	Смысл	Если нарушено
P1	Путь остаётся внутри Dom выбранного сектора	transport undefined
P2	Evidence-D привязан к пути и версии данных	foundation blocker
P3	Композиция допустимых путей допустима	нет категории путей
P4	Обратный путь допустим для петель	Hol_D может быть лишь моноидом
P5	Локальные решения transport ODE существуют и единственны	нет P_γ

59.2. Связность и параллельный перенос

Определение 9.3. NAPG-связность.[DEF-A] Связностью на A называется K -линейный оператор $\nabla: \Gamma(A) \rightarrow \Omega^1(X; A)$, удовлетворяющий правилу Лейбница по скалярам: $\nabla(fs) = df \otimes s + f \nabla s$. Связность называется структурно допустимой, если сохраняет градуировку, подрасслоения $\mathfrak{G}$ и Dom -ограничения в явно указанном смысле.

$$\nabla : \Gamma(A) \rightarrow \Omega^1(X; A), \quad \nabla(f s) = df \otimes s + f \nabla s.$$

Определение 9.4. Параллельный перенос.[CL/DEF-A] Для $\gamma: [0, 1] \rightarrow X$ оператор $P_\gamma: A_{\gamma(0)} \rightarrow A_{\gamma(1)}$ определяется решением $\nabla_{\gamma} \{ \dot{\gamma} \} s = 0$. В конечномерном гладком расслоении существование и единственность следуют из стандартной теории линейных ODE вдоль пути.

Теорема 9.5. Ассоциативность композиции переносов.[THM] Если $\gamma_1: x \rightarrow y$ и $\gamma_2: y \rightarrow z$ допустимы, то $P_{\{\gamma_2 * \gamma_1\}} = P_{\{\gamma_2\}} \circ P_{\{\gamma_1\}}$. Для трёх путей обе расстановки скобок дают один и тот же линейный оператор. Поэтому ассоциатор обычной композиции параллельных переносов тождественно равен нулю.

$$(P_{\{\gamma_3\}} \circ P_{\{\gamma_2\}}) \circ P_{\{\gamma_1\}} = P_{\{\gamma_3\}} \circ (P_{\{\gamma_2\}} \circ P_{\{\gamma_1\}}).$$

Доказательство. Оба оператора переводят начальное значение в единственное параллельное решение вдоль одной и той же составной кривой. Равенство скобок является ассоциативностью композиции отображений, а не свойством операции $\odot$ в волокне.

Следствие 9.6. Первый no-go.[THM] Hol_D не может быть буквально отождествлена с $\text{Ass}_\odot$: Hol_D состоит из линейных автоморфизмов волокна, тогда как $\text{Ass}_\odot$ является тернарным отображением $A_x^3 \rightarrow A_x$.

60. Кривизна, малые контуры и D-голономия

60.1. Кривизна связности

Определение 9.7. Кривизна.[CL] Для векторных полей X, Y положим $R_\nabla(X, Y) = [\nabla_X, \nabla_Y] - \nabla_{[X, Y]}$. Это 2-форма со значениями в $\text{End}(A)$.

$$R_\nabla \in \Omega^2(X; \text{End}(A)), \quad R_\nabla(X, Y) = [\nabla_X, \nabla_Y] - \nabla_{[X, Y]}.$$

Определение 9.8. Мало контурный сертификат.[DEF-A] Пусть $\square_\varepsilon(X, Y)$ - ориентированный малый прямоугольный контур, целиком лежащий в D-допустимом секторе. Знак кривизны фиксируется соглашением

$$R_\nabla(X, Y) = - \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \varepsilon^{-2} (P_{\square_\varepsilon(X, Y)} - \text{Id}),$$

если предел существует в выбранной тривиализации. Иная ориентация меняет знак, но не тип объекта и не инвариантный вывод о ненулевой кривизне.

Теорема 9.9. Малый контур локализует кривизну.[CL/THM] Для C^2 -связности $P_{\square_\varepsilon} = \text{Id} - \varepsilon^2 R_\nabla(X, Y) + O(\varepsilon^3)$ в фиксированном соглашении. Следовательно, кривизна является первым нетривиальным коэффициентом голономии малых петель, но не ассоциатором композиции переносов.

60.2. D-голономия

Определение 9.10. D-голономия.[DEF-A] Для $x \in X$ положим $\text{Hol}_D(x) = \{P_\gamma \mid \gamma - D\text{-допустимая петля в } x\}$. Если $P_D(X)$ замкнута относительно обращения, $\text{Hol}_D(x)$ является подгруппой $\text{GL}(A_x)$. Компонента, порождённая стягиваемыми допустимыми петлями, обозначается $\text{Hol}_D^0(x)$.

$$\text{Hol}_D(x) \subset \text{GL}(A_x).$$

Предложение 9.11. Смена базовой точки.[THM] Для допустимого пути $\eta: x \rightarrow y$ выполняется $\text{Hol}_D(y) = P_\eta \text{Hol}_D(x) P_\eta^{-1}$, если конъюгирование сохраняет класс D-допустимых петель. Поэтому матрицы голономии зависят от калибровки, а размерность, сопряжённый класс и инвариантные полиномы являются корректными кандидатами для базы RBD.

Теорема 9.12. Ambrose-Singer, классический слой.[CL] Для обычной гладкой связности алгебра ограниченной голономии порождается параллельно перенесёнными значениями кривизны. В v0.7 эта теорема используется только для полной категории гладких путей либо для D-подкатегории после отдельной проверки доступности необходимых контуров.

Гипотеза 9.13. D-Ambrose-Singer bridge.[COND/OPEN] Если D-допустимые пути образуют регулярную управляемую систему, локально содержат необходимые малые прямоугольники и устойчивы относительно транспортировки кривизны, то $\text{Lie}(\text{Hol}_D^0(x))$ порождается D-доступными переносами R_∇ . Без этих условий утверждение не импортируется автоматически.

61. Совместимость связности с пакетным умножением

61.1. Дефект Лейбница для $\odot$

Определение 9.14. Дефект произведения.[DEF-A] Для $X \in TX$ и локальных сечений a, b определим

$$C_\nabla(X; a, b) = \nabla_X(a \odot b) - (\nabla_X a) \odot b - a \odot (\nabla_X b).$$

Это тензор типа $T^*X \otimes \text{Hom}(A \otimes A, A)$, если операция и связность гладкие и всюду определены на рассматриваемом секторе.

Определение 9.15. Product-compatible connection.[DEF-A] Связность совместима с $\odot$, если $C_\nabla = 0$. Тогда μ является параллельным тензором.

Теорема 9.16. Перенос сохраняет произведение.[THM] На связном D-секторе $C_\nabla = 0$ тогда и только тогда, когда каждый допустимый параллельный перенос является гомоморфизмом волоконных алгебр:

$$P_{\gamma}(a \odot_x b) = P_{\gamma}(a) \odot_y P_{\gamma}(b).$$

Доказательство. В прямом направлении разность двух сторон удовлетворяет однородному линейному ODE с нулевым начальным значением. В обратном направлении дифференцирование равенства по короткому пути даёт $C_{\nabla} = 0$.

Следствие 9.17. Голономное сохранение структуры.[THM] Если $C_{\nabla} = 0$, то $\text{Hol}_D(x) \subset \text{Aut}(A_x, \odot_x)$. Следовательно, голономия сохраняет $\text{Ass}_{\odot}$, nucleus, центр, идеал J_{Ass} и полный $R \star R$ -сертификат, когда эти конструкции функториальны относительно алгебраических автоморфизмов.

61.2. Дефекты конечного переноса

Определение 9.18. Multiplication holonomy defect.[DEF-A] Для пути $\gamma: x \rightarrow y$ положим

$$H_{\odot}(\gamma; a, b) = P_{\gamma}(a \odot_x b) - P_{\gamma}(a) \odot_y P_{\gamma}(b).$$

Определение 9.19. Associator holonomy defect.[DEF-A] Для тройки $a, b, c \in A_x$ положим

$$H_{\text{Ass}}(\gamma; a, b, c) = P_{\gamma} \text{Ass}_x(a, b, c) - \text{Ass}_y(P_{\gamma}a, P_{\gamma}b, P_{\gamma}c).$$

H_{Ass} измеряет не голономию саму по себе, а несохранение тернарного тензора Ass при выбранном переносе. Это типизированный объект и потому пригоден для вычислительного сертификата.

62. Ковариантная производная и ассоциаторная кривизна

62.1. Точная формула для ∇Ass

Теорема 9.20. Производная ассоциатора через C_{∇} .[THM] Для индуцированной связности на $\text{Hom}(A \otimes^3, A)$ справедливо

$$(\nabla_X \text{Ass})(a, b, c) = C_X(a, b) \odot c + C_X(a \odot b, c) - a \odot C_X(b, c) - C_X(a, b \odot c).$$

Доказательство получается прямым дифференцированием $(a \odot b) \odot c - a \odot (b \odot c)$ и сокращением членов, содержащих $\nabla a, \nabla b, \nabla c$. Формула показывает, что мост не является метафорой: он вычисляется из дефекта совместимости связности с бинарной операцией.

Следствие 9.21.[THM] $C_{\nabla} = 0 \Rightarrow \nabla \text{Ass} = 0 \Rightarrow H_{\text{Ass}}(\gamma) = 0$ для всех допустимых путей. Обратные импликации в общем случае неверны: в ассоциативной алгебре $\text{Ass} = 0$ сохраняется любой связностью, даже если $C_{\nabla} \neq 0$.

62.2. Индуцированная кривизна на тернарных тензорах

Определение 9.22. Ассоциаторная кривизна Курпишева в строгом внутреннем смысле.[DEF-A] В v0.7 термином K_{Ass} обозначается не обычная кривизна и не сам ассоциатор, а действие кривизны индуцированной связности на поле Ass :

$$K_{\text{Ass}}(X, Y) := R_{\nabla}^{\wedge \{ (3, 1) \}}(X, Y) \text{Ass} \in \text{Hom}(A \otimes^3, A).$$

Поточечная формула имеет вид

$$K_{\text{Ass}}(X, Y)(a, b, c) = R_{\nabla}(X, Y) \text{Ass}(a, b, c) - \text{Ass}(R_{\nabla} a, b, c) - \text{Ass}(a, R_{\nabla} b, c) - \text{Ass}(a, b, R_{\nabla} c).$$

Теорема 9.23. Необходимое условие параллельности.[THM] Если $\nabla \text{Ass} = 0$, то $K_{\text{Ass}} = 0$. Поэтому ненулевой K_{Ass} является локальным препятствием к параллельности ассоциатора.

Предупреждение 9.24.[OPEN] $K_{\text{Ass}} = 0$ не влечёт $\nabla \text{Ass} = 0$ без дополнительных условий. Даже плоская индуцированная связность может иметь непараллельное выбранное поле тензоров. Глобальное восстановление требует голономного принципа и начального инвариантного значения.

Определение 9.25. Полный bridge package.[DEF-A] Ассоциаторно-голономный мост хранится как четвёрка

$$B_{\text{Ass}}(\nabla, \odot) = (C_{\nabla}, \nabla \text{Ass}, K_{\text{Ass}}, H_{\text{Ass}}).$$

Удаление любой компоненты снижает разрешающую способность аудита: C_{∇} контролирует бинарную структуру, ∇Ass - первый порядок, K_{Ass} - кривизну индуцированной связи, H_{Ass} - конечный перенос.

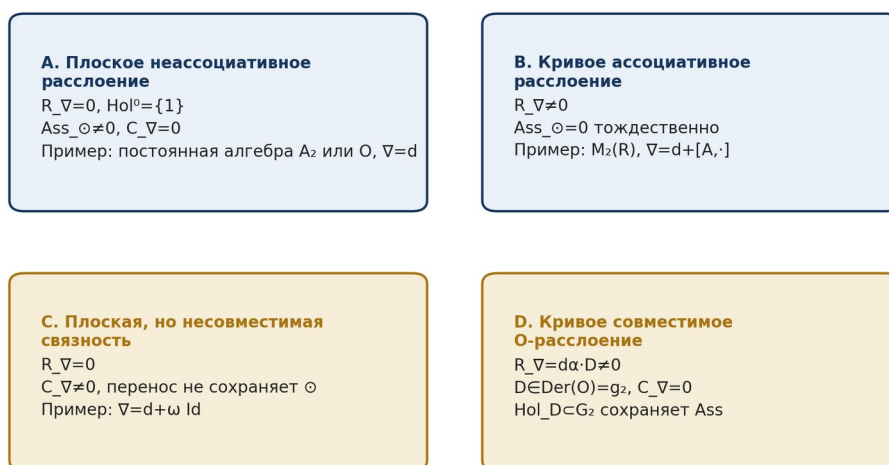
62.3. Голономный принцип для ассоциатора

Теорема 9.26. Holonomy principle.[CL/THM] На связном секторе параллельные тензорные поля типа $(3,1)$ находятся во взаимно однозначном соответствии с тензорами в одной точке, инвариантными относительно полной голономии. Поэтому глобальный параллельный ассоциатор существует из начального Ass_x тогда и только тогда, когда Ass_x фиксирован $Hol_D(x)$, при условии что D -пути соединяют сектор и transport path-independence обеспечена голономной инвариантностью.

Граница 9.27.[OPEN] Параллельное поле, восстановленное из Ass_x , не обязано совпадать с ассоциатором фактического поля операций μ_y . Для совпадения требуется $C_\nabla=0$ либо отдельная проверка $\mu_y=P_y \mu_x$.

63. Контрмодели и нетривиальная совместимая модель

Четыре модели, запрещающие универсальное тождество «кривизна = ассоциатор»



Следствие: ни $Ass_\odot$ не определяет R_∇/Hol_D , ни R_∇/Hol_D не определяют $Ass_\odot$ без дополнительных мостовых данных.

Рисунок 18. Четыре модели, разделяющие кривизну, голономию, совместимость и ассоциатор. Собственная схема Тома II.

63.1. Плоская неассоциативная модель

Пример 9.28.[THM/EX] Пусть $X=R^2$, $A=X \times A_2$, операция μ постоянна и неассоциативна, а $\nabla=d$. Тогда $R_\nabla=0$, $Hol^0=\{Id\}$, $C_\nabla=0$, но $Ass_\odot \neq 0$. Следовательно, ненулевой ассоциатор не порождает кривизну автоматически.

63.2. Кривая ассоциативная модель

Пример 9.29.[THM/EX] Пусть $A=X \times M_2(R)$, $\nabla=d+[B, \cdot]$, где $B=x \, dy \cdot H$ и $H \in M_2(R)$. Тогда $R_\nabla=dx \wedge dy \cdot ad_H$ может быть ненулевой, но $Ass_\odot=0$, поскольку матричное умножение ассоциативно. Значит, кривизна не порождает неассоциативность автоматически.

63.3. Плоская, но несовместимая связность

Пример 9.30.[THM/EX] На постоянном алгебраическом расслоении положим $\nabla=d+\omega \text{ Id}$, где $d\omega=0$. Тогда $R_\nabla=0$, но $C_\nabla(X;a,b)=-\omega(X)(a \odot b)$. Открытый перенос масштабирует элементы и обычно не является алгебраическим гомоморфизмом. Плоскостность не означает сохранение пакетного произведения.

63.4. Кривая совместимая октонионная модель

Пример 9.31.[MODEL/THM] Пусть $A=R^2 \times O$, $D \in Der(O)$, $D \neq 0$, и $\nabla=d+x \, dy \cdot D$. Поскольку D является деривацией, $C_\nabla=0$. Кривизна равна $R_\nabla=dx \wedge dy \cdot D \neq 0$, а Hol_D действует алгебраическими

автоморфизмами O , то есть лежит в G_2 . Ассоциатор ненулевой, но параллелен и сохраняется голономией.

Эта модель показывает допустимую форму моста: не «кривизна равна ассоциатору», а «кривизна принимает значения в алгебре дериваций, поэтому голономия сохраняет умножение и порождённый им ассоциатор».

Теорема 9.32. Universal-equality no-go.[THM] На классе всех алгебраических расслоений не существует универсального тождества, определяющего R_∇ или Hol_D только по $Ass_\odot$, и не существует обратного универсального определения $Ass_\odot$ только по R_∇ или Hol_D . Доказательство дают пары примеров 9.28-9.31.

64. Akivis/Sabinin-мост и его доказательные обязательства

64.1. Классический локально-петлевой слой

Определение 9.33. Akivis-алгебра.[CL] Векторное пространство V с антисимметричной бинарной операцией $[x,y]$ и тернарной операцией (x,y,z) называется Akivis-алгеброй, если якобиатор бинарной операции равен знакопеременной сумме тернарной операции:

$$[[x,y],z]+[[y,z],x]+[[z,x],y] = \Sigma_{\text{cyc}} ((x,y,z)-(y,x,z)).$$

В геометрии локальных луп бинарная и тернарная операции возникают из низших членов разложения локального умножения и связаны с кручением, кривизной и ассоциативным дефектом. Этот классический факт даёт возможный интерфейс, но не готовое отождествление с NAPG-ассоциатором.

Определение 9.34. Bridge datum β .[DEF-A] Мостом от волоконной NAPG-алгебры к локальной Akivis-структуре называется семейство линейных карт $J_x:A_x \rightarrow T_xX$ или в более общем случае функтор β_x между тернарными носителями, для которого определены диаграммы

$$\beta_x \circ Ass_\odot = A_{\text{geo}} \circ (J_x \otimes J_x \otimes J_x).$$

Код	Обязательство моста	Статус v0.7
B-AK1	Dom/Cod J_x и β_x заданы типизированно	OPEN
B-AK2	J_x совместим с градуировкой и D/Dom	OPEN
B-AK3	Существует локальная лупа/экспоненциальная модель	COND
B-AK4	Akivis identity выполнена для образа	OPEN
B-AK5	β естественна относительно NAPG-морфизмов	OPEN
B-AK6	β intertwines выбранные связности	OPEN
B-AK7	Результат независим от карты/калибровки	OPEN
B-AK8	Вычислительный сертификат воспроизводим	OPEN

Условная теорема 9.35. Curvature-associator transport.[COND] Если B-AK1-B-AK8 выполнены и β является параллельным intertwiner, то β переносит ∇Ass в ковариантную производную геометрического тернарного тензора и удовлетворяет

$$\beta(K_{Ass})=R_{\text{geo}}^{\wedge(3,1)}(\beta(Ass)).$$

Теорема утверждает естественность уже построенного моста. Она не доказывает существование β . До закрытия B-AK1-B-AK8 общий геометрический мост остаётся доказательным обязательством T2-PO-060.

65. Голономные инварианты предсказательного метода

65.1. Инвариантная сигнатура

Определение 9.36. D-holonomy signature.[DEF-A] Для параметра t определим сигнатуру

$$\Sigma_{\text{Hol}}(t) = (\dim \mathfrak{h}_D, \text{rank } G_N, \text{Inv}(R_{\nabla}), \dim \text{Stab}(\text{Ass}), \|C_{\nabla}\|, \|\nabla \text{Ass}\|, \|K_{\text{Ass}}\|, \delta_{\text{truth}}, \text{CGI}).$$

Здесь $\mathfrak{h}_D$ - Lie-алгебра доступной голономии, G_N - матрица конечного сертификата генераторов до порядка N , $\text{Inv}(R_{\nabla})$ - только калибровочно-инвариантные полиномы или спектральные данные. Сырые коэффициенты матрицы без фиксированной калибровки в RBD как инварианты не записываются.

Определение 9.37. Конечный голономный сертификат.[DEF-A] Выбирается конечное семейство D -допустимых путей η_j и ковариантных производных кривизны до порядка N . После переноса в базовую точку их координаты образуют матрицу $G_N(t)$. Её ранг $r_N(t)$ является воспроизводимым конечным приближением к размерности порождённого подпространства голономии.

Теорема 9.38. Локальная постоянность конечного ранга.[THM] Если элементы $G_N(t)$ аналитичны и некоторый максимальный $r \times r$ минор не обращается в нуль на интервале I , то $\text{rank } G_N(t) = r$ на I . Изменение ранга возможно только на нулевом множестве соответствующих миноров либо при выходе из Dom.

Граница 9.39.[COND] Ранг G_N равен размерности полной алгебры голономии только после доказательства стабилизации и полноты сертификата. Без этого r_N является нижней оценкой и диагностическим признаком.

