

Аквагидраты: Вода как конструкция

Вадим Ковалёв, 2026

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ТОМ ③ · ЦЕНТР НАПРАВЛЕННОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ

Есть вещества, где вода не гость и не примесь, а элемент конструкции: она занимает позиции решётки, составляет две трети объёма и уходит только вместе с самим веществом. Работа вводит их класс, считает его границы и честно показывает, чего он не доказывает. Двадцать две главы в пяти частях: группа и её признаки, чем измеряется порядок, цена его хранения, поле и свет, программа проверки. Отдельный раздел «Что не прошло проверку» — девятнадцать позиций, шестнадцать из них отклонены самими

авторами; приложение «Что в томе не закрыто» перечисляет открытые долги поимённо.

Полный текст труда — ровно тот, что сайт открывает без входа.
Сборка 30.10.2026. Полный текст труда. Он же открыт в читалке на 91-99-192-247.sslip.io/library.html — с закладками и возвратом в место чтения.

АКВАГИДРАТЫ

Вода как конструкция · том ③

Вадим Ковалёв, 2026

ВВЕДЕНИЕ

1. ЗАДАЧА РАБОТЫ

Настоящая работа выделяет и описывает класс твердотельных соединений, в которых вода не является примесью, компонентом раствора или продуктом кристаллизации, а образует конструкцию решётки. Для этого класса в работе принят термин аквагидраты.

Задача формулируется в трёх пунктах:

1. Определить класс — назвать признак, по которому вещество принадлежит к аквагидратам, и тем отделить их от кристаллогидратов в широком смысле, где вода занимает считаные проценты массы и удаляется лёгким нагревом. 2. Свести порядок к измеримым величинам — так, чтобы утверждение о заданном порядке можно было проверить или опровергнуть, а не обсуждать. 3. Назвать цену записи — определить, какой энергетический барьер требуется для удержания состояния на заданное время, и какие носители этому требованию не удовлетворяют.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ

Плотность записи в полупроводниковых структурах приближается к пределам, задаваемым физикой, а не технологией: дальнейшее уплотнение