65.2. Голономный горизонт

Определение 9.40. Голономный горизонт.[DEF-A] Обозначим $\Delta_{\text{Hol},N}$ объединение параметров, где: меняется категория P_D ; исчезает transport existence; все выбранные максимальные миноры G_N обращаются в нуль; меняется размерность стабилизатора Ass; возникает полюс λ ; нарушается $C_{\nabla} = 0$; либо теряется глобализация Evidence-D.

$$\Delta_{\text{conn}} = \Delta_{\text{safe}} \cup \Delta_{\text{Hol},N} \cup \Delta_{\text{bridge}}.$$

Теорема 9.41. Negative holonomy prediction.[COND] Если семейство аналитично, сертификат G_N полон и стабилизирован, путь параметров не пересекает Δ_{conn} , а D/Dom и калибровочная категория неизменны, то размерность голономной алгебры, тип её действия на Ass и статус совместимости остаются постоянными. Внутри этой модели структурный переход соответствующего типа исключён. Это отрицательный прогноз: он говорит, где переход невозможен при данных гипотезах. Пересечение горизонта означает только появление кандидата, а не фактическое событие.

66. Проективный перенос Reper и невозможность изменения λ общим PGL_2 -движением

Теорема 9.42. Common-projective transport invariance.[THM] Пусть четыре точки Reper $p = (r, i, u, d)$ переносятся одним и тем же PGL_2 -преобразованием g_t . Тогда

$$\lambda(g_{tu}, g_{ti}; g_{tr}, g_{td}) = \lambda(u, i; r, d).$$

Следовательно, чистый общий проективный перенос не приближает и не удаляет Reper от гармонического значения. Для изменения λ необходимо относительное движение компонент, непроективный транспорт, смена D/Dom или прохождение через вырожденную конфигурацию.

Следствие 9.43. Relative-transport necessity.[THM] Если наблюдается $d\lambda/dt \neq 0$ вне полюсов, то скорости r, i, u, d не могут быть одновременно порождены одним инфинитезимальным полем sl_2 на P^1 . Ненулевой $d\lambda$ является детектором относительной, а не общей проективной динамики.

Определение 9.44. Relative Reper connection.[DEF-A] На четырёх копиях проективного расслоения допускаются связности $\nabla^r, \nabla^i, \nabla^u, \nabla^d$. Их разности относительно общей проектной части образуют относительную связность ∇^{rel} . Именно ∇^{rel} входит в формулу $d\lambda$ из главы 8.

Предсказательный вывод 9.45.[THM/INTERFACE] Гармонический дефект δ_truth не должен интерпретироваться как временная координата при общем переносе. Он становится динамической диагностикой только после задания относительной кинематики $Reper$ и проверки D/Dom .

67. Главная условная теорема v0.7

Теорема 9.46. Holonomy-associator-safe predictive theorem.[COND] Рассмотрим параметрическое семейство $(A_t, \odot_t, \nabla_t, \rho_t, D_t)$ на интервале I . Предположим:

- H1. Волоконные операции и связности имеют фиксированные типы и C^2 -зависимость от t .
- H2. P_D образует устойчивую группоидную категорию путей, а $transport$ ODE разрешимо.
- H3. Все D/Dom и $provenance$ -пакеты версионированы и не конфликтуют.
- H4. Конечный голономный сертификат G_N полон и стабилизирован.
- H5. Ассоциаторный bridge package B_Ass вычислен; выбранные нормы и калибровочные инварианты фиксированы.
- H6. При использовании Akivis/Sabinin-моста закрыты $B-AK1$ - $B-AK8$.
- H7. $Reper$ -атлас имеет PGL_2 -переходы, а λ вычисляется вне полюсов.
- H8. Общая и относительная части транспорта $Reper$ разделены.
- H9. Глобализационные и $tangent$ -obstruction сертификаты v0.5-v0.6 действительны.
- H10. Путь параметров не пересекает Δ_conn .

Тогда на каждой связной компоненте I/Δ_conn сохраняются: ранг подтверждённой голономной алгебры, тип её представления на A , размерность стабилизатора Ass , нулевой/ненулевой статус C_V , ∇Ass и K_Ass , а также λ при чистом общем PGL_2 -переносе. Поэтому переход, требующий изменения хотя бы одного из этих инвариантов, невозможен внутри данной компоненты.

Короллярий 9.47. Необходимое условие структурного события.[COND] Кандидат перехода может возникнуть только при пересечении Δ_conn , активации относительной $Reper$ -динамики, ненулевом bridge defect либо смене D/Dom . Ни одно из этих условий отдельно не является достаточным для наступления события.

Короллярий 9.48. Blocker-safe verdict.[THM/PROTOCOL] Если сертификат неполон или bridge conditions конфликтуют, вывод равен ABSTAIN. Если горизонты не пересечены и H1-H10 проверены, вывод равен NO-STRUCTURAL-TRANSITION-IN-MODEL. При проверенном пересечении выдаётся только CANDIDATE-TRANSITION.

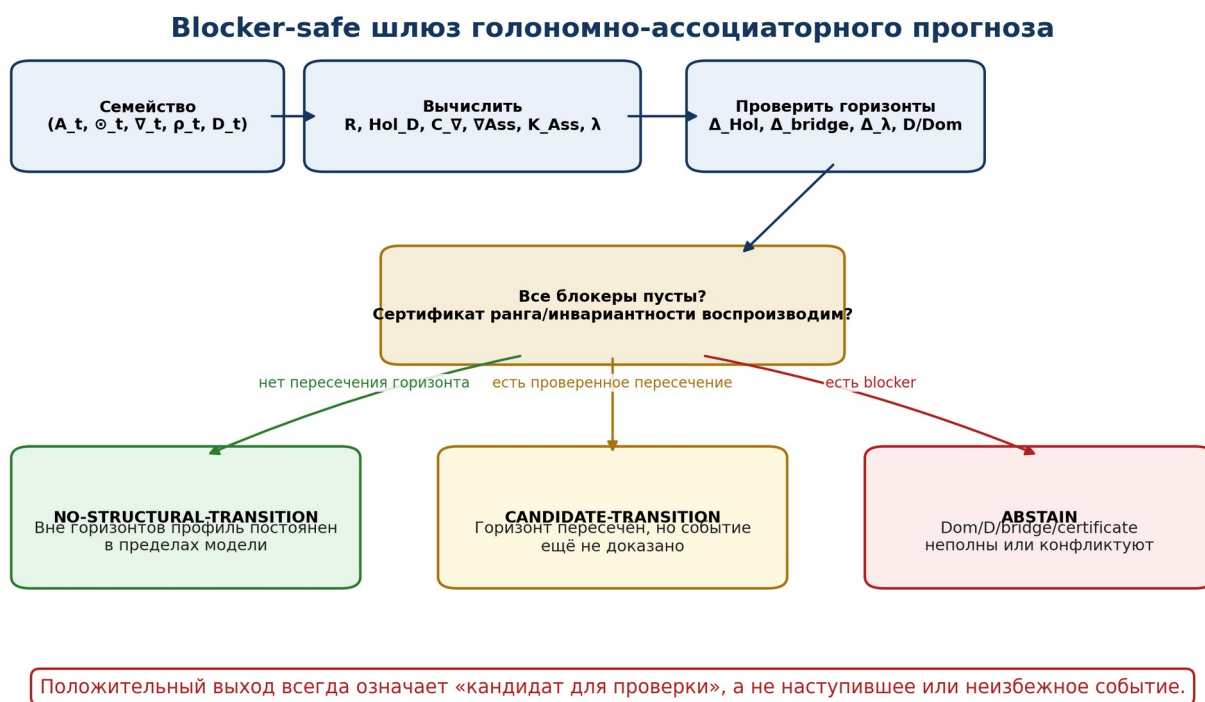


Рисунок 19. Blocker-safe шлюз голономно-ассоциаторного прогноза. Собственная схема Тома II.

68. Вычислительный сертификат HOL-ASS v0.7

68.1. Машинно проверяемые объекты

ID	Операция	Выход
HOL-01	Проверка типов $A, \mu, \nabla, \text{Dom}$	typed manifest
HOL-02	Решение transport ODE на тестовых путях	P_γ matrices
HOL-03	Проверка $P_{\{\gamma_2 * \gamma_1\}} = P_{\{\gamma_2\}} P_{\{\gamma_1\}}$	composition certificate
HOL-04	Вычисление R_∇ и Bianchi residual	curvature object
HOL-05	Малоконтурный предел	small-loop certificate
HOL-06	Построение G_N и rank minors	holonomy lower bound
HOL-07	Вычисление C_∇	product compatibility
HOL-08	Вычисление ∇Ass и identity 9.20	first-order bridge
HOL-09	Вычисление K_{Ass}	curvature bridge
HOL-10	Вычисление $H_\odot$ и H_{Ass}	finite transport defects
HOL-11	Проверка PGL_2 -инвариантности λ	Reper transport
HOL-12	Финальный blocker-safe verdict	NO/CANDIDATE/ABSTAIN

68.2. Автоматические тесты

- TEST-CONN-01: связность удовлетворяет scalar Leibniz rule;
- TEST-PATH-02: P_D замкнута относительно композиции и обращения там, где заявлена группа;
- TEST-PT-03: transport composition associative с точностью solver tolerance;
- TEST-CURV-04: координатная и операторная формулы R_∇ совпадают;
- TEST-LOOP-05: $\epsilon^{-2}(P_\square - \text{Id})$ сходится к выбранному знаку R_∇ ;
- TEST-HOL-06: rank G_N подтверждён точной арифметикой или интервальными bounds;
- TEST-PROD-07: $C_\nabla = 0$ эквивалентно сохранению μ на тестовых путях;
- TEST-DASS-08: формула 9.20 проверена символически;
- TEST-KASS-09: K_{Ass} совпадает с induced curvature formula;
- TEST-NOGO-10: модели 9.28-9.31 опровергают универсальное тождество;
- TEST-PGL2-11: общая projective transport оставляет λ неизменной;
- TEST-REL-12: $d\lambda \neq 0$ детектирует относительную компоненту вне полюсов;
- TEST-GATE-13: неполный мост принудительно возвращает ABSTAIN;
- TEST-HASH-14: исходные данные, пути, калибровки и proof objects имеют хеши.

68.3. Псевдокод

```
INPUT family F_t=(A_t, mu_t, nabla_t, reper_t, D_t), path system P_D, order N
CHECK types, Dom, provenance, path closure
COMPUTE transports P_gamma and composition residuals
COMPUTE curvature R, small-loop certificates, generator matrix G_N
COMPUTE C_nabla, nabla_Ass, K_Ass, H_mu, H_Ass
COMPUTE lambda and split common PGL2 motion from relative motion
BUILD Delta_conn and blocker set B
IF B != empty: RETURN ABSTAIN
IF path(t) avoids Delta_conn and full-certificate hypotheses hold:
    RETURN NO_STRUCTURAL_TRANSITION_IN_MODEL
IF verified horizon crossing:
    RETURN CANDIDATE_TRANSITION
ELSE:
    RETURN ABSTAIN
```

69. Доказательные обязательства, библиография и контрольная точка v0.7

69.1. Новые доказательные обязательства

PO	Содержание	Статус	Вердикт v0.7
T2-PO-054	Строгая категория D-допустимых путей и существование transport	COND	частично закрыто
T2-PO-055	Ассоциативность transport composition и no-go Hol=Ass	THM	закрыто
T2-PO-056	D-Ambrose-Singer для ограниченной системы путей	COND	OPEN
T2-PO-057	Эквивалентность $C_{\nabla}=0$ и сохранения μ транспортом	THM	закрыто
T2-PO-058	Формула ∇Ass через C_{∇}	THM	закрыто
T2-PO-059	Определение и естественность K_{Ass}	THM/DEF-A	закрыто в typed sector
T2-PO-060	Существование Akivis/Sabinin-моста β	OPEN	не закрыто
T2-PO-061	Независимость β от карт и калибровок	OPEN	не закрыто
T2-PO-062	Октонионная совместимая модель	MODEL/THM	закрыто
T2-PO-063	Universal-equality no-go	THM	закрыто
T2-PO-064	Полнота конечного сертификата G_N	COND	OPEN
T2-PO-065	Локальная постоянность rank G_N	THM	закрыто
T2-PO-066	Common-PGL ₂ invariance of λ	THM	закрыто
T2-PO-067	Relative Reper connection	DEF-A/OPEN	определено, реализация открыта
T2-PO-068	Holonomy-associator-safe theorem	COND	сформулировано
T2-PO-069	Независимый доменный запуск HOL-ASS	OPEN	не исполнен

69.2. Библиографическая синхронизация

[V0.7-1] Ehresmann, C. Les connexions infinitésimales dans un espace fibré différentiable. Séminaire Bourbaki, exposé 24, 1952, 153-168. Numdam.

[V0.7-2] Cartan, E. Les groupes d’holonomie des espaces généralisés. Acta Mathematica 48 (1926), 1-42. DOI 10.1007/BF02629755.

[V0.7-3] Ambrose, W.; Singer, I. M. A Theorem on Holonomy. Transactions of the AMS 75 (1953), 428-443. DOI 10.1090/S0002-9947-1953-0063739-1.

[V0.7-4] Kobayashi, S.; Nomizu, K. Foundations of Differential Geometry, Vol. I. Wiley Classics Library.

[V0.7-5] Akivis, M. A. Local algebras of a multidimensional three-web. Siberian Mathematical Journal 17 (1976), 3-8. DOI 10.1007/BF00969285.

[V0.7-6] Sabinin, L. V. Smooth Quasigroups and Loops. Kluwer, 1999. DOI 10.1007/978-94-011-4491-9.

[V0.7-7] Grigorian, S. G_2 -structures and octonion bundles. Advances in Mathematics 308 (2017), 142-207; arXiv:1510.04226.

[V0.7-8] Kurpishev, I. B. Том I v197 RU; Том II T2-RP-v0.1-v0.6; PILOT-01. Канонические внутренние источники проекта.

69.3. Контрольная точка T2-RP-v0.7

ДОКАЗАНО	Типизированы связность, транспорт, кривизна, Hol_D , C_∇ , $H_\odot$, H_{Ass} и K_{Ass} ; доказаны по-go $Hol=Ass$, формула ∇Ass , PGL_2 -инвариантность λ и четыре разделяющие модели.
УСЛОВНО	D-Ambrose-Singer, полнота конечного holonomy certificate, Akivis/Sabinin-мост и главная predictive theorem действуют только при перечисленных гипотезах.
ОТКРЫТО	Построение канонического β -моста для общего NAPG-объекта, Banach/Hilbert-версия, независимый доменный запуск и связь с внешним E-слоем.
ГРАНИЦА	Ни Hol_D , ни R_∇ не объявляются ассоциатором; пересечение горизонта не объявляется событием; физический статус ПН.2 и F-1-F-14 не изменён.

truth_layer_promotion = 0, checkpoint = T2-RP-v0.7, next = T2-RP-v0.8.

Следующая сборка tom2_v0_8 развивает главу 10: комплексы дифференциальных форм NAPG, типизированные d/δ , правила знаков, Leibniz identities, локальность и контрпримеры к автоматическому $\delta^2=0$.

checkpoint=T2-RP-v0.7; source=T2-RP-v0.6; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.8.

70. Глава 10: дифференциальные формы NAPG и типизированные дифференциалы

ОНТОЛОГИЯ	Дифференциал в NAPG не является безымянной стрелкой между соседними степенями. Он существует только вместе с носителем форм, областью определения, правилом знаков, локальностью и доказанным законом повторного применения.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Равенство $d^2=0$ не следует из слова «дифференциал». Оно является отдельной аксиомой или теоремой. Ковариантные, внешние, кограничные и Hodge-операторы должны различаться до любой когомологической интерпретации.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Первое применение оператора фиксирует локальное изменение формы. Второе проверяет, замыкается ли изменение в комплекс или оставляет кривизну, смешанный дефект либо след несовместимости.
ГРАНИЦА	В v0.8 запрещено писать H^p до проверки $d^{p+1}d^p=0$; запрещено смешивать d_N , δ_E и δ_{Hdg} ; близость λ к -1 не исправляет ненулевой differential defect.

Статус раздела: theorem/conditional package v0.8. Классические de Rham, graded-derivation, connection-curvature и Hodge-конструкции используются как prior art. Авторский вклад состоит в их типизированной сборке внутри NAPG, в differential defect ledger, mixed bridge package и предсказательном горизонте, связанном с D/Dom и Reper-аудитом.

Три дифференциальных слоя NAPG и разложение полного дефекта

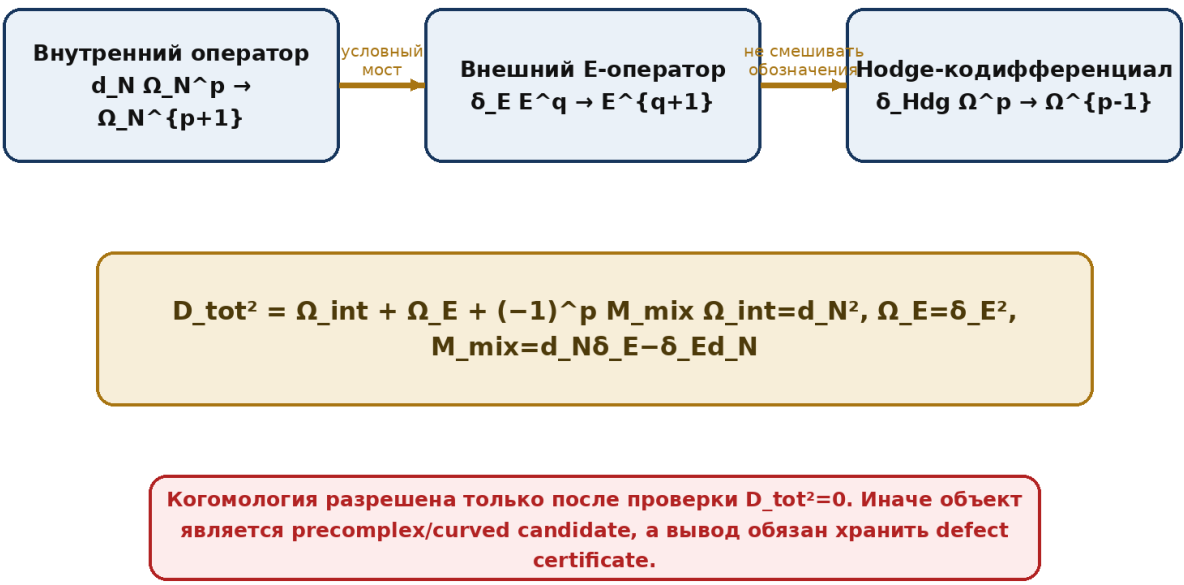


Рисунок 20. Три дифференциальных слоя NAPG и разложение полного дефекта. Собственная схема Тома II.

71. Замороженная нотация и четыре типа операторов

Определение 10.1. Внутренние пакетные формы.[DEF-A] Пусть X - допустимый гладкий или стратифицированный сектор. Через $\Omega_N^p(U)$ обозначается модуль NAPG-форм степени p над открытым $U \subset X$. Семейство $U \mapsto \Omega_N^p(U)$ снабжается ограничениями и рассматривается как пучок или предпучок в зависимости от закрытых axioms descent.

$$\Omega_N^{\bullet} = \bigoplus_{p \geq 0} \Omega_N^p, \quad |\alpha| = p \text{ для } \alpha \in \Omega_N^p. \quad (10.1)$$

Определение 10.2. Внутренний differential candidate.[DEF-A] Оператор d_N степени $+1$ задаётся как семейство частичных линейных отображений

$$d_N^p : \text{Dom}(d_N^p) \subset \Omega_N^p \rightarrow \Omega_N^{p+1}. \quad (10.2)$$

Слово candidate сохраняется до проверки локальности, совместимости с ограничениями, graded Leibniz identity и nilpotency. Если выполнены только типы, объект называется graded operator. Если также выполнено $d_N^2=0$, он становится differential.

Определение 10.3. Внешний E-оператор.[DEF-A/COND] Внешний слой записывается отдельно: $\delta_E^q : E^q \rightarrow E^{q+1}$. Равенство $\delta_E^2=0$ не импортируется из внутреннего слоя и должно быть доказано в выбранном E-комплексе.

$$\delta_E : E^q \rightarrow E^{q+1}, \quad \delta_E^2=0 \text{ only after certificate.} \quad (10.3)$$

Определение 10.4. Hodge-операторы.[CL/DEF-A] На ориентированном метрическом n -мерном секторе Hodge star обозначается $\star_Hdg$. Кодифференциал обозначается δ_Hdg , а Hodge-лапласиан - Δ_Hdg . Символ $\star$ в $R \star R$ не является Hodge star.

Символ	Степень	Назначение	Статус по умолчанию
d_N	$+1$	внутренний differential candidate NAPG	DEF-A
δ_E	$+1$	кограничный оператор внешнего E-слоя	COND до $\delta_E^2=0$
δ_Hdg	-1	формальный сопряжённый к d_N при Hodge-гипотезах	COND
Δ_Hdg	0	$d_N \delta_Hdg + \delta_Hdg d_N$	COND
$R \star R$	не степень формы	ассоциаторный объект	Definition Core

Принцип 10.5. Notation firewall.[THM/PROTOCOL] Любая формула, где δ , δ_Hdg и d_N взаимозаменяются без явной карты, получает blocker NOTATION-COLLISION и не допускается к proof-status.

72. Graded Leibniz calculus и дефект дифференцирования

72.1. Градуированное пакетное произведение

Определение 10.6. Degree-compatible product.[DEF-A] Пусть $\odot : \Omega_N^p \times \Omega_N^q \rightarrow \Omega_N^{p+q}$ является билинейной операцией на admissible domain. Ассоциативность не предполагается. Для однородных α, β определим Leibniz defect

$$L_d(\alpha, \beta) = d_N(\alpha \odot \beta) - d_N \alpha \odot \beta - (-1)^{|\alpha|} \alpha \odot d_N \beta. \quad (10.4)$$

Определение 10.7. Graded derivation.[CL/DEF-A] Оператор d_N является градуированной деривацией степени $+1$, если $L_d=0$ на всей заявленной области.

Лемма 10.8. Значение на единице.[THM] В унитарном секторе характеристики, отличной от 2, graded Leibniz identity влечёт $d_N(1)=0$. Действительно, $d(1)=d(1 \odot 1)=d(1)+d(1)$.

72.2. Коммутатор дериваций и квадрат

Теорема 10.9. Замкнутость дериваций.[THM] Пусть D и E - однородные graded derivations степеней $|D|$ и $|E|$ на возможно неассоциативной градуированной алгебре. Тогда graded commutator

$$[D, E] = D \circ E - (-1)^{|D||E|} E \circ D \quad (10.5)$$

снова является graded derivation степени $|D| + |E|$. Доказательство использует только Leibniz identities и не требует ассоциативности $\odot$.

Следствие 10.10. Квадрат нечётной деривации.[THM] При $\text{char}(K) \neq 2$ для $|d_N| = 1$ имеем $[d_N, d_N] = 2d_N^2$. Поэтому d_N^2 является деривацией степени $+2$, но не обязано быть нулём.

$$d_N^2(\alpha \odot \beta) = d_N^2 \alpha \odot \beta + \alpha \odot d_N^2 \beta. \quad (10.6)$$

72.3. Дифференцирование ассоциатора

Теорема 10.11. Associator Leibniz identity.[THM] Если d_N является graded derivation степени $+1$, то для однородных α, β, γ

$$d_N \text{Ass}(\alpha, \beta, \gamma) = \text{Ass}(d_N \alpha, \beta, \gamma) + (-1)^{|\alpha|} \text{Ass}(\alpha, d_N \beta, \gamma) + (-1)^{|\alpha| + |\beta|} \text{Ass}(\alpha, \beta, d_N \gamma). \quad (10.7)$$

Доказательство получается раскрытием $d_N((\alpha \odot \beta) \odot \gamma - \alpha \odot (\beta \odot \gamma))$ и группировкой четырёх пар скобок. Формула является внутренним differential bridge к главам 5 и 9.

Следствие 10.12.[THM] Если d_N является derivation и $\text{Ass} = 0$, ассоциативный сектор устойчив относительно d_N . Если $\text{Ass} \neq 0$, d_N переносит ассоциатор как тернарный graded tensor, но не уничтожает его.

73. Почему $d^2=0$ не является автоматическим

Почему правило Лейбница не гарантирует $d^2=0$



Рисунок 21. Четыре режима, показывающие независимость Leibniz identity и nilpotency. Собственная схема Тома II.

73.1. Differential curvature

Определение 10.13. Кривизна differential candidate.[DEF-A] Для graded derivation d_N степени $+1$ определим

$$\Omega_d := d_N^2 : \Omega_N^p \rightarrow \Omega_N^{p+2}. \quad (10.8)$$

Ω_d называется differential curvature только как внутренний термин v0.8. Он не отождествляется с R_∇ из главы 9, хотя в covariant model совпадает с действием кривизны связности.

Лемма 10.14. Bianchi identity в операторной форме.[THM] Для $\Omega_d = d \circ N^2$ выполнено $[d_N, \Omega_d] = 0$, поскольку $d_N^3 - d_N^3 = 0$.

$$[d_N, \Omega_d] = 0. \quad (10.9)$$

Определение 10.15. Precomplex и complex.[DEF-A] Последовательность $\Omega_N^p \xrightarrow{d} \Omega_N^{p+1}$ называется precomplex после проверки типов. Она является complex только при $d_N^{p+1} = 0$ для всех p . Когомология H_N^p разрешена только во втором случае.

73.2. Свободный контрпример

Пример 10.16. Graded Leibniz without nilpotency.[THM/EX] Пусть F - свободная градуированная неассоциативная алгебра на генераторах a, b, c степеней 0, 1, 2. Определим $d(a) = b$, $d(b) = c$, $d(c) = 0$ и продолжим d по graded Leibniz rule. Тогда $L_d = 0$, но

$$d^2(a) = c \neq 0. \quad (10.10)$$

Следовательно, ни градуировка, ни локальность, ни правило Лейбница не дают $d^2 = 0$.

73.3. Ковариантный и суперсвязностный контрпримеры

Пример 10.17. Covariant exterior derivative.[CL/THM] Для связности ∇ на векторном расслоении ковариантный внешний дифференциал d_∇ удовлетворяет

$$d_\nabla^2 \alpha = R_\nabla \wedge \alpha. \quad (10.11)$$

Поэтому d_∇ образует комплекс только на плоском секторе или на подпространстве, где действие R_∇ исчезает.

Пример 10.18. Superconnection curvature.[CL/THM] Для нечётного оператора $A = d + \omega$ на формах со значениями в $\text{End}(E)$ квадрат равен

$$A^2 = d\omega + \omega \wedge \omega. \quad (10.12)$$

Условие $A^2 = 0$ является уравнением Maurer-Cartan/flatness, а не следствием определения A .

Предупреждение 10.19. d^N -calculus.[CL/BOUNDARY] Теории с $d^N = 0$, $N > 2$, существуют как отдельные q -differential/ N -complex конструкции. Они не дают обычную когомологию $\ker d / \text{im } d$ без дополнительного определения generalized homology.

74. Локальность, ограничения и склейка дифференциалов

74.1. Sheaf-locality

Определение 10.20. Локальный оператор.[DEF-A] Семейство $d_U: \Omega_N^p(U) \rightarrow \Omega_N^{p+1}(U)$ называется локальным, если для $V \subset U$

$$(d_U \alpha)|_V = d_V(\alpha|_V). \quad (10.13)$$

Лемма 10.21. Support nonincrease.[THM] Для sheaf-local operator $\text{supp}(d\alpha) \subset \text{supp}(\alpha)$. Это утверждение не означает автоматически, что d является differential operator конечного порядка; такая классификация требует дополнительных гипотез типа теоремы Питра.

74.2. Склейка

Теорема 10.22. Gluing of local differentials.[THM] Пусть $\{U_i\}$ покрывает X , d_i - локальные degree +1 operators и g_{ij} - переходы NAPG-расслоения. Если на $U_i \cap U_j$

$$g_{ij} \circ d_j = d_i \circ g_{ij}, \quad (10.14)$$

то существует единственный глобальный оператор d_N , ограничения которого равны d_i . Если каждый d_i является derivation и $d_i^2 = 0$, эти свойства переходят к глобальному d_N .

Определение 10.23. Gluing defect.[DEF-A] На пересечениях положим

$$K_{ij} := g_{ij} d_j - d_i g_{ij}. \quad (10.15)$$

Ненулевой K_{ij} блокирует глобальный differential. При дополнительной линейной структуре и cocycle compatibility семейство $\{K_{ij}\}$ может задавать Čech obstruction class; этот переход имеет статус COND до построения точного coefficient sheaf.

Контрпример 10.24.[THM/EX] Два локальных оператора $d_1=d$ и $d_2=d+A$ на перекрытии не склеиваются при $g_{12}=Id$, если $A \neq 0$. Локальная nilpotency каждого оператора также не исправляет ненулевой K_{12} .

75. Внутренний и внешний слой: total operator и mixed defect

75.1. Биградуированная конструкция

Определение 10.25. Bigraded bridge object.[DEF-A/COND] Пусть $B^{\{p,q\}} = \Omega_N^p \otimes E^q$. Внутренний оператор d_N имеет bidegree $(1,0)$, внешний $\delta_E - (0,1)$. Для элемента bidegree (p,q) определим total operator

$$D_{tot} = d_N + (-1)^p \delta_E. \quad (10.16)$$

Теорема 10.26. Разложение квадрата.[THM] При фиксированной convention

$$D_{tot}^2 = \Omega_{int} + \Omega_E + (-1)^p M_{mix}, \quad (10.17)$$

где $\Omega_{int}=d_N^2$, $\Omega_E=\delta_E^2$ и $M_{mix}=d_N\delta_E-\delta_E d_N$. Следовательно, $D_{tot}^2=0$ требует одновременного исчезновения двух curvature components и mixed commutator на каждом биизмерении.

Компонента	Тип	Смысл	Нулевой статус
Ω_{int}	$(2,0)$	внутренняя differential curvature	$d_N^2=0$
Ω_E	$(0,2)$	дефект внешнего E-комплекса	$\delta_E^2=0$
M_{mix}	$(1,1)$	несовместимость внутреннего и внешнего переходов	$d_N\delta_E=\delta_E d_N$

Королларий 10.27. Cohomology firewall.[THM/PROTOCOL] Если хотя бы одна компонента в (10.17) ненулевая или не вычислена, $H^*(Tot B, D_{tot})$ не объявляется. В RBD хранится defect triple, а не фиктивный cohomology label.

75.2. Условный мост Π_E

Определение 10.28. Differential bridge certificate.[DEF-A] Для $\Pi_E: O_B \rightarrow H^3(E^{\bullet})$ требуется пакет $Cert_E=(\delta_E^2=0, \text{well-defined } \Pi_E, \text{representative independence, naturality, mixed compatibility})$. (10.18)

Граница 10.29.[OPEN] Исчезновение Ω_{int} не доказывает существование Π_E . Исчезновение Ω_E не доказывает, что внутреннее препятствие представляется внешним классом. Mixed compatibility является отдельным обязательством T2-PO-078.

76. Hodge-слой: кодифференциал и лапласиан без подмены обозначений

76.1. Условия существования

Определение 10.30. Hodge sector.[CL/COND] Пусть U является ориентированным n -мерным гладким сектором с невырожденной метрикой g и допустимой мерой. Тогда

$$\star_{Hdg} : \Omega^p(U) \rightarrow \Omega^{\{n-p\}}(U). \quad (10.19)$$

Для псевдоримановой сигнатуры знак квадрата $\star$ зависит от p, n и индекса метрики. Любая формула должна фиксировать convention.

Определение 10.31. Codifferential.[CL/COND] В выбранной римановой convention на p -формах

$$\delta_{Hdg} = (-1)^{\{n(p+1)+1\}} \star_{Hdg} d_N \star_{Hdg}. \quad (10.20)$$

Определение 10.32. Hodge Laplacian.[CL/COND]

$$\Delta_Hdg = d_N \delta_Hdg + \delta_Hdg d_N. \quad (10.21)$$

Теорема 10.33.[THM] Если $d_N^2=0$ и $\star_Hdg$ является корректным изоморфизмом указанного сектора, то $\delta_Hdg^2=0$. Если $d_N^2 \neq 0$, nilpotency δ_Hdg не следует.

Граница 10.34. Hodge decomposition.[COND] Разложение на exact, coexact и harmonic части требует эллиптичности, подходящих граничных условий, полноты функционального пространства и обычно компактности либо Fredholm-гипотез. В стратифицированной NAPG оно не объявляется без отдельного аналитического пакета F.

76.2. Hodge compatibility defects

Определение 10.35. Hodge transport defect.[DEF-A] Для перехода g_ij между картами

$$H_ij = g_ij \star_j - \star_i g_ij. \quad (10.22)$$

Определение 10.36. Formal-adjoint defect.[DEF-A] Если внутреннее произведение задано, положим

$$A_Hdg = \delta_Hdg - d_N^*. \quad (10.23)$$

Только при $H_ij=0$, $A_Hdg=0$ и аналитических гипотезах Hodge-слой считается глобальным и совместимым.

77. Differential Reper и λ -гармония

Определение 10.37. Differential Reper.[DEF-A] Операторный объект получает четвёрку

$$Rep_diff(d_N)=(R_d, I_d, U_d; D_d), \quad (10.24)$$

где R_d содержит вычисленную матрицу/формулу оператора, I_d - invariant signature, U_d - допустимые расширения и модели, D_d - источники, Dom, convention и proof certificate.

Определение 10.38. Differential defect vector.[DEF-A]

$$Def_diff=(||L_d||, ||\Omega_d||, ||K_glue||, ||M_mix||, ||H||, pole_lambda, Block_Dom). \quad (10.25)$$

Принцип 10.39. Harmonic insufficiency.[THM/PROTOCOL] Условие $\lambda=-1$ не влечёт $L_d=0$, $d_N^2=0$, локальность, gluing или Hodge compatibility. Поэтому проектно-гармонический селектор применяется только после differential certificate.

Определение 10.40. Relaxed differential candidate.[DEF-A] Для порогов τ, η

$$C_diff(\tau, \eta) = \{x: \delta_truth(x) \leq \tau, ||Def_diff(x)|| \leq \eta, Valid(D)=1, Dom=1\}. \quad (10.26)$$

C_diff является множеством кандидатов на дальнейшую проверку. Оно не является множеством истин и не задаёт физическое событие.

78. Дифференциальный переходный горизонт

78.1. Аналитические семейства

Определение 10.41. Finite differential signature.[DEF-A] Для конечномерного усечения степеней $0 \leq p \leq m$ и параметра t положим

$$\Sigma_diff(t) = (\text{rank } d_t^p, \text{rank}(d_t^{p+1} d_t^p), \text{rank } L_{\{d_t\}}, \text{rank } K_t, \text{rank } M_t, \text{rank } H_t, \text{dim } H_t^p \text{ when defined}). \quad (10.27)$$

Определение 10.42. Differential horizon.[DEF-A] Δ_diff является объединением: нулевых множеств выбранных максимальных minors; точек изменения Dom; полюсов λ ; точек, где certificate precision недостаточна; и конфликтов gluing/Hodge/E-bridge.

$$\Delta_safe^{++} = \Delta_safe^+ \cup \Delta_diff. \quad (10.28)$$

Теорема 10.43. Rank constancy.[THM] Для аналитического конечномерного семейства на каждой связной компоненте $I \Delta_diff$ ранги всех сертифицированных матриц постоянны. Если $d_t^2=0$ и ранги d_t^{p-1}, d_t^p постоянны, то

$$\text{dim } H_t^p = \text{dim } \Omega^p - \text{rank } d_t^p - \text{rank } d_t^{p-1} \quad (10.29)$$

также постоянно.

Теорема 10.44. Differential negative prediction.[COND] Если полный certificate выполнен и параметрический путь не пересекает $\Delta_{\text{safe}}^{\{++\}}$, то изменение сертифицированного differential-complex type, появление/исчезновение cohomology dimensions и смена zero/nonzero differential defects внутри модели невозможны.

Следствие 10.45.[COND] Пересечение Δ_{diff} создаёт только candidate-transition. Оно не доказывает интегрируемую деформацию, глобальное событие или физическую реализацию.

79. Разделяющие модели

Модель	L_d	d^2	Глобальность	Вывод
de Rham на гладком секторе	0	0	при обычном atlas	complex
свободная graded algebra	0	$\neq 0$	алгебраическая	Leibniz не даёт nilpotency
covariant d_{∇}	0 по скалярам	$R_{\nabla} \Lambda$	глобально при ∇	complex только в flat/invariant sector
локальные d_i с $K_{ij} \neq 0$	может быть 0	может быть 0	нет	local truth не глобализуется
total $d_N + \delta_E$	зависит	$\Omega_{\text{int}} + \Omega_E + M_{\text{mix}}$	при bridge certificate	три независимых blockers

Контртеорема 10.46. Triple independence.[THM] На классе моделей 10.16-10.24 свойства graded Leibniz, nilpotency и globalizability логически независимы попарно. Следовательно, ни одно из них не может использоваться как суррогат двух остальных.

80. Главная условная теорема v0.8

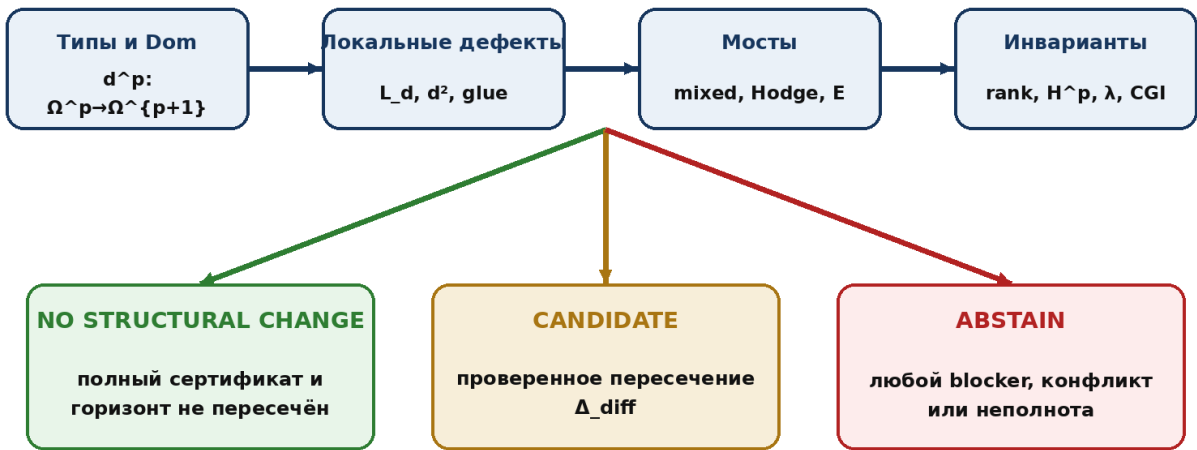
Теорема 10.47. Differential-calculus-safe predictive theorem.[COND] Рассмотрим семейство $(\Omega_t^{\wedge \bullet}, \odot_t, d_t, \delta_{\{E,t\}}, \star_t, \rho_t, D_t)$ на интервале I. Предположим:

- H1. Степени, носители, Dom/Cod и ограничения фиксированы и версионированы.
- H2. $\odot_t$ degree-compatible, а Leibniz defect вычислен.
- H3. d_t^2 , $\delta_{\{E,t\}}^2$ и mixed defect вычислены точной или сертифицированной интервальной арифметикой.
- H4. Локальные операторы совместимы с restrictions и gluing maps.
- H5. Hodge star существует только на заявленном метрическом секторе; его defects вычислены.
- H6. Внешний Π_E используется только при закрытом Cert_E.
- H7. Реперная λ -координата определена вне полюсов и не заменяет differential certificate.
- H8. Finite truncation и rank minors достаточны для заявленного инварианта.
- H9. Globalization, tangent и holonomy certificates v0.5-v0.7 действительны.
- H10. Путь параметров не пересекает $\Delta_{\text{safe}}^{\{++\}}$.

Тогда finite differential signature Σ_{diff} локально постоянна; при $d_t^2=0$ постоянны размеры сертифицированных cohomology groups; переход, требующий изменения этих инвариантов, исключён внутри данной компоненты.

Королларий 10.48. Three-valued verdict.[THM/PROTOCOL] Полный непересекающий горизонт даёт NO-DIFFERENTIAL-TRANSITION-IN-MODEL; проверенное пересечение даёт CANDIDATE-TRANSITION; любой незакрытый blocker даёт ABSTAIN.

Blocker-safe шлюз дифференциального прогноза



Пересечение горизонта является необходимым кандидатом, а не гарантией события.

Рисунок 22. Blocker-safe шлюз дифференциального прогноза. Собственная схема Тома II.

81. Вычислительный сертификат DIFF-NAPG v0.8

ID	Операция	Выход
DIF-01	Проверка степеней, Dom/Cod и partial products	typed manifest
DIF-02	Вычисление Leibniz defect L_d	derivation certificate
DIF-03	Вычисление d^2 по каждой степени	Ω_int matrices
DIF-04	Вычисление δ_E^2	Ω_E matrices
DIF-05	Вычисление mixed commutator	M_mix
DIF-06	Restriction/locality tests	locality certificate
DIF-07	Gluing defect K_ij	descent certificate
DIF-08	Associator differential identity	Ass-d bridge
DIF-09	Hodge star, δ_Hdg, Δ_Hdg	Hodge package
DIF-10	Hodge/global defects	H_ij, A_Hdg
DIF-11	Rank minors and Δ_diff	transition horizon
DIF-12	Cohomology dimensions only if d^2=0	H^p certificate
DIF-13	λ/D/Dom integration	Reper certificate
DIF-14	Final blocker-safe verdict	NO/CANDIDATE/ABSTAIN

81.1. Автоматические тесты

- TEST-TYPE-01: все d^p имеют ожидаемые степени и compatible domains;
- TEST-LEIB-02: L_d вычисляется на базисных парах и символически на generators;
- TEST-SQUARE-03: d^{p+1}d^p сравнивается с нулём exact/interval method;
- TEST-DER2-04: d^2 удовлетворяет even Leibniz identity;
- TEST-ASS-05: формула (10.7) проверяется на basis triples;
- TEST-LOCAL-06: restriction square коммутирует;

- TEST-GLUE-07: $K_{ij}=0$ на всех перекрытиях;
- TEST-TOTAL-08: формула (10.17) совпадает с прямым D_{tot}^2 ;
- TEST-HODGE-09: star degree/sign convention зафиксирована;
- TEST-CODIFF-10: δ_{Hdg}^2 проверяется, а не предполагается;
- TEST-RANK-11: minors Δ_{diff} сертифицированы;
- TEST-COH-12: H^p вычисляется только после $d^2=0$;
- TEST-GATE-13: любой blocker возвращает ABSTAIN;
- TEST-HASH-14: данные, conventions и proof objects хешированы.

81.2. Псевдокод

```
INPUT family F_t=(Omega, product, d_N, delta_E, Hodge, reper, D)
CHECK degrees, domains, restrictions, conventions
COMPUTE L_d, d_N^2, delta_E^2, mixed defect
CHECK local-to-global gluing and Hodge compatibility
IF any required object is undefined: RETURN ABSTAIN
IF d_N^2=0: COMPUTE cohomology certificate
ELSE: STORE precomplex defect; DO NOT create H^p
BUILD Delta_diff from rank minors, domains, poles, bridge conflicts
IF full certificate and path avoids Delta_safe++:
    RETURN NO_DIFFERENTIAL_TRANSITION_IN_MODEL
IF verified horizon crossing:
    RETURN CANDIDATE_TRANSITION
RETURN ABSTAIN
```

82. Доказательные обязательства, источники и контрольная точка v0.8

82.1. Новые доказательные обязательства

PO	Содержание	Статус	Вердикт v0.8
T2-PO-070	Типизированный пучок $\Omega_N^{\bullet}$ и partial product	DEF-A	определено
T2-PO-071	Leibniz defect и graded derivation package	THM	закрыто
T2-PO-072	Замкнутость derivations и d^2 как even derivation	THM	закрыто
T2-PO-073	Associator differential identity	THM	закрыто
T2-PO-074	No-go: Leibniz не влечёт $d^2=0$	THM	закрыто
T2-PO-075	Sheaf-locality и support property	THM	закрыто в sheaf sector
T2-PO-076	Gluing theorem для локальных d_i	THM	закрыто
T2-PO-077	Čech obstruction class из K_{ij}	COND	OPEN coefficient sheaf
T2-PO-078	Mixed internal/E compatibility	OPEN	не закрыто
T2-PO-079	Cert_E и Π_E well-definedness	OPEN	не закрыто
T2-PO-080	Hodge codifferential и sign convention	COND	локально закрыто
T2-PO-081	Hodge decomposition на стратах	OPEN	аналитические blockers
T2-PO-082	Differential Reper certificate	DEF-A/COMP	специфицировано
T2-PO-083	Rank constancy и Δ_{diff}	THM	закрыто finite analytic sector
T2-PO-084	Differential-safe predictive theorem	COND	сформулировано
T2-PO-085	Banach/Hilbert extension	OPEN	не построено

PO	Содержание	Статус	Вердикт v0.8
T2-PO-086	Независимый запуск DIFF-NAPG	OPEN	не исполнен

82.2. Библиографическая синхронизация

[V0.8-1] The Stacks Project. The de Rham complex, Tags 0FKF, 07HX. Определения универсальных дифференциалов и комплекса.

[V0.8-2] Cuntz, J.; Quillen, D. Algebra Extensions and Nonsingularity. Journal of the AMS 8 (1995), 251-289. DOI 10.1090/S0894-0347-1995-1303029-0.

[V0.8-3] Dubois-Violette, M.; Kerner, R.; Madore, J. Non-commutative differential geometry of matrix algebras. Journal of Mathematical Physics 31 (1990), 316-322.

[V0.8-4] Quillen, D. Superconnections and the Chern character. Topology 24 (1985), 89-95. DOI 10.1016/0040-9383(85)90047-3.

[V0.8-5] Dubois-Violette, M. Generalized differential spaces with $d^N=0$ and the q -differential calculus. Czech. Math. J. 46 (1996), 765-787. DOI 10.1007/BF01690337.

[V0.8-6] Nijenhuis, A.; Richardson, R. W. Cohomology and deformations in graded Lie algebras. Bulletin AMS 72 (1966), 1-29.

[V0.8-7] Hodge, W. V. D. The Theory and Applications of Harmonic Integrals. Cambridge University Press.

[V0.8-8] Kurpishev, I. B. Том I v197 RU; Том II T2-RP-v0.1-v0.7; PILOT-01. Канонические внутренние источники проекта.

82.3. Контрольная точка T2-RP-v0.8

ДОКАЗАНО	Типизированы внутренний d_N , внешний δ_E , Hodge-слой, Leibniz defect, differential curvature, gluing defect и mixed defect; доказаны associator identity, d^2 -derivation theorem и no-go для автоматической nilpotency.
УСЛОВНО	Total complex, Π_E , Hodge decomposition и differential-safe predictive theorem действуют только при перечисленных мостовых и аналитических гипотезах.
ОТКРЫТО	Coefficient sheaf для Čech obstruction, канонический внутренне-внешний bridge, Banach/Hilbert completion и независимый доменный запуск.
ГРАНИЦА	H^p не определяется для precomplex без $d^2=0$; $\lambda=-1$ не устраняет differential defects; физический статус ПН.2 и F-1-F-14 не изменён.

truth_layer_promotion = 0, checkpoint = T2-RP-v0.8, next = T2-RP-v0.9.

Следующая сборка tom2_v0_9 развивает главу 11: внутренний минимальный комплекс $C_{\min}^\bullet$, $\delta_{\min}$, $\Theta_{\min}$, его функториальность, когомологические носители и строгий интерфейс к obstruction theory.

checkpoint=T2-RP-v0.8; source=T2-RP-v0.7; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.9.

83. Глава 12. Внутренняя конструкция $C_{\min}^\bullet$, $\delta_{\min}$ и $\Theta_{\min}$

Каноническое углубление запрошенного пакета T2-RP-v0.9

ОНТОЛОГИЯ	Минимальный комплекс существует как внутренняя форма различия между формальным выражением и его вычисленным квадратичным результатом. Его объектом является не физическое поле и не внешняя топология, а строго типизированная возможность снять вычисленный дефект разрешённым формальным прообразом.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Познание препятствия требует не одного числа и не красивого сходства формул, а факторизации: что уже объясняется образом Ψ^2_N , а что остаётся классом в факторпространстве. Только класс $[q]$, независимый от представителя, допускается как внутренний сертификат препятствия.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	В вычислении конструкция проявляется как остаток после решения линейной задачи $\Psi f = q$. Ненулевой ортогональный остаток означает отсутствие подъёма в данной модели; нулевой остаток открывает семейство подъёмов, но ещё не создаёт глобальную деформацию или событие.
ГРАНИЦА	$H^3(C_{\min})$ является канонической упаковкой O_B и не отождествляется с $H^3(E)$, de Rham-, Hochschild-, Chevalley-Eilenberg- или физической когомологией. Нулевой внутренний класс закрывает только заявленный квадратичный этап. <code>truth_layer_promotion=0</code> .

83.1. Цель, статус и каноническая нумерация

По обязательному master-skeleton оператор Ходжа образует главу 11, а внутренняя конструкция $C_{\min}^\bullet$ - главу 12. В текущем диалоге выражение «глава 11 углубления» возникло как номер следующего математического пакета после v0.8. В тексте монографии сохраняется каноническая нумерация главы 12, поскольку нумерация 24 глав заморожена регламентом.

Импорт P0	Том I v197 RU, §§52.9-52.18 и статус 26.36: F077-F080, естественность, A11-A14 и таблица DT-01-DT-12.
Новый результат v0.9	Точная последовательность; lift-torsor; universal chain-map property; field base-change; аналитический obstruction section; устойчивый отрицательный прогноз.
Условный слой	Переход к внешнему E-комплексу, высшим препятствиям, глобальной деформации, аналитике и физике.
Открытая граница	Miniversal/derived realization, Banach/Hilbert-завершение, независимый доменный запуск и связь с F-1-F-14.

84. Definition Core: квадратичный кадр и минимальный комплекс

84.1. Квадратичный кадр NAPG_q

Определение 12.1 (квадратичный кадр NAPG). [DEF-A] Объект N состоит из поля K , градуированного носителя $A^\bullet$, допустимой операции $\odot$, структурных данных G , класса реперных генераторов R , формального пространства F^2_N , вычисленного пространства X^2_N и линейной карты вычисления $\Psi^2_N: F^2_N \rightarrow X^2_N$. Все пространства, степени, Dom и Cod включаются в паспорт объекта.

$$N = (K, A^\bullet, \odot, G, R; F^2_N, X^2_N, \Psi^2_N). \quad (12.1)$$

Морфизм $\varphi: N \rightarrow N'$ содержит компоненты $\varphi_F: F^2_N \rightarrow F^2_{N'}$ и $\varphi_X: X^2_N \rightarrow X^2_{N'}$, удовлетворяющие коммутативности квадрата вычисления.

$$\varphi_X \circ \Psi^2_N = \Psi^2_{N'} \circ \varphi_F. \quad (12.2)$$

84.2. Минимальный коцепной комплекс

Определение 12.2 (внутренний минимальный комплекс). [THM/IMPORT] Для каждого $N \in \text{NAPG}_q$ положим

$$C_{\min}^n(N) = F^2_N \text{ npu } n=2; \quad C_{\min}^n(N) = X^2_N \text{ npu } n=3; \quad C_{\min}^n(N) = 0 \text{ npu } n \neq 2, 3. \quad (12.3)$$

$$\delta_{\min}^2(N) = \Psi^2_N; \quad \delta_{\min}^n(N) = 0 \text{ npu } n \neq 2. \quad (12.4)$$

Лемма 12.1 (нильпотентность). [THM] Семейство $(C_{\min}^\bullet(N), \delta_{\min}(N))$ является коцепным комплексом. Доказательство. Единственная потенциальная композиция после Ψ^2_N попадает в $C_{\min}^4 = 0$, поэтому $\delta_{\min}^3 \delta_{\min}^2 = 0$. Все прочие последовательные композиции содержат нулевую стрелку. $\square$

84.3. Две разные карты: $\Theta_{\min}$ и obstruction class

Определение 12.3 (каноническая карта в третью степень). [THM/IMPORT]

$$\Theta_{\min, N}: X^2_N \rightarrow C_{\min}^3(N), \quad \Theta_{\min, N} = \text{id}_{\{X^2_N\}}. \quad (12.5)$$

Определение 12.4 (класс препятствия). [DEF-A] Пусть $\pi_N: X^2_N \rightarrow X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N$ - фактор-проекция. Для $q \in X^2_N$ внутренний класс препятствия определяется как

$$o_{\min, N}(q) = \pi_N(\Theta_{\min, N}(q)) = [q] \in H^3(C_{\min}^\bullet(N)). \quad (12.6)$$

Это различие принципиально: $\Theta_{\min}$ является тождественной картой в коцепную группу, тогда как $o_{\min}$ является фактор-классом. Называть сам q «когомологическим классом» до применения π_N нельзя.

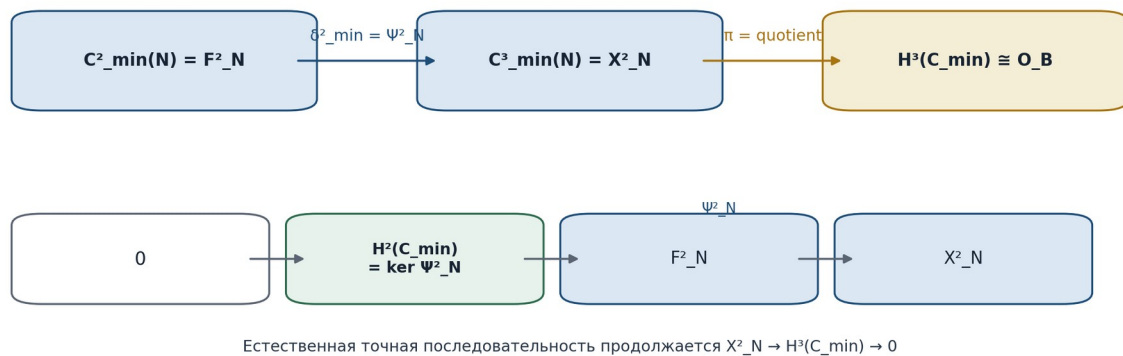


Рисунок 23. Минимальный комплекс и естественная точная последовательность. Собственная схема Тома II.

85. Когомологии, точная последовательность и эйлеров инвариант

Теорема 12.2 (внутренние H^2 и H^3). [ТНМ] Для каждого квадратичного кадра N

$$H^2(C_{\min}(N)) = \text{Ker } \Psi^2_N, \quad H^3(C_{\min}(N)) = \text{Coker } \Psi^2_N = O_B(N). \quad (12.7)$$

Доказательство. В степени 2 входящая граница равна нулю, поэтому $H^2 = \text{Ker } \delta^2_{\min} / \text{Im } \delta^1_{\min} = \text{Ker } \Psi^2_N$. В степени 3 $\delta^3_{\min} = 0$, поэтому $H^3 = X^2_N / \text{Im } \Psi^2_N$. Последнее факторпространство по определению равно $O_B(N)$. $\square$

Теорема 12.3 (естественная точная последовательность). [ТНМ] Имеется естественная точная последовательность

$$0 \rightarrow H^2(C_{\min}) \rightarrow F^2_N \xrightarrow{\Psi^2_N} X^2_N \xrightarrow{\pi_N} H^3(C_{\min}) \rightarrow 0. \quad (12.8)$$

Точность в F^2_N означает $\text{Ker } \Psi^2_N = H^2$; точность в X^2_N означает $\text{Ker } \pi_N = \text{Im } \Psi^2_N$; сюръективность π_N следует из определения факторпространства. Естественность вытекает из (12.2).

Следствие 12.3.1 (конечномерный ранг). [ТНМ] Если $\dim F^2_N = f$, $\dim X^2_N = x$ и $\text{rank } \Psi^2_N = r$, то

$$\dim H^2 = f - r, \quad \dim H^3 = x - r, \quad \dim H^2 - \dim H^3 = f - x. \quad (12.9)$$

Последнее равенство является эйлеровым инвариантом двухчленного комплекса. Оно не зависит от ранга и полезно как автоматический контроль вычислительного сертификата.

86. Фунториальность и естественная каноничность

Теорема 12.4 (функтор минимального комплекса). [ТНМ] Назначение $N \mapsto C_{\min}^{\bullet}(N)$, $\varphi \mapsto (\varphi_F, \varphi_X)$ задаёт функтор

$$C_{\min}^{\bullet}: NAPG_q \rightarrow CoCh_K. \quad (12.10)$$

Доказательство. Условие (12.2) является ровно условием коцепного отображения в единственной нетривиальной степени. Тожества и композиции наследуются от линейных отображений. $\square$

Теорема 12.5 (естественный изоморфизм). [ТНМ] Функтор $O_B = \text{Coker } \Psi^2$ естественно изоморфен функтору $H^3 \circ C_{\min}$. Компонента изоморфизма

$$\kappa_N: O_B(N) \rightarrow H^3(C_{\min}(N)), \quad \kappa_N([x]) = [x], \quad (12.11)$$

корректна, биективна и независима от представителя. Для морфизма φ коммутирует квадрат $\kappa_{N'} \circ O_B(\varphi) = H^3(C_{\min}(\varphi)) \circ \kappa_N$.

Следствие 12.5.1. [ТНМ] Нулевость внутреннего класса препятствия сохраняется всеми изоморфизмами $NAPG_q$. Численная норма выбранного представителя не обязана сохраняться, если морфизм не изометричен.

87. Критерий подъёма и H^2 -торсор решений

Определение 12.5 (подъём). [DEF-A] Для $q \in X^2_N$ подъёмом называется $f \in F^2_N$, удовлетворяющий $\Psi^2_N(f) = q$. Множество всех подъёмов обозначается $Lift_N(q)$.

Теорема 12.6 (полный внутренний критерий подъёма). [THM] Для $q \in X^2_N$ эквивалентны:

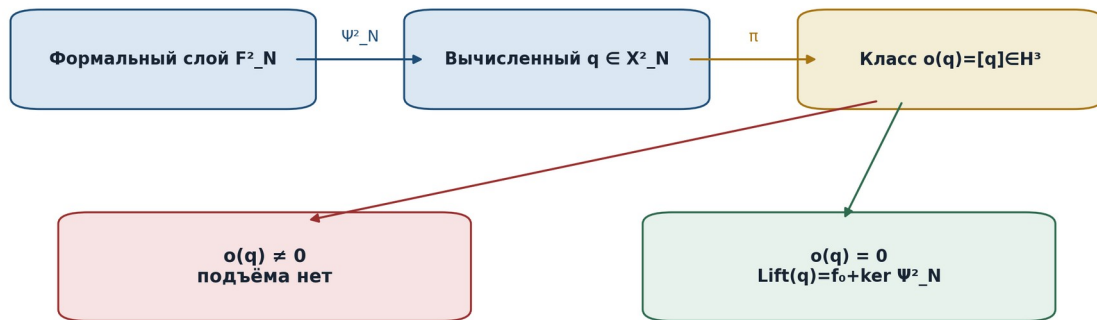
6. $o_{min,N}(q) = 0$ в $H^3(C_{min}(N))$;
7. $q \in \text{Im } \Psi^2_N$;
8. существует $f \in F^2_N$ с $\Psi^2_N(f) = q$;
9. $Lift_N(q)$ непусто.

Доказательство. Равенство $[q] = 0$ в факторпространстве эквивалентно принадлежности q образу Ψ^2_N , а это по определению эквивалентно существованию прообраза. $\square$

Теорема 12.7 (торсор подъёмов). [THM] Если $Lift_N(q)$ непусто и f_0 - один подъём, то

$$Lift_N(q) = f_0 + Ker \Psi^2_N = f_0 + H^2(C_{min}(N)). \quad (12.12)$$

Следовательно, H^2 измеряет не препятствие, а неоднозначность разрешения уже снятого препятствия. Нулевой H^3 отвечает существованию подъёма для всякого q ; нулевой H^2 отвечает его единственности.



Нулевой класс не выбирает единственный подъём: множество подъёмов является H^2 -торсором.

Рисунок 24. Критерий подъёма и H^2 -торсор решений. Собственная схема Тома II.

88. Универсальное свойство двухчленного ядра

Теорема 12.8 (универсальное продолжение в заданный комплекс). [ТНМ] Пусть $E^{\bullet}$ - коцепной комплекс, а заданы линейные карты $J^2: F^2_N \rightarrow E^2$ и $J^3: X^2_N \rightarrow E^3$, удовлетворяющие

$$\delta_{E^2} \circ J^2 = J^3 \circ \Psi^2_N. \quad (12.13)$$

Тогда существует единственное коцепное отображение $J: C_{\min}^{\bullet}(N) \rightarrow E^{\bullet}$, компоненты которого в степенях 2 и 3 равны J^2 и J^3 , а в остальных степенях нулевые.

Доказательство. Компоненты комплекса $C_{\min}$ вне степеней 2 и 3 нулевые, поэтому единственная проверка цепности совпадает с (12.13). Единственность следует из заранее заданных компонент. $\square$

Ограничение. Теорема не утверждает существование J^2, J^3 и не делает внешний комплекс каноническим. Именно существование, естественность и детектирующая полнота такого J образуют обязательства главы 13.

89. Base-change, прямые суммы и предел каноничности

Теорема 12.9 (расширение поля). [THM] Пусть L/K - расширение полей. Тогда

$$H^i(C_{\min}(N) \otimes_K L) \cong H^i(C_{\min}(N)) \otimes_K L, \quad i=2,3. \quad (12.14)$$

Доказательство. Тензорное умножение на поле L является точным, поэтому сохраняет ядра и факторпространства конечной длины. Так как L/K faithfully flat, $[q] \otimes 1 = 0$ тогда и только тогда, когда $[q] = 0$. $\square$

Теорема 12.10 (блочно-диагональная аддитивность). [THM] Для прямой суммы кадров с $\Psi^2_{N \oplus M} = \Psi^2_N \oplus \Psi^2_M$

$$H^i(C_{\min}(N \oplus M)) \cong H^i(C_{\min}(N)) \oplus H^i(C_{\min}(M)), \quad i=2,3. \quad (12.15)$$

Контрграница. Для склеек с перекрёстными членами $\Psi_{\{NM\}}$ блочная формула неверна: новые связи могут как уничтожать старые классы, так и создавать смешанные препятствия.

90. Канонический класс и неканонический численный остаток

Смысл трудного перехода. Фактор-класс $[q]$ не требует метрики и является каноническим. Однако компьютеру нужен измеримый остаток. Для этого выбираются скалярные произведения на F^2_N и X^2_N . Выбор создаёт ортогональную проекцию, псевдообратную матрицу и численную норму, но не меняет нулевость класса. Поэтому сертификат обязан хранить как канонический verdict, так и неканонические convention-поля.

Определение 12.6 (ортогональный obstruction residual). [DEF-A/COMP] В конечномерном вещественном или комплексном секторе пусть $\Psi^\dagger$ - псевдообратная Мура-Пенроуза. Положим

$$r_min(q) = (I - \Psi^2_N(\Psi^\dagger_N)^2)q. \quad (12.16)$$

Теорема 12.11 (остаточный критерий). [THM] $r_min(q) = 0$ тогда и только тогда, когда $[q] = 0$ в $H^3(C_min)$. Если класс нулевой, $f^* = \Psi^\dagger q$ является подъёмом минимальной нормы.

$$\|f^*\| \leq \|q\| / \sigma^+(\Psi^2_N), \quad (12.17)$$

где σ^+ - наименьшее положительное сингулярное значение. При $\sigma^+ \rightarrow 0$ подъём может становиться неустойчивым, хотя obstruction class остаётся нулевым.

Определение 12.7 (нормированный индекс внутренней обструкции). [DEF-A/DIAGNOSTIC]

$$OCI_min(q) = \|r_min(q)\| / (\|q\| + \varepsilon), \quad \varepsilon > 0. \quad (12.18)$$

OCI_min зависит от выбранных норм и не является заменой класса $[q]$. Его назначение - ранжировать численно сертифицированные кандидаты внутри одной convention.

91. Аналитические семейства и obstruction section

Пусть $t \in I$, а F_t, X_t образуют конечномерные аналитические векторные расслоения над интервалом I . Пусть $\Psi_t: F_t \rightarrow X_t$ и $q_t \in X_t$ аналитичны. После локальной тривиализации это аналитические матрицы и вектор-функции.

Теорема 12.12 (когомологические расслоения постоянного ранга). [ТНМ] Если $\text{rank } \Psi_t$ постоянен на связном открытом $J \subset I$, то $\text{Ker } \Psi_t$ и $\text{Im } \Psi_t$ являются аналитическими подрасслоениями, а

$$H^2_t = \text{Ker } \Psi_t, \quad H^3_t = X_t / \text{Im } \Psi_t \quad (12.19)$$

образуют аналитические векторные расслоения постоянных рангов. Классы $o_t = [q_t]$ задают аналитическое сечение obstruction bundle $H^3 \rightarrow J$.

Следствие 12.12.1. [ТНМ] Для одномерного параметра, если obstruction section не тождественно нулево, его нулевые точки не имеют внутренней точки накопления. Накопление нулей внутри J означает тождественное исчезновение section на связной компоненте.

Определение 12.8 (внутренний переходный горизонт). [DEF-A]

$$\Delta_{\min} = \Delta_{\text{rank}} \cup \Delta_{\text{cond}} \cup \Delta_{\text{Dom}} \cup \Delta_D \cup \text{Pole}(\lambda), \quad (12.20)$$

где Δ_{rank} - точки изменения $\text{rank } \Psi_t$, а Δ_{cond} - точки, где $\sigma^+(\Psi_t)$ падает ниже заранее зарегистрированного порога устойчивости. Нулевой locus $Z_{\min} = \{t: o_t = 0\}$ хранится отдельно: это множество кандидатов подъёма, а не автоматически «горизонт события».

92. Устойчивый отрицательный прогноз

Лемма 12.13 (оценка движения остатка). [ТНМ] Пусть $P_t = \Psi_t \Psi_t^\dagger$ - ортогональная проекция на $\text{Im } \Psi_t$ в секторе постоянного ранга. Тогда для $r_t = (I - P_t)q_t$

$$\|r_t - r_s\| \leq \|q_t - q_s\| + \|P_t - P_s\| \cdot \|q_s\|. \quad (12.21)$$

Доказательство. $r_t - r_s = (I - P_t)(q_t - q_s) + (P_s - P_t)q_s$. Норма ортогональной проекции не превосходит 1. $\square$

Теорема 12.14 (сертифицированная зона отсутствия подъёма). [ТНМ/COMP] Если в точке t_0 известно $\|r_{t_0}\| = \rho > 0$ и на окрестности U выполнено

$$\|q_t - q_{t_0}\| + \|P_t - P_{t_0}\| \cdot \|q_{t_0}\| < \rho, \quad (12.22)$$

то $r_t \neq 0$ для всех $t \in U$, а значит, подъём $\Psi_t f = q_t$ внутри модели невозможен.

Это первый строгий локальный отрицательный прогноз внутреннего obstruction-слоя: он исключает не событие вообще, а конкретный класс структурного перехода, который требует существования данного подъёма.

93. Главная условная теорема предсказательного метода v0.9

Теорема 12.15 (minimal-obstruction-safe predictive theorem). [COND] Рассмотрим семейство

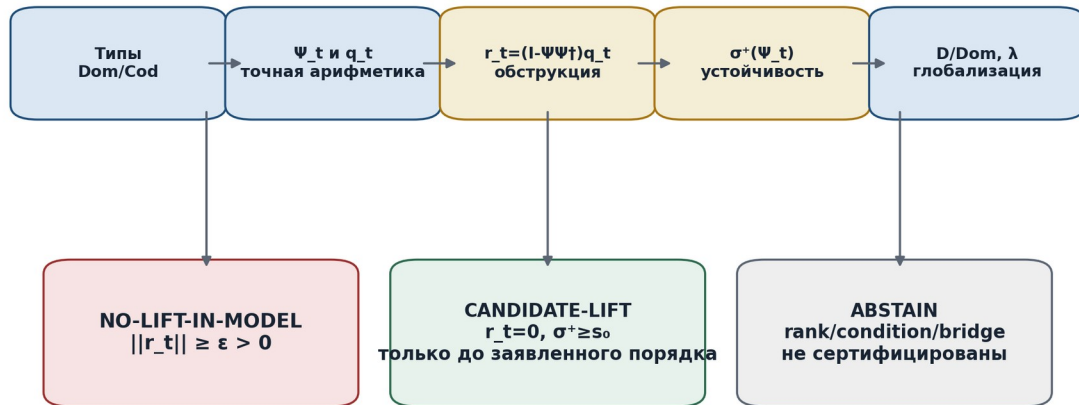
$$F_t = (N_t, \Psi_t, q_t, \rho_t, D_t, \text{Dom}_t), \quad t \in I, \quad (12.23)$$

и предположим:

- Н1. Размерности F^2_t и X^2_t фиксированы на анализируемом секторе, а все тривиализации и базисы версионированы.
- Н2. Ψ_t и q_t аналитичны либо заданы сертифицированной интервальной арифметикой.
- Н3. Rank Ψ_t постоянен вне зарегистрированного Δ_{rank} ; $\sigma^+(\Psi_t)$ отделено от нуля вне Δ_{cond} .
- Н4. Квадратичный класс q_t действительно относится к X^2_t и не подменяет трёхлинейный ассоциатор без отдельной карты β_{Ass} .
- Н5. D_t валиден, Dom_t непуст и сохраняется на всём заявленном интервале.
- Н6. Реперная координата $\rho_t = (R_t, I_t, U_t; D_t)$ определена вне полюсов; λ используется только как независимый диагностический слой.
- Н7. Атласный, tangent-, globalization-, holonomy- и differential-certificate предыдущих выпусков не содержат блокеров, необходимых для заявленного вывода.
- Н8. Вывод ограничен внутренним квадратичным подъёмом; внешний Π_E , высшие препятствия и физическая интерпретация не используются без своих сертификатов.

Тогда на каждой связной компоненте $\Gamma \Delta_{\text{min}}$: (i) H^2_t и H^3_t образуют расслоения постоянных рангов; (ii) $o_t = [q_t]$ является корректным аналитическим сечением; (iii) $o_t = 0$ эквивалентно существованию внутреннего подъёма; (iv) множество подъёмов является H^2_t -торсором; (v) на каждом сертифицированном компакте, где $\|r_t\| \geq \varepsilon_{\text{ob}} > 0$, переход, требующий такого подъёма, невозможен внутри модели; (vi) точки $o_t = 0$ создают только CANDIDATE-LIFT-TO-ORDER-2.

Доказательство. Пункты (i)-(iv) следуют из теорем 12.6-12.12. Пункт (v) следует из непрерывности остатка и нижней границы либо непосредственно из теоремы 12.14. Пункт (vi) следует из того, что C_{min} контролирует только внутренний квадратичный фактор и не содержит данных о высших, глобальных или внешних препятствиях. $\square$



Нулевая внутренняя обструкция создаёт кандидата подъёма, но не событие, не физический факт и не полный формальный объект.

Рисунок 25. Blocker-safe шлюз внутреннего obstruction-прогноза. Собственная схема Тома II.

94. Проективно-гармонический Репер-шлюз

Определение 12.9 (совместный сертификат). [DEF-A] Для структурного кандидата x_t задаётся

$$Cert_min(t) = (type_ok, [q_t], ||r_t||, \sigma^+_t, Valid(D_t), Dom_t, \delta_truth(t), Block_t). \quad (12.24)$$

Строгий селектор допускает кандидат внутреннего подъёма только при одновременном выполнении

$$[q_t]=0, ||r_t|| \leq \varepsilon_num, \sigma^+_t \geq s_0, Valid(D_t)=1, Dom_t=1, Block_t=\emptyset. \quad (12.25)$$

Условие $\lambda=-1$ или $\delta_truth \leq \tau$ может добавляться как проективно-гармонический фильтр, но не заменяет ни одного условия (12.25). Поэтому

$$\lambda=-1 \not\Rightarrow [q]=0, \quad [q]=0 \not\Rightarrow \lambda=-1. \quad (12.26)$$

Две координаты логически независимы: λ описывает конфигурационную гармонию репера, а $[q]$ - разрешимость внутренней линейной задачи вычисления.

95. Контрпримеры и граничные случаи

ID	Модель	Когомология	Вывод
M1	$\Psi=\text{diag}(1,0): K^2 \rightarrow K^2$	$H^2 \cong K, H^3 \cong K$	$q=(a,b)$ поднимается $\Leftrightarrow b=0$; $\text{Lift}(q)=\{(a,s)\}$.
M2	$\Psi:[u,v] \mapsto u+v$	$H^2 \cong K, H^3=0$	Все q поднимаются, но подъём неединственен.
M3	$\Psi=0: K \rightarrow K$	$H^2 \cong K, H^3 \cong K$	$q=1$ не поднимается; $q=0$ имеет все f как подъёмы.
M4	$\Psi_t=[t], q_t=1$	$t \neq 0: H^3=0; t=0: H^3 \cong K$	Подъём $f=1/t$ взрывается при $t \rightarrow 0$; rank/condition horizon обязателен.
M5	$H^3 \neq 0, q \in \text{Im } \Psi$	Конкретный $[q]=0$	Ненулевое пространство препятствий не означает, что каждый кандидат препятствован.
M6	Первичный $q_2=0$, следующий $q_3 \neq 0$	$C_{\min}$ не видит q_3	Нулевой внутренний класс не гарантирует полный формальный lift.

Контртеорема 12.16 (четыре запрета). [ТНМ] В общем случае неверны импликации:

- $H^3(C_{\min}) \neq 0 \Rightarrow$ конкретный q препятствован;
- $[q]=0 \Rightarrow$ существует единственная деформация;
- $[q]=0 \Rightarrow$ исчезают высшие или глобальные препятствия;
- $H^3(C_{\min}) \neq 0 \Rightarrow$ существует физическая кривизна, голономия или наблюдаемый эффект.

Доказательство дают модели M2, M5, M6 и чисто формальная модель M3 без геометрической или физической структуры. $\square$

96. Вычислительный сертификат MIN-OB v0.9

96.1. Обязательные стадии

Шаг	Проверка
MIN-01	Проверить типы, степени, Dom/Cod F^2_N , X^2_N и Ψ^2_N .
MIN-02	Построить точную матрицу Ψ в зарегистрированном базисе.
MIN-03	Вычислить rank, ker, image и coker exact/rational arithmetic.
MIN-04	Проверить $\delta_{\min}^2 = \Psi$ и $\delta_{\min}^3 \delta_{\min}^2 = 0$.
MIN-05	Построить q и класс $[q]$; не смешивать representative и quotient class.
MIN-06	Решить $\Psi f = q$ и вернуть lift torsor $f_0 + \ker \Psi$ либо NO-LIFT.
MIN-07	В численном секторе вычислить $\Psi^\dagger$, residual r и σ^+ .
MIN-08	Сертифицировать rank/condition horizon интервальными minors или SVD-bound.
MIN-09	Проверить naturality на морфизмах и сменах базиса.
MIN-10	Проверить field base-change на тестовом расширении.
MIN-11	Сопоставить $[q]$ с λ , D/Dom без логической подмены.
MIN-12	Проверить предыдущие globalization/tangent/holonomy/differential blockers.
MIN-13	Сформировать verdict NO-LIFT / CANDIDATE-LIFT / ABSTAIN.
MIN-14	Сохранить basis ledger, conventions, proof objects и SHA-256.

96.2. Псевдокод

INPUT frame $N=(F^2, X^2, \Psi)$, candidate q , reper ρ , evidence D
CHECK types, domains, basis ledger
COMPUTE exact rank, kernel, image, coker
COMPUTE obstruction class $[q]$
IF q not in image(Ψ): RETURN NO-LIFT-IN-MODEL
COMPUTE lift torsor $f_0 + \ker(\Psi)$
COMPUTE pseudoinverse residual and σ_{plus} when numeric
IF rank/condition/ $D/\text{Dom}/\text{bridge}$ uncertified: RETURN ABSTAIN
CHECK λ only as independent reper filter
RETURN CANDIDATE-LIFT-TO-ORDER-2

97. Доказательные обязательства T2-RP-v0.9

ID	Обязательство	Статус	Proof-object	Blocker/граница
T2-PO-087	Типизированный $C_{\min}$ и nilpotency	THM	§84; F077-F078	-
T2-PO-088	$H^2=\ker \Psi$ и $H^3=\operatorname{coker} \Psi$	THM	Теорема 12.2	-
T2-PO-089	Естественная точная последовательность	THM	Теорема 12.3	-
T2-PO-090	Функториальность $C_{\min}$	THM	Теорема 12.4	-
T2-PO-091	Естественность $\kappa:O_B \cong H^3$	THM	Теорема 12.5	-
T2-PO-092	Критерий подъёма	THM	Теорема 12.6	-
T2-PO-093	H^2 -торсор подъёмов	THM	Теорема 12.7	-
T2-PO-094	Универсальное chain-map property	THM	Теорема 12.8	существование внешних J^2, J^3 отдельно
T2-PO-095	Field base-change	THM	Теорема 12.9	кольцевой non-flat base-change не охвачен
T2-PO-096	Block-sum additivity	THM	Теорема 12.10	смешанные блоки открыты
T2-PO-097	Residual и minimal-norm lift	THM/COMP	Теорема 12.11	нужны нормы/convention
T2-PO-098	Obstruction bundle постоянного ранга	THM	Теорема 12.12	бесконечномерный случай открыт
T2-PO-099	Устойчивая зона NO-LIFT	THM/COMP	Теорема 12.14	требуется сертифицированных bounds
T2-PO-100	Главная predictive theorem v0.9	COND	Теорема 12.15	H1-H8
T2-PO-101	Высшие препятствия после $C_{\min}$	OPEN	Глава 16	нужна obstruction tower / MC-package
T2-PO-102	Внешний E-мост Π_E	OPEN	Следующая сборка	B1-B8
T2-PO-103	Banach/Hilbert Fredholm-версия	OPEN	-	замкнутый образ, complemented kernels
T2-PO-104	Независимый доменный запуск	OPEN	-	данные и preregistration
T2-PO-105	Физическая интерпретация	PHY-HYP/OPEN	Том III	независимая проверка

98. Prior art и граница авторской новизны

Классический prior art включает коцепные комплексы, ядра и коядра, deformation-obstruction теорию, tangent functors и условия представимости. Авторская линия Тома II состоит не в заявлении новизны этих общих объектов, а в их типизированной сборке вокруг квадратичного кадра NAPG_q , $\text{Reper}(R, I, U; D)$, λ -диагностики, blocker-safe verdict и вычислительного KLT-RBD-контура.

[V0.9-1] Gerstenhaber, M. On the Deformation of Rings and Algebras. *Annals of Mathematics* 79 (1964), 59-103. JSTOR 1970484.

[V0.9-2] Nijenhuis, A.; Richardson, R. W. Deformations of Lie Algebra Structures. *Journal of Mathematics and Mechanics* 17 (1968), 89-105.

[V0.9-3] Schlessinger, M. Functors of Artin Rings. *Transactions of the AMS* 130 (1968), 208-222. DOI 10.1090/S0002-9947-1968-0217093-3.

[V0.9-4] The Stacks Project. Part 6: Deformation Theory; Chapters 90-93, including Schlessinger conditions, lifts and cotangent complexes. Tag 0ELW.

[V0.9-5] Kurpishev, I. B. Том I v197 RU, §§52.9-52.18 и статус 26.36; Том II T2-RP-v0.1-v0.8; PILOT-01.

Граница новизны. Формулы $H^2 = \ker \Psi$ и $H^3 = \text{coker } \Psi$ являются классической линейной алгеброй. Авторским результатом проекта является выбор конкретного квадратичного кадра NAPG_q , его функториальная связь с O_B , включение в предсказательный Reper-шлюз и доказательная дисциплина, запрещающая перенос внутреннего класса во внешний или физический слой без моста.

99. Итог главы и контрольная точка T2-RP-v0.9

Доказано	C_min является функториальным двухчленным комплексом; $H^2=\ker \Psi$; $H^3=\operatorname{coker} \Psi=O_B$; точная последовательность; критерий и торсор подъёмов; base-change над полями; аналитический obstruction bundle постоянного ранга.
Условно	Предсказательный вывод действует только при H1-H8, сертифицированной устойчивости, D/Dom и отсутствии предыдущих блокеров.
Опровергнуто	Автоматические импликации $H^3\neq 0\Rightarrow$ каждый q препятствован; $[q]=0\Rightarrow$ единственная/полная деформация; внутреннее $H^3\Rightarrow$ физический эффект.
Открыто	Внешний П_Е, higher obstruction tower, miniversal/derived model, Banach/Hilbert-слой, независимый доменный тест.
Следующая точка	T2-RP-v0.10: глава 13 - внешний E-слой, цепной мост J, well-definedness П_Е, односторонняя детекция и контрпримеры к обратному выводу.

$$truth_layer_promotion=0; \quad checkpoint=T2-RP-v0.9; \quad next=T2-RP-v0.10. \quad (12.27)$$

Следующая сборка tom2_v0_10 развивает внешний E-слой и условный мост П_Е без отождествления внутреннего $H^3(C_{min})$ с внешней когомологией.

checkpoint=T2-RP-v0.9; source=T2-RP-v0.8; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.10.

100. Глава 13. Внешний E-комплекс и условный мост П_Е

Контрольная точка T2-RP-v0.10: внешняя детекция без отождествления когомологий

ОНТОЛОГИЯ	Внутреннее препятствие получает внешний смысл не потому, что обе конструкции используют символ H^3 , а потому, что между ними построено отображение комплексов. Внешняя онтология начинается с моста J и исчезает вместе с ним.
ГНОСЕОЛОГИЯ	Условия B1-B8 образуют эпистемический контракт. Они различают существование комплекса, корректность цепной карты, естественность, полноту детекции, отдельный ассоциаторный канал и право на прикладную интерпретацию.
ФЕНОМЕНОЛОГИЯ	Феноменологически внешний комплекс расширяет поле наблюдения: один и тот же внутренний остаток может быть видим, потерян или дополнен внешними классами. Mapping cone делает эту потерю измеримой.
ГРАНИЦА	Ненулевой внешний класс доказывает ненулевой внутренний класс только для элементов образа П_Е. Нулевой внешний класс ничего не говорит обратно без инъективности. Ни один из этих выводов сам по себе не является физическим событием. $truth_layer_promotion=0$.

100.1. Входы, цель и граница

Канонический вход	$C_{\min}^{\wedge}(N): F^2_N \rightarrow X^2_N, H^2=\ker \Psi^2_N, H^3=\operatorname{coker} \Psi^2_N=O_B(N)$, естественный κ_N .
Цель v0.10	Построить внешний комплекс $E^{\wedge}(N)$, цепной мост J_N и корректное $\Pi_{E,N}: O_B(N) \rightarrow H^3(E^{\wedge}(N))$.
Новый строгий слой	Well-definedness, naturality, mapping cone, blind/excess defects, stable injective detection и параметрический горизонт.
Запрет	Не отождествлять O_B с $H^3(E)$, не выводить ассоциатор, голономию или физическое наблюдаемое без отдельных карт.
Следующий потребитель	Глава 14: пространства препятствий, проектирование и projectivized obstruction carriers.

101. Definition Core внешней реализации

101.1. Внешний комплекс

Определение 13.1 (внешняя реализация). [DEF-A] Для объекта $N \in \text{NAPG}_q$ внешней реализацией называется набор

$$E(N) = (E^\bullet(N), d_E, \text{Dom}_E, G_E), \quad (13.1)$$

где $E^n(N)$ являются K -модулями или векторными пространствами, $d_E: E^n \rightarrow E^{n+1}$, а Dom_E и G_E фиксируют допустимость, регулярность, градуировку, нормы и дополнительные структуры.

$$d_E \circ d_E = 0 \quad \text{для всех } n. \quad (13.2)$$

Без (13.2) внешний объект является precomplex и $H^3(E^\bullet)$ не определяется. Само наличие трёх последовательных стрелок, вопреки человеческой традиции, не создаёт когомологию.

101.2. Цепной мост

Определение 13.2 (chain bridge J). [DEF-A] Цепным мостом от $C_{\min}^\bullet(N)$ к $E^\bullet(N)$ называется морфизм коцепных комплексов J_N , чьи единственные существенные компоненты имеют типы

$$J_N^2: F_N^2 \rightarrow E^2(N), \quad J_N^3: X_N^2 \rightarrow E^3(N), \quad (13.3)$$

$$d_E J_N^2 = J_N^3 \Psi_N^2, \quad d_E J_N^3 = 0. \quad (13.4)$$

Первое равенство означает перенос внутренних границ во внешние границы. Второе означает, что каждый внешний образ вычисленного квадратичного объекта является 3-коциклом.

101.3. Полный контракт B1-B8

Условие	Содержание	Статус
B1	$E^\bullet(N)$ является коцепным комплексом: $d_E^2=0$ во всех степенях.	THM/INPUT
B2	J_N является цепной картой и имеет явно заданные Dom/Cod .	THM/INPUT
B3	Назначение $N \mapsto E^\bullet(N)$ функториально относительно выбранного класса морфизмов NAPG.	COND
B4	J является естественным преобразованием $C_{\min}^\bullet \Rightarrow E^\bullet$.	COND
B5	Факторизация через κ_N и $H^3(J_N)$ согласована с морфизмами и сменой допустимых представлений.	THM при B1-B4
B6	Для обратной детекции требуется инъективность Π_E либо сертифицированный левый обратный оператор.	EXTRA
B7	Ассоциаторный канал β_{Ass} задаётся отдельно; Π_E не объявляется ассоциатором.	OPEN/SEPARATE
B8	Физическая, аналитическая или предметная интерпретация требует редукции, наблюдаемой, данных и независимой проверки.	PHY-HYP/OPEN

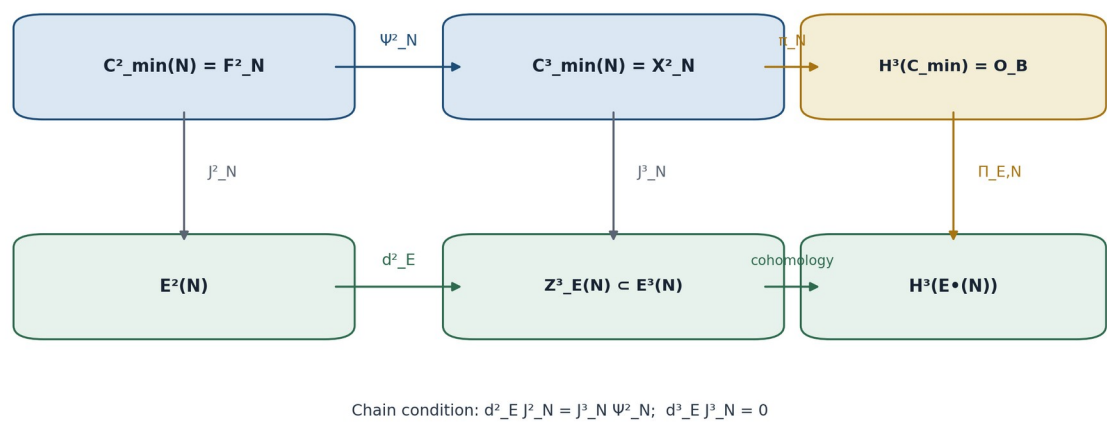


Рисунок 26. Цепной мост J и индуцированное отображение Π_E . Собственная схема Тома II.

102. Существование и корректность индуцированной карты

102.1. Критерий спуска на фактор

Теорема 13.1 (well-definedness criterion). [THM] Пусть $d_E J^3 = 0$. Формула

$$[x] \mapsto [J^3_N x] \quad (13.5)$$

задаёт линейное отображение $\text{coker } \Psi^2_N \rightarrow H^3(E^{\wedge \bullet}(N))$ тогда и только тогда, когда

$$J^3_N(\text{Im } \Psi^2_N) \subseteq \text{Im } d_E. \quad (13.6)$$

Доказательство. Два представителя x и $x + \Psi^2 f$ задают один внутренний класс. Их внешние классы совпадают тогда и только тогда, когда $J^3 \Psi^2 f$ является внешней границей для всякого f . Это и есть (13.6). Условие $d_E J^3 = 0$ обеспечивает замкнутость образов. $\square$

Следствие 13.1.1. [THM] Цепное равенство $d_E J^2 = J^3 \Psi^2$ автоматически влечёт (13.6).

Обратное построение J^2 из (13.6) возможно над векторными пространствами после выбора линейного сечения d_E на его образе. Над произвольными модулями требуется проектность или расщепление; без него существование J^2 остаётся отдельным обязательством.

102.2. Определение Π_E

Определение 13.3 (внешняя карта препятствий). [COND/THM при B1-B5]

$$\Pi_{E,N} := H^3(J_N) \circ \kappa_N : O_B(N) \rightarrow H^3(E^{\wedge \bullet}(N)), \quad (13.7)$$

$$\Pi_{E,N}([x]) = [J^3_N x]. \quad (13.8)$$

Теорема 13.2 (естественность Π_E). [THM при B3-B5] Для морфизма $f: N \rightarrow N'$ коммутирует квадрат

$$H^3(E(f)) \Pi_{E,N} = \Pi_{E,N'} O_B(f). \quad (13.9)$$

Это равенство является точным критерием независимости внешней детекции от допустимого изоморфного представления.

103. Односторонняя, обратная и полная детекция

Теорема 13.3 (односторонняя детекция). [ТНМ] Для любого корректного Π_E

$$\Pi_E(o) \neq 0 \Rightarrow o \neq 0. \quad (13.10)$$

Доказательство. Линейное отображение переводит нулевой класс в нулевой. Поэтому ненулевой образ не может происходить от нулевого класса. $\square$

Следствие. Ненулевой внешний класс свидетельствует о ненулевом внутреннем препятствии только тогда, когда установлено, что рассматриваемый внешний класс действительно равен $\Pi_E(o)$, а не является произвольным элементом $H^3(E)$.

Теорема 13.4 (критерий обратной детекции). [ТНМ] Следующие условия эквивалентны:

- Π_E инъективно;
- $\Pi_E(o)=0$ влечёт $o=0$;
- $o \neq 0$ влечёт $\Pi_E(o) \neq 0$;
- если $\exists x \in d_{-E}^2$, то $x \in \Psi^2$.

В конечномерных векторных пространствах они также эквивалентны существованию линейного левого обратного $S: H^3(E) \rightarrow O_B$ с $S\Pi_E = id$, однако такой S обычно неканоничен.

Определение 13.4 (качество моста). [DEF-A] Мост называется:

Тип	Условие	Смысл
faithful	Π_E инъективно	внешний ноль допускает обратный вывод
complete	Π_E сюръективно	каждый внешний H^3 -класс объясняется внутренним
exact	Π_E изоморфно	в степени 3 информация совпадает
degree-3 quasi-isomorphism	$H^3(J)$ изоморфно	не утверждает изоморфизм других степеней
quasi-isomorphism	$H^n(J)$ изоморфно для всех n	полный гомологический эквивалент

104. Mapping cone и измерение потери информации

104.1. Конус цепного моста

Определение 13.5 (mapping cone). [CL] Для цепной карты $J: C_{\min} \rightarrow E$ положим

$$Cone(J)^n = E^n \oplus C_{\min}^{n+1}, \quad (13.11)$$

$$D_J(e, c) = (d_E e + Jc, -\delta_{\min} c). \quad (13.12)$$

Стандартное вычисление даёт $D_J^2 = 0$ именно благодаря тому, что J является цепной картой.

Теорема 13.5 (точная последовательность детекции). [THM] Конус порождает длинную точную последовательность, фрагмент которой имеет вид

$$H^2(C_{\min}) \rightarrow H^2(E) \rightarrow H^2(Cone J) \rightarrow O_B \xrightarrow{\Pi_E} H^3(E) \rightarrow H^3(Cone J) \rightarrow 0. \quad (13.13)$$

Последний ноль возникает из $H^4(C_{\min}) = 0$.

104.2. Blind и Excess defects

$$Blind_E(N) := Ker \Pi_{E,N}, \quad (13.14)$$

$$Excess_E(N) := Coker \Pi_{E,N}. \quad (13.15)$$

Из точности (13.13) следуют

$$Blind_E = Im(H^2(Cone J) \rightarrow O_B), \quad (13.16)$$

$$Excess_E \cong H^3(Cone J). \quad (13.17)$$

$Blind_E$ измеряет внутренние препятствия, невидимые выбранной внешней реализацией. $Excess_E$ измеряет внешние классы, не объясняемые внутренним квадратичным слоем. Это разные дефекты, и один не компенсирует другой.

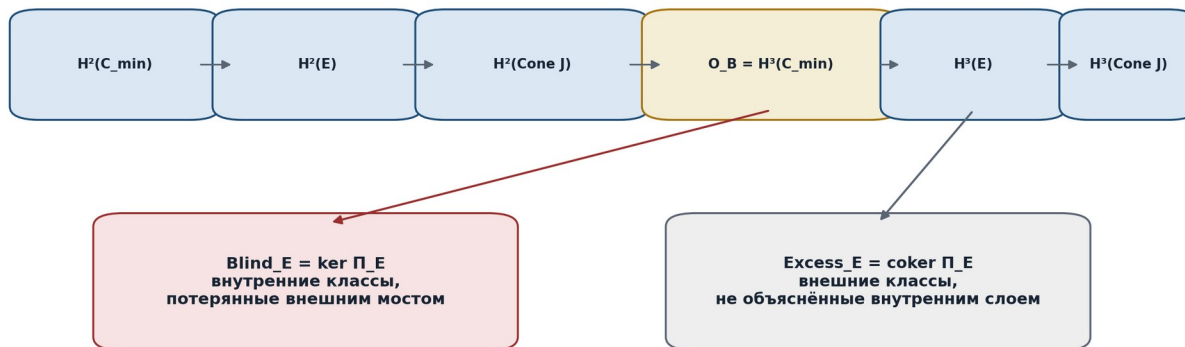


Рисунок 27. Mapping cone и два дефекта внешней детекции. Собственная схема Тома II.

105. Зависимость от выбора внешней реализации

105.1. Гомотопическая инвариантность

Теорема 13.6 (chain-homotopy invariance). [CL/THM] Если цепные карты $J, K: C_{\min}^{\bullet} \rightarrow E^{\bullet}$ гомотопны, то

$$H^n(J) = H^n(K) \text{ для всех } n; \text{ следовательно } \Pi_E J = \Pi_E K. \quad (13.18)$$

В двухчленном секторе достаточно предъявить операторы $h^2: F^2_N \rightarrow E^1$ и $h^3: X^2_N \rightarrow E^2$, для которых

$$J^2 - K^2 = d_E h^2 + h^3 \Psi^2, \quad J^3 - K^3 = d_E h^3. \quad (13.19)$$

Таким образом, Π_E зависит не от буквальной цепной карты, а от её класса в гомотопической категории. Не гомотопные мосты могут давать различные внешние детекции.

105.2. Сравнение двух внешних комплексов

Пусть E и F являются двумя внешними реализациями, а $Q: E^{\bullet} \rightarrow F^{\bullet}$ - цепная карта. Если $J_F = Q J_E$, то

$$\Pi_F = H^3(Q) \Pi_E. \quad (13.20)$$

Если $H^3(Q)$ инъективно на $\text{Im } \Pi_E$, внешний переход $E \rightarrow F$ не теряет уже обнаруженные внутренние классы. Если $H^3(Q)$ имеет ненулевое ядро на $\text{Im } \Pi_E$, появляется дополнительный blind defect.

106. Функториальная внешняя теория

Определение 13.6 (категория внешних реализаций). [DEF-A] Объектом $\text{ExtReal}(N)$ является пара (E, J) , удовлетворяющая B1-B2. Морфизмом $(E, J) \rightarrow (F, K)$ является цепная карта $Q: E \rightarrow F$ с $QJ=K$.

Теорема 13.7. [THM] Назначение

$$(E, J) \mapsto \Pi_E: O_B(N) \rightarrow H^3(E) \quad (13.21)$$

фунториально относительно морфизмов внешних реализаций. Следовательно, сравнение внешних моделей должно выполняться через явные цепные карты, а не через совпадение размерностей или названий когомологий.

Определение 13.7 (canonical external class). [COND] Внешний класс называется каноническим относительно подкатегории R_{ext} , если все допустимые реализации связаны квазиизоморфизмами, согласованными с J , и полученные H^3 -классы совпадают под этими изоморфизмами.

Без такого контракта выражение «внешний класс препятствия» зависит от выбора E и не обладает абсолютным смыслом.

107. Конечномерная численная реализация

107.1. Ортогональные модели факторпространств

В конечномерном евклидовом или эрмитовом секторе выбираются ортогональные разложения

$$X^2_N = \text{Im } \Psi^2_N \oplus O_N, \quad \text{Ker } d_E^3 = \text{Im } d_E^2 \oplus H_E^3. \quad (13.22)$$

Тогда O_N является минимально-нормовым представителем O_B , а H_E^3 - гармоническим представителем внешней когомологии. Матрица индуцированного моста имеет вид

$$P_E := P_{\{H_E^3\} J^3_N |_{\{O_N\}}}. \quad (13.23)$$

Теорема 13.8 (стабильная обратная детекция). [THM/COMP] P_E инъективно тогда и только тогда, когда его наименьшее сингулярное число положительно. Если

$$\sigma_{\min}(P_E) \geq s_0 > 0, \quad (13.24)$$

то для каждого внутреннего класса o

$$\|P_E(o)\| \geq s_0 \|o\|. \quad (13.25)$$

Следовательно, ненулевой внутренний класс не может исчезнуть во внешнем слое под малыми численными возмущениями, меньшими сертифицированного запаса.

107.2. Инвариантный внешний остаток

$$\eta_E([x]) := \|P_{\{H_E^3\} J^3_N} x_{\min}\|, \quad (13.26)$$

где $x_{\min} \in O_N$ - минимально-нормовый представитель внутреннего класса. При B1-B2 величина не зависит от добавления $\Psi^2 f$. Однако она зависит от выбранных норм и потому требует metric ledger.

108. Параметрические семейства и внешний горизонт

Для семейства (N_t, E_t, J_t) вводится расширенный горизонт

$$\Delta_E = \Delta_{\{complex\}} \cup \Delta_{\{chain\}} \cup \Delta_{\{rank \Pi\}} \cup \Delta_{\{\sigma \Pi\}} \cup \Delta_{\{hom\}} \cup \Delta_D \cup \Delta_{Dom} \cup \Delta_{\{glue\}}. \quad (13.27)$$

Здесь фиксируются: нарушение $d_E^2=0$; нарушение цепного квадрата; изменение ранга Π_E ; потеря устойчивой инъективности; смена гомотопического класса моста; дефекты Evidence-D, Dom и глобализации.

Лемма 13.9 (локальная постоянность рангов). [ТНМ] В конечномерном непрерывном семействе на области, где ранги d_E^2, d_E^3, Ψ^2 и P_E постоянны и положительные сингулярные числа отделены от нуля, размерности $H^3(E)$, $Blind_E$, $Excess_E$ и $Im \Pi_E$ локально постоянны.

109. Предсказательный внешний мост

109.1. Теорема устойчивого внешнего препятствия

Теорема 13.10. [ТНМ/COMP] Пусть на компактном интервале I выполнены B1-B5, семейства непрерывны и существует $\varepsilon_E > 0$ такое, что

$$||\Pi_{\{E,t\}}(o_t)|| \geq \varepsilon_E \text{ для всех } t \in I. \quad (13.28)$$

Тогда внешний класс не обращается в нуль ни в одной точке I . Следовательно, структурный переход, требующий исчезновения данного внешнего класса, невозможен внутри сертифицированной модели.

Если дополнительно B6 выполнено с $\sigma_{\min}(P_{\{E,t\}}) \geq s_0 > 0$, то внешний ноль эквивалентен внутреннему нулю на I . Без B6 внешний ноль возвращает ABSTAIN, а не доказательство отсутствия внутреннего препятствия.

109.2. Главная условная теорема v0.10

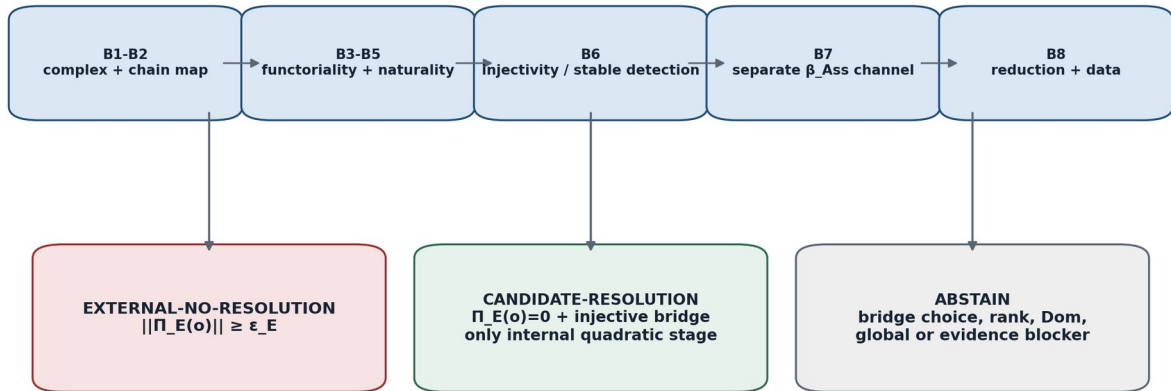
Теорема 13.11 (external-detection-safe predictive theorem). [COND] Пусть:

- B1-B5 выполнены и документированы;
- для обратной ветви выполнено B6 с устойчивой нижней границей;
- внешний мост остаётся в одном гомотопическом классе;
- D/Dom и глобализационные условия не меняются;
- предыдущие tangent, holonomy и differential blockers закрыты;
- β_{Ass} не подменяется Π_E ;
- B8 не используется без доменной редукции и данных;
- вычислительный сертификат EXT-E воспроизводим.

Тогда вне Δ_E профиль

$$P_E(t) = (\dim H^3(E_t), \text{rank } \Pi_{\{E,t\}}, \dim \text{Blind}_{\{E,t\}}, \dim \text{Excess}_{\{E,t\}}, \sigma_{\min}(P_{\{E,t\}}), \eta_E(o_t)) \quad (13.29)$$

локально устойчив. Ненулевой η_E , отделённый от нуля, даёт отрицательный прогноз исчезновения внешнего препятствия. Нулевой η_E при faithful-мосте создаёт только кандидат внутреннего квадратичного разрешения; высшие, глобальные и физические выводы не следуют.



Vanishing of the external class is not a physical event and not a full deformation theorem.

Рисунок 28. Blocker-safe шлюз внешней детекции. Собственная схема Тома II.

110. Отдельный ассоциаторный канал β_{Ass}

Определение 13.8 (associator test channel). [OPEN/DEF-A] Пусть $T_{Ass}(N)$ - пространство типизированных ассоциаторных тестов, а $A_{Ass}^{\bullet}(N)$ - отдельный внешний комплекс. Кандидатный канал имеет форму

$$\beta_{Ass, N}: T_{Ass}(N) \rightarrow H^3(A_{Ass}^{\bullet}(N)). \quad (13.30)$$

Условие B7 запрещает считать β_{Ass} следствием Π_E . Связь возможна только после построения карты $S: O_B \rightarrow T_{Ass}$ и цепного отображения $Q: E^{\bullet} \rightarrow A_{Ass}^{\bullet}$, для которых доказана коммутативность соответствующей диаграммы.

$$\beta_{Ass} \circ S = H^3(Q) \circ \Pi_E. \quad (13.31)$$

До доказательства (13.31) квадратичный obstruction class, ассоциатор, ассоциаторная кривизна и Hol_D остаются различными объектами.

111. Контрпримеры к сильным внешним выводам

ID	Тип	Модель	Вывод
E1	Blind acyclic target	$O_B=K, E^2=K, E^3=K, d^2=id, J^3=id$	$H^3(E)=0$, поэтому $\Pi_E=0$ при ненулевом O_B .
E2	Injective not surjective	$O_B=K, H^3(E)=K^2, \Pi(a)=(a,0)$	Все внутренние классы видимы, но внешний слой содержит excess.
E3	Surjective not injective	$O_B=K^2, H^3(E)=K, \Pi(a,b)=a$	Внешний слой полный, но теряет внутреннее направление (0,1).
E4	Representative failure	$\Psi=id_K, d_E=0, J^3=id, J^2=0$	Цепное условие нарушено: один нулевой внутренний класс получает разные образы.
E5	Choice dependence	$\Psi=0, E^3=K, d=0; J^3=id, K^3=0$	Оба моста цепные, но не гомотопны и дают разные Π .
E6	External-only class	$J=0, H^3(E)\neq 0$	Ненулевой внешний класс может не лежать в $Im \Pi_E$.
E7	Numerically blind	$\sigma_{min}(P_E) \rightarrow 0$	Точная инъективность теряет устойчивую обратную детекцию.
E8	No physics from cohomology	Формальный E с $H^3\neq 0$ без observables/data	Внешняя когомология не создаёт физический эффект.

Контртеорема 13.12. [ТНМ] Без дополнительных гипотез неверны импликации

- $\Pi_E(o)=0 \Rightarrow o=0$;
- $H^3(E)\neq 0 \Rightarrow$ существует внутреннее препятствие;
- $\dim H^3(E)=\dim O_B \Rightarrow \Pi_E$ является изоморфизмом;
- два корректных моста дают один и тот же Π_E ;
- ненулевой внешний класс $\Rightarrow$ ассоциаторный или физический эффект.

112. Вычислительный сертификат EХТ-E v0.10

Шаг	Проверка
E-01	Зарегистрировать E^n , базисы, нормы, Dom и дифференциалы d_E^n .
E-02	Проверить $d_E^{n+1}d_E^n=0$ точной арифметикой.
E-03	Зарегистрировать J^2, J^3 и проверить типы.
E-04	Проверить $d_E^2J^2=J^3\psi^2$ и $d_E^3J^3=0$.
E-05	Построить $H^3(E)=\ker d_E^3/\text{im } d_E^2$.
E-06	Построить индуцированную матрицу Π_E на факторных базисах.
E-07	Вычислить $\ker$, image , $\text{coker } \Pi_E$; Blind_E и Excess_E .
E-08	Построить $\text{Cone}(J)$ и сверить длинную точную последовательность.
E-09	Проверить naturality на морфизмах NAPG и внешних реализаций.
E-10	Проверить chain-homotopy invariance на контрольной паре мостов.
E-11	Вычислить $\sigma_{\min}(P_E)$, condition number и интервальные bounds.
E-12	Проверить D/Dom , globalization и предыдущие blockers.
E-13	Сопоставить β_{Ass} только через отдельную доказанную диаграмму.
E-14	Сформировать verdict EXTERNAL-NO-RESOLUTION / CANDIDATE / ABSTAIN.
E-15	Сохранить basis/metric/homotopy ledger и proof objects.
E-16	Вычислить SHA-256 входов, кода, матриц и отчёта.

112.1. Псевдокод

INPUT internal frame (Ψ, q) , external complex E , bridge J , reper D/Dom
CHECK $d_E^2=0$ and $\text{chain_map}(J)$
BUILD $H^3(E)$, quotient bases, induced Π_E
COMPUTE $\text{Blind}=\ker(\Pi_E)$, $\text{Excess}=\text{coker}(\Pi_E)$, $\text{Cone}(J)$
IF $\Pi_E([q]) \neq 0$ with certified lower bound: RETURN EXTERNAL-NO-RESOLUTION-IN-MODEL
IF $\Pi_E([q]) = 0$ AND Π_E injective/stable AND all blockers closed:
 RETURN CANDIDATE-INTERNAL-QUADRATIC-RESOLUTION
ELSE RETURN ABSTAIN
NEVER infer associator or physical event without B7/B8 packages

113. Доказательные обязательства T2-RP-v0.10

ID	Обязательство	Статус	Proof-object	Blocker
T2-PO-106	$E^\wedge$ является комплексом	THM/INPUT	§101.1	B1
T2-PO-107	J является цепной картой	THM/INPUT	§101.2	B2
T2-PO-108	Критерий well-definedness Π_E	THM	Теорема 13.1	-
T2-PO-109	Естественность Π_E	THM при B3-B5	Теорема 13.2	B3-B5
T2-PO-110	Односторонняя детекция	THM	Теорема 13.3	-
T2-PO-111	Обратная детекция	THM/COND	Теорема 13.4	injectivity B6
T2-PO-112	Mapping cone и exact sequence	THM	Теорема 13.5	-
T2-PO-113	Blind/Excess defects	THM	§104.2	-
T2-PO-114	Chain-homotopy invariance	THM	Теорема 13.6	-
T2-PO-115	Категория внешних реализаций	THM/DEF-A	Теорема 13.7	-
T2-PO-116	Canonical external class	COND	§106	quasi-isomorphic realization category
T2-PO-117	Stable reverse detection	THM/COMP	Теорема 13.8	norm/basis ledger
T2-PO-118	Параметрический внешний горизонт	THM/COMP	§108	constant ranks/bounds
T2-PO-119	Устойчивое внешнее препятствие	THM/COMP	Теорема 13.10	ϵ_E certificate
T2-PO-120	Главная predictive theorem v0.10	COND	Теорема 13.11	B1-B8 + previous blockers
T2-PO-121	Ассоциаторный β_{Ass} -мост	OPEN	§110	B7
T2-PO-122	Физическая редукция	PHY-HYP/OPEN	Том III	B8 + data
T2-PO-123	Banach/Hilbert external layer	OPEN	-	closed range/Fredholm
T2-PO-124	Независимый доменный запуск	OPEN	-	preregistration/data
T2-PO-125	Machine-verifiable EXT-E certificate	COMP/OPEN	E-01-E-16	implementation audit

114. Prior art и граница авторского вклада

Стандартный математический слой включает морфизмы комплексов, индуцированные отображения когомологий, цепные гомотопии, mapping cones, длинные точные последовательности и квазиизоморфизмы. Авторский вклад проекта состоит в выборе конкретного внутреннего NAPG-комплекса $C_{\min}$, его сопряжении с $\text{Reper}(R, I, U; D)$, внешнем контракте B1-B8, разделении Blind/Excess defects и включении этих объектов в blocker-safe предсказательную архитектуру KLT-RBD.

[V0.10-1] The Stacks Project. Complexes and homotopies, Tag 010V; quasi-isomorphisms, Tag 0115.

[V0.10-2] The Stacks Project. Cones, Tag 09K9; cones and termwise split sequences, Tag 014D.

[V0.10-3] The Stacks Project. Long exact cohomology sequence, Tag 0117.

[V0.10-4] Weibel, C. A. An Introduction to Homological Algebra. Cambridge Studies in Advanced Mathematics 38, 1994.

[V0.10-5] Kurpishev, I. B. Том I v197 RU, §§26.32-26.36 и §§52.6-52.18; Том II T2-RP-v0.1-v0.9.

Граница новизны. Ни mapping cone, ни chain homotopy, ни индуцированная карта когомологий не заявляются как новые общие конструкции. Новизна связывается с их конкретным типизированным применением в NAPG 3.0 и с доказательной дисциплиной KLT-RBD, запрещающей обратную, ассоциаторную и физическую интерпретацию без соответствующих мостов.

115. Итог главы и контрольная точка T2-RP-v0.10

Доказано	Критерий спуска J^3 на сокет Ψ ; корректность Π_E ; односторонняя детекция; критерий обратной детекции; mapping-cone exact sequence; Blind/Excess defects; chain-homotopy invariance; конечномерная стабильная инъективность.
Условно	Естественность требует B3-B5; обратная детекция требует B6; predictive theorem требует B1-B8, постоянных рангов, D/Dom и закрытия предыдущих блокеров.
Опровергнуто	Автоматические выводы внешний ноль=>внутренний ноль; $H^3(E) \neq 0 \Rightarrow$ внутреннее препятствие; равные размерности=>изоморфизм; $\Pi_E \Rightarrow$ ассоциатор или физика.
Открыто	Canonical external realization category, β_Ass , Banach/Hilbert-Fredholm слой, независимый доменный запуск и B8-редукция.
Следующая точка	T2-RP-v0.11: глава 14 - пространства препятствий, projectivization, стратифицированные carriers и критерии потери информации при проектировании.

$$truth_layer_promotion=0; checkpoint=T2-RP-v0.10; next=T2-RP-v0.11. \quad (13.32)$$

Следующая сборка tom2_v0_11 развивает геометрию самих пространств препятствий и их проективных носителей, не меняя статусов ПН.2, F-1-F-14 и физических мостов.

checkpoint=T2-RP-v0.10; source=T2-RP-v0.9; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.11.

116. Глава 14. Пространства препятствий и проективные носители

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Препятствие существует прежде своей проективной тени. Вектор $o \in O_B$ несёт нулевой статус, масштаб, знак, направление и происхождение; точка $[o] \in P(O_B)$ сохраняет только одномерное направление ненулевого класса. Проективизация полезна как геометрия типов, но она не является полным онтологическим описанием препятствия.

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Переход к $P(O_B)$ является контролируемым забыванием. Поэтому каждый результат обязан сопровождаться журналом утраченных данных: ZERO, SCALE, SIGN, NORM, PROVENANCE, LIFT и DOMAIN. Иначе красивый проективный рисунок начинает изображать знание, которого в нём уже нет.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Наблюдателю часто важнее направление структурного конфликта, чем его абсолютная величина. Именно это оправдывает projective carrier. Но близость направлений не равна близости величин и не гарантирует одинаковой реализуемости сценариев.

ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Ни $P(O_B)$, ни его страта, ни пересечение projective horizon не означают физическое событие. Они задают внутренний класс, тип потери информации или кандидата структурного перехода в пределах модели. $truth_layer_promotion=0$.

116.1. Векторный носитель препятствий

Пусть для NAPG-кадра N внутренний минимальный комплекс даёт векторное пространство препятствий

$$O_B(N) = H^3(C_min(N)) = X_N^2 / Im \Psi_N^2. \quad (14.1)$$

Носитель препятствий понимается как пятикомпонентный объект, а не как голое множество классов:

$$Car_B(N) = (O_B, 0_B, Fil_B, Prov_B, Dom_B). \quad (14.2)$$

Здесь 0_B отмечает нулевой класс; Fil_B является выбранной фильтрацией или стратификацией; $Prov_B$ хранит происхождение представителя и цепочку источников; Dom_B фиксирует область допустимости. Последние два слоя не выводятся из структуры векторного пространства и должны передаваться отдельно.

Компонент	Тип	Сохраняемое содержание	Статус
O_B	векторное пространство	линейные комбинации и классы препятствий	THM в C_min
0_B	выделенная точка	отсутствие внутреннего препятствия	THM
Fil_B	фильтрация/стратификация	сложность, ранг, порядок или тип	MODEL/COND
$Prov_B$	provenance functor	источник, вычисление, представитель	OPEN implementation
Dom_B	доменный слой	условия существования и	обязательный barrier

		применимости	
--	--	--------------	--

116.2. Нулевая секция и ненулевая часть

$$O_B^{\wedge} \times = O_B \setminus \{0_B\}. \quad (14.3)$$

Проективизация определена только на ненулевой части. Поэтому нулевой класс не является одной из точек $P(O_B)$, не является пределом, выбранным без топологии, и не может быть восстановлен из одной projective coordinate.

ТЕОРЕМА 14.1. ZERO-LOSS NO-GO

Не существует отображения $z:P(O_B) \rightarrow O_B$, которое одновременно было бы естественным по всем линейным изоморфизмам, выбирало ненулевого представителя каждой projective point и восстанавливало нулевой класс. Нуль удалён из области факторизации, а естественный выбор масштаба противоречит действию скаляров.

117. Проективизация пространства препятствий

117.1. Определение и эквивалентность

$$P(O_B) = O_B \wedge x / K \wedge x, \quad o \sim o' \Leftrightarrow \exists a \in K \wedge x: o' = a o. \quad (14.4)$$

Точка [o] есть одномерное подпространство $K \cdot o$. Если $\dim_K O_B = n+1$, то после выбора базиса $P(O_B) \cong P^n(K)$. Выбор базиса не является частью канонического объекта и должен быть отмечен в вычислительном сертификате.

Obstruction carrier and information-loss gates

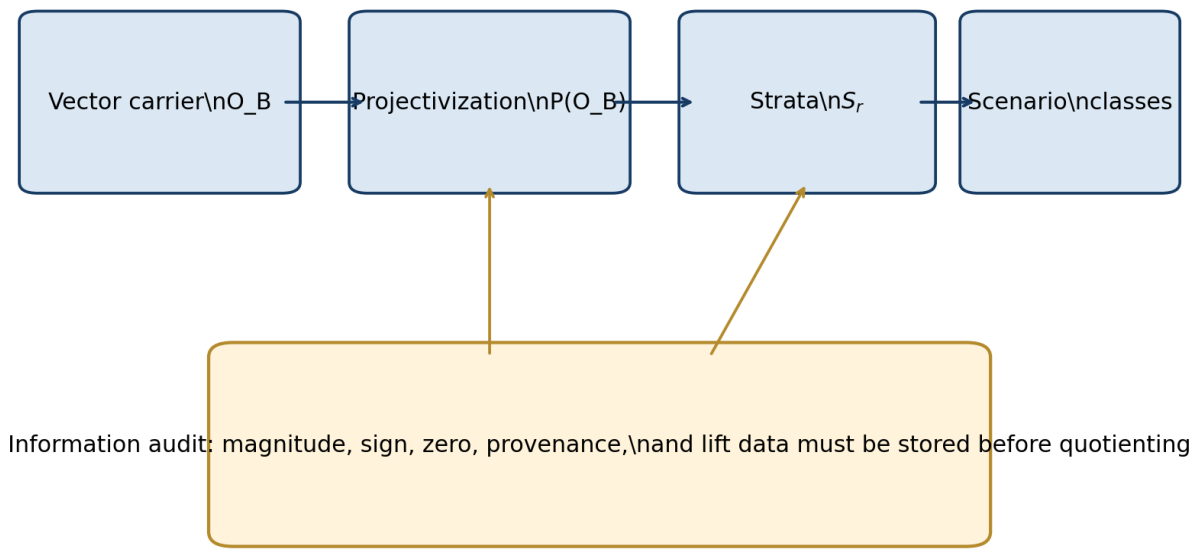


Рисунок 14.1. Векторный носитель, projectivization и обязательный аудит потери информации.

117.2. Функториальность и частичность

Линейная карта $f: O \rightarrow O'$ индуцирует projective map только на тех направлениях, которые не попадают в $\ker f$:

$$P(f): P(O) \setminus P(\ker f) \rightarrow P(O'), \quad [o] \mapsto [f(o)]. \quad (14.5)$$

Следовательно, projectivization является функториальной для линейных изоморфизмов и инъекций, но для произвольных линейных карт естественно возникает рациональная, то есть частично определённая, карта.

ТЕОРЕМА 14.2. PROJECTIVE DOMAIN THEOREM

Область определения $P(f)$ равна $P(O) \setminus P(\ker f)$. Если f инъективно, $P(f)$ определено всюду. Если f имеет ненулевое ядро, направления ядра превращаются не в нулевую projective point, а в точки неопределённости.

117.3. Точная потеря информации

Данные в O_B	Сохраняются в P(O_B)?	Что требуется для восстановления
нулевой/ненулевой статус	нет для нулевого класса	отдельный ZERO-флаг
направление $K \cdot o$	да	ничего
абсолютный масштаб $\ o\ $	нет	метрика + нормировка
знак над R	нет: $[o] = [-o]$	ориентированная двойная накрывающая
фаза над C	нет	выбор $U(1)$ -калибровки

provenance представителя	нет	Evidence-D/Prov_B
конкретный lift	нет	торсор подъёмов $H^2(C_{\min})$
домен применимости	нет	Dom-сертификат

118. Нормированные и ориентированные носители

118.1. Сферическое представление

После выбора положительно определённого скалярного произведения всякая ненулевая projective point допускает нормированных представителей. Над $\mathbb{R}$ получаем двойное накрытие:

$$S(O_B) \rightarrow P(O_B), \quad u \mapsto [u], \quad \text{fibre}=\{u,-u\}. \quad (14.6)$$

Нормировка восстанавливает модуль, но не знак. Над $\mathbb{C}$ волокно имеет вид $U(1)$, поэтому требуется фазовая калибровка.

КОНТРИМЕР 14.A

В $\mathbb{R}^2$ векторы $(1,0)$, $(2,0)$ и $(-7,0)$ задают одну projective point. Их нормы и знаки различны. Следовательно, projective coincidence не равна количественному совпадению препятствий.

118.2. Projective metric

$$d_P([u],[v]) = \arccos(|\langle u,v \rangle| / (\|u\| \cdot \|v\|)). \quad (14.7)$$

Эта метрика измеряет угол между направлениями и инвариантна относительно ненулевого масштабирования. Она не контролирует расстояние $\|u-v\|$ без дополнительных ограничений на нормы.

ЛЕММА 14.3. ANGULAR STABILITY

Если $\|u\|, \|v\| \geq m > 0$ и $\|u-v\| \leq \epsilon < m$, то $d_P([u],[v]) \leq 2\arcsin(\epsilon/(2m))$. Обратное утверждение без контроля норм ложно.

119. Стратификация obstruction carrier

119.1. Ранговые страты

Пусть препятствие кодируется матрицей $A(o)$ или конечным семейством линейных операторов, определённым выбранной моделью. Для каждого r вводится страта

$$S_r = \{ [o] \in P(O_B) : \text{rank } A(o) = r \}. \quad (14.8)$$

Ранг является projectively well-defined, если $A(ao) = a^m A(o)$ для некоторой степени m и $a \neq 0$. В противном случае ранговая стратификация зависит от представителя и не допускается.

ЛЕММА 14.4. HOMOGENEITY CRITERION

Функция или тип $\tau(o)$ спускается на $P(O_B)$ тогда и только тогда, когда $\tau(ao) = \tau(o)$ для всех $a \in K^\times$. Для числовой функции достаточна однородность степени 0; однородность ненулевой степени требует последующей нормировки.

119.2. Орбитные типы

Если алгебраическая группа G действует линейно на O_B , то она действует на $P(O_B)$. Для $[o]$ определяется стабилизатор

$$G_{[o]} = \{ g \in G : g \cdot o \in K^\times o \}. \quad (14.9)$$

Страта орбитного типа объединяет точки с сопряжёнными стабилизаторами. Изменение orbit type является кандидатом структурной бифуркации, но не физическим переходом.

Страта	Инвариант	Смысл	Опасность
S_rank	rank $A(o)$	алгебраическая сложность	зависимость от неоднородного кодирования
S_orbit	$[G_{[o]}]$	тип симметрии	нестабильность на сингулярных орбитах
S_support	supp(o)	активные компоненты	зависимость от базиса
S_prov	provenance class	источниковый тип	не является чисто геометрическим
S_Dom	domain signature	область допустимости	может меняться скачком

119.3. Whitney-условия как открытое обязательство

Для гладкой или алгебраической стратификации полезно требовать Whitney (a)/(b), локальную конечность и frontier condition. В общей NAPG эти свойства не объявляются автоматически. Они формируют proof obligations T2-PO-133-T2-PO-135.

120. Проектированный обструкционный конус

120.1. Конический носитель

Пусть $C \subseteq B$ является замкнутым конусом допустимых или достижимых препятствий, то есть $aC \subseteq B$ для $a \in \mathbb{K}$. Его проектированный носитель определяется как

$$P(C \subseteq B) = (C \subseteq B \setminus \{0\}) / K^{\times} \subseteq P(O \subseteq B). \quad (14.10)$$

Если $C \subseteq B$ не инвариантен относительно всех ненулевых скаляров, вместо projectivization требуется положительная projectivization или сферическая нормировка. Особенно это важно для упорядоченных конусов над $\mathbb{R}$, где отрицательное масштабирование меняет смысл.

КОНТРИМЕР 14.B

Положительный ортант $\mathbb{R}^n_{\geq 0}$ не инвариантен относительно отрицательных скаляров. Обычная real projectivization отождествляет положительное и отрицательное направления и уничтожает порядок. Для причинных или вероятностных конусов требуется quotient по $\mathbb{R}_{>0}$, а не по $\mathbb{R}^{\times}$.

120.2. Полупроективный носитель

$$P_{+}(C \subseteq B) = (C \subseteq B \setminus \{0\}) / \mathbb{R}_{>0}. \quad (14.11)$$

Носитель $P_{+}(C \subseteq B)$ сохраняет ориентацию луча и различает 0 от -0 . Он является предпочтительным для знако-чувствительных препятствий, направленных потоков и one-sided domain constraints.

121. Локальные носители и Fano globalization firewall

PILOT-01 уже различал локальные obstruction carriers и глобальный Fano carrier: семь локальных трёхмерных носителей сначала дают прямую сумму размерности 21, а переход к F_2^3 требует явных совместимых карт идентификации. Эта дисциплина переносится в общий NAPG-слой.

$$O_{pre} = \oplus_{\{L \in Lines(Fano)\}} O_L. \quad (14.12)$$

$$O_{glob} = colim(O_L, \varphi_{\{LL'\}}). \quad (14.13)$$

From local obstruction carriers to a global projective object

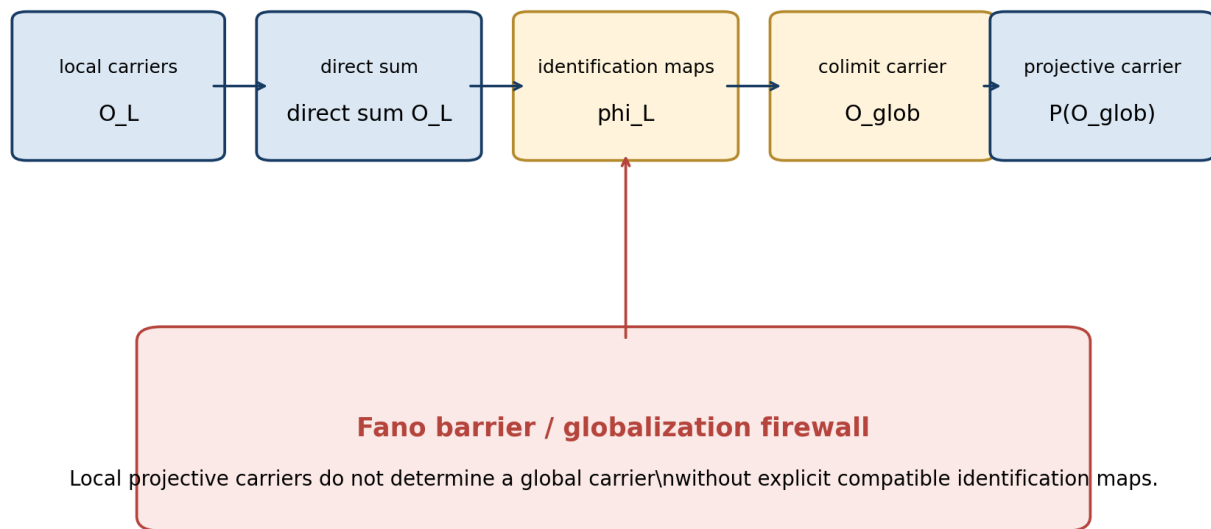


Рисунок 14.2. Fano globalization firewall: локальные носители не образуют глобальный projective carrier без identification maps.

ТЕОРЕМА 14.5. LOCAL-TO-GLOBAL NO-GO

Из существования семейства projective carriers $P(O_i)$ не следует существование глобального $P(O)$. Необходимы линейные карты склейки, cocycle condition, совместимость нулевых секций, Evidence-D и effective descent.

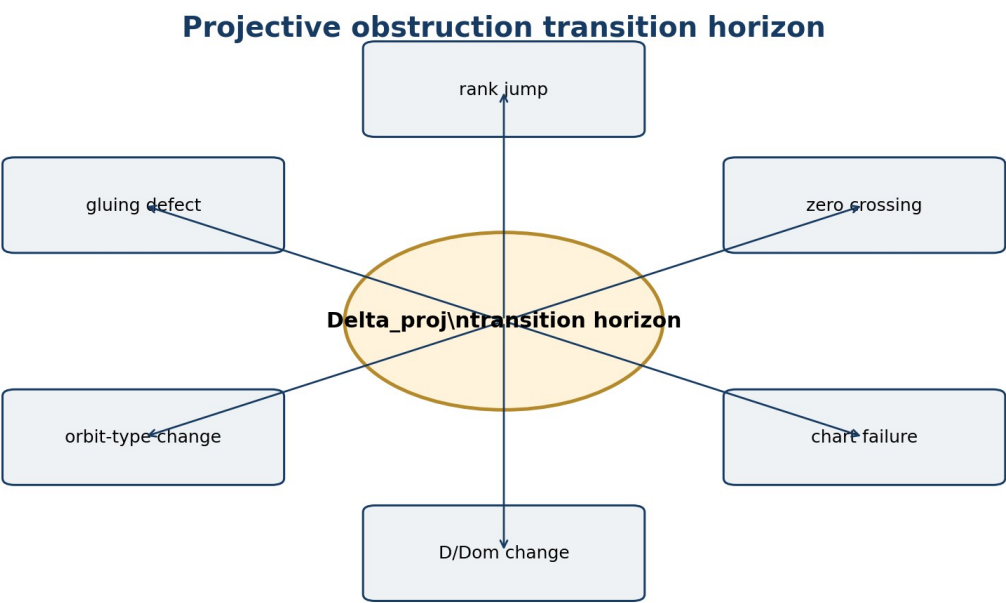
Это усиливает принцип Fano ontological barrier, сформулированный в PILOT-01: локальная projective картина не перескакивает в глобальную только потому, что число точек выглядит подходящим [V0.11-1].

122. Проективный переходный горизонт

122.1. Компоненты горизонта

$\Delta_{proj} = \Delta_{zero} \cup \Delta_{rank} \cup \Delta_{orbit} \cup \Delta_{chart} \cup \Delta_{glue} \cup \Delta_D \cup \Delta_{Dom}.$ (14.14)

Компонент	Условие попадания	Интерпретация
Δ_{zero}	$o_t=0$ или потеря отделимости от 0	появление/исчезновение внутреннего класса
Δ_{rank}	$\text{rank } A(o_t)$ меняется	смена алгебраического типа
Δ_{orbit}	тип стабилизатора меняется	смена симметрии
Δ_{chart}	выбранная projective chart вырождается	координатный, не обязательно структурный дефект
Δ_{glue}	нарушены cocycle/effective descent	локально-глобальный разрыв
Δ_D	Evidence-D невалиден	доказательный блокер
Δ_{Dom}	меняется допустимый домен	смена области утверждения



Crossing the horizon creates a candidate, not a guaranteed event.

Рисунок 14.3. Состав projective transition horizon Δ_{proj} .

122.2. Теорема постоянства projective type

ТЕОРЕМА 14.6. PROJECTIVE-PROFILE CONSTANCY

Пусть $t \mapsto o_t$ является непрерывным ненулевым сечением obstruction bundle на связном интервале I . Если ранговая и орбитная страты локально замкнуты, путь не пересекает Δ_{proj} , а D/Dom и gluing data постоянны, то projective profile $([o_t], \text{rank } A(o_t), \text{orbit type}, \text{Dom signature})$ остаётся в одной связной страте.

Теорема не утверждает, что $[o_t]$ является постоянной точкой. Она утверждает неизменность сертифицированного типа внутри выбранной стратификации. Движение внутри страты допускается.

122.3. Отрицательный прогноз

$$In\Delta_{proj}=\emptyset \Rightarrow \textit{transition of certified projective type is impossible in model.} \quad (14.15)$$

Пересечение Δ_{proj} создаёт CANDIDATE-TRANSITION. Оно не гарантирует пересечение нулевой секции, существование lift, глобализацию, наблюдаемость или физическую реализацию.

123. Проективный carrier и Reper-λ

Reper-кросс-соотношение и projective obstruction carrier являются двумя разными проективными слоями. Первый живёт на конфигурациях четырёх точек P^1 , второй - на направлениях в O_B . Для их связи требуется отдельная карта

$$\chi_\lambda : P(O_B) \dashrightarrow P^1(K), \quad (14.16)$$

определённая лишь при явном выборе реперных функционалов R, I, U, D на O_B и вне их полюсного множества.

ТЕОРЕМА 14.7. NO AUTOMATIC LAMBDA BRIDGE

Из projective point $[o] \in P(O_B)$ не следует каноническое значение λ . Для λ необходимы четыре согласованных линейных или рациональных функционала и доказательство инвариантности их cross-ratio.

$$\lambda([o]) = cr(U([o]), I([o]); R([o]), D([o])). \quad (14.17)$$

Даже при $\lambda = -1$ сохраняются отдельные проверки: $o \neq 0$, $\text{Valid}(D)$, Dom_λ , отсутствие internal/external obstruction blockers и корректность χ_λ .

124. Ledger потери и восстановления информации

Код	Потерянный слой	Минимальный repair certificate	Вердикт без сертификата
LOSS-0	нулевой класс	ZERO flag + exact residual	ABSTAIN
LOSS-S	масштаб	metric + normalization rule	direction only
LOSS-SGN	знак/ориентация	oriented ray or double cover	sign unknown
LOSS-PH	complex phase	U(1) gauge certificate	phase unknown
LOSS-PR	provenance	Evidence-D chain	source unknown
LOSS-LF	lift representative	H ² torsor coordinate	lift nonunique
LOSS-DOM	domain	Dom signature	claim not transportable
LOSS-GL	globalization	descent certificate	local only

Полный projective certificate имеет форму

$$Cert_{proj} = ([o], ZERO, NORM, ORIENT, PROV, LIFT, DOM, GLUE, HASH). \quad (14.18)$$

125. Контрпримеры и разделяющие модели

ID	Модель	Данные	Что опровергает
14.C	Одинаковая точка, разные нормы	$o=(1,0), o'=(10^6,0)$	$[o]=[o']$, но количественный риск различен
14.D	Одинаковая точка, противоположный знак	o и $-o$ над R	projectivization уничтожает ориентацию
14.E	Нулевой класс	$o=0$	$P(o)$ не определено
14.F	Карта с ядром	$f(x,y)=x$	$P(f)$ не определено в $[0:1]$
14.G	Локально, но не глобально	несогласованные φ_{ij}	projective charts не склеиваются
14.H	Малая projective дистанция	$u_n=n \in e_1, v_n=n \in e_1+e_2$	угол $\rightarrow 0$, но абсолютный дефект не исчезает
14.I	λ без моста	одна $[o]$, разные четверки функционалов	разные λ
14.J	Положительный конус	o и $-o$	обычная P теряет order type

126. Вычислительный сертификат PROJ-01-PROJ-18

Шаг	Проверка
PROJ-01	построить точный базис O_B и нулевой класс
PROJ-02	зафиксировать поле, метрику и group action
PROJ-03	проверить ненулевость представителя
PROJ-04	нормировать или выбрать positive ray
PROJ-05	построить projective coordinates
PROJ-06	проверить смену chart
PROJ-07	вычислить rank strata
PROJ-08	вычислить orbit stabilizers
PROJ-09	проверить homogeneity каждого инварианта
PROJ-10	построить ZERO/SCALE/SIGN ledger
PROJ-11	проверить provenance и Evidence-D
PROJ-12	проверить lift torsor data
PROJ-13	проверить local-to-global cocycle
PROJ-14	построить Δ_{proj}
PROJ-15	оценить projective distance и интервалы
PROJ-16	проверить χ_λ и его полюса
PROJ-17	выдать blocker-safe verdict
PROJ-18	сохранить версии, хеши и машинный журнал

126.1. Псевдокод

INPUT exact obstruction space O_B , representative o , model data $A, G, D/Dom$
CHECK $o=0 \rightarrow$ ZERO-OBSTRUCTION (do not projectivize)
CHECK field and allowed scalar group Kx or $R_{\{>0\}}$
BUILD projective class $[o]$ and chart atlas
VERIFY homogeneity of rank/orbit/support invariants
COMPUTE strata and distance-to-horizon
CHECK provenance, lift torsor, gluing and lambda bridge
IF any blocker: ABSTAIN
ELSE IF interval avoids Δ_{proj} : NO-PROJECTIVE-TYPE-TRANSITION-IN-MODEL
ELSE: CANDIDATE-PROJECTIVE-TRANSITION
STORE hashes and information-loss ledger

127. Главная условная теорема T2-RP-v0.11

ТЕОРЕМА 14.8. PROJECTIVE OBSTRUCTION-SAFE PREDICTION

Пусть задано конечномерное регулярное семейство NAPG-кадров N_t , непрерывный obstruction section o_t , projective atlas, однородные rank/orbit invariants, effective descent, валидные D/Dom и воспроизводимый сертификат PROJ. Если путь не пересекает Δ_{proj} и остаётся отделённым от нулевой секции и chart poles, то сертифицированный projective obstruction type не изменяется. Следовательно, структурный переход, требующий смены этого типа, невозможен внутри модели. Пересечение горизонта даёт только кандидата.

$$P_{proj}(t) = ([o_t], S_{rank}(t), S_{orbit}(t), Dom_t, Glue_t). \quad (14.19)$$

$$I \cap \Delta_{proj} = \emptyset \Rightarrow type(P_{proj}(t)) = const \text{ on } I. \quad (14.20)$$

Теорема является условной и конечномерной. Она не утверждает существование физического времени t , причинного механизма, вероятности перехода или экспериментального эффекта.

128. Blocker-safe вывод

$$Block_proj = B_zero \cup B_scale \cup B_sign \cup B_chart \cup B_hom \cup B_glue \cup B_D \cup B_Dom \cup B_lift \cup B_ind.$$

(14.21)

Выход	Необходимое условие	Допустимая интерпретация
NO-PROJECTIVE-TYPE-TRANSITION-IN-MODEL	$I \cap \Delta_{proj} = \emptyset$ и $blockers = \emptyset$	отрицательный структурный прогноз
CANDIDATE-PROJECTIVE-TRANSITION	$I \cap \Delta_{proj} \neq \emptyset$ и $blockers = \emptyset$	точка дальнейшей проверки
ZERO-INTERNAL-OBSTRUCTION	$o=0$ точно	исчезновение данного внутреннего класса
ABSTAIN	хотя бы один blocker	вывод запрещён

129. Доказательные обязательства T2-PO-126-T2-PO-145

PO	Обязательство	Статус
T2-PO-126	корректность $P(O_B)$ на $O_B \setminus \{0\}$	CLOSED
T2-PO-127	частичная функториальность $P(f)$	CLOSED
T2-PO-128	no-go естественного выбора представителя	CLOSED
T2-PO-129	точный information-loss ledger	CLOSED
T2-PO-130	сферическая/ориентированная модель	CLOSED finite-dim
T2-PO-131	projective metric stability	CLOSED local
T2-PO-132	homogeneity criterion для инвариантов	CLOSED
T2-PO-133	Whitney (a) для rank strata	OPEN model
T2-PO-134	Whitney (b) для orbit strata	OPEN model
T2-PO-135	frontier/local finiteness	OPEN model
T2-PO-136	positive projectivization order cone	CLOSED
T2-PO-137	Fano local-to-global no-go	CLOSED
T2-PO-138	effective descent глобального carrier	OPEN
T2-PO-139	projective horizon construction	CLOSED finite family
T2-PO-140	profile constancy theorem	CLOSED under H1-H8
T2-PO-141	канонический χ_λ bridge	OPEN
T2-PO-142	interval-certified distance to Δ_{proj}	OPEN computation
T2-PO-143	Banach projective carrier	OPEN
T2-PO-144	independent domain run	OPEN
T2-PO-145	physical reduction	OPEN / Volume III

130. Prior art и граница авторского вклада

Классический слой включает проективизацию векторных пространств, Grassmannian/orbit-type stratifications, projective metrics, конусы, descent и стратифицированные пространства. Эти конструкции не заявляются как новые.

[V0.11-1] Курпишев И. Б. Реперно-проективная архитектура формульных цепочек: PILOT-01. Разделы 5-9: vector obstruction carrier, projectivization и Fano ontological barrier.

[V0.11-2] Hartshorne, R. Algebraic Geometry. Chapter I, projective varieties.

[V0.11-3] Goresky, M.; MacPherson, R. Stratified Morse Theory. Springer, 1988.

[V0.11-4] Whitney, H. Tangents to an analytic variety. Annals of Mathematics 81 (1965).

[V0.11-5] Duistermaat, J. J.; Kolk, J. A. C. Lie Groups. Orbit-type decompositions.

[V0.11-6] Том I v197 RU; Том II T2-RP-v0.1-v0.10.

Граница новизны. Авторская линия Курпишева связывает внутренний obstruction carrier NAPG, D/Dom-дисциплину, Evidence-D, Reper-λ-авторизацию, Fano globalization firewall, projective information-loss ledger и отрицательный предсказательный вывод в едином вычислимом контуре KLT-RBD. Общие теоремы классической проективной и стратификационной геометрии атрибутируются prior art.

131. Итог главы и контрольная точка T2-RP-v0.11

$$truth_layer_promotion=0; checkpoint=T2-RP-v0.11; next=T2-RP-v0.12. \quad (14.22)$$

Глава 14 построила строгую геометрию носителей препятствий и показала предел projectivization: она сохраняет направление ненулевого класса, но не сохраняет нуль, масштаб, знак, происхождение, lift и domain.

Предсказательный метод получил projective transition horizon и отрицательную теорему постоянства типа вне горизонта.

Следующая сборка tom2_v0_12 развивает каноническую главу 15: Hodge decomposition, Laplace-type operators, ellipticity, граничные условия, Fredholm sectors и аналитические оценки препятствий без автоматического переноса конечномерных результатов.

checkpoint=T2-RP-v0.11; source=T2-RP-v0.10; truth_layer_promotion=0; next=T2-RP-v0.12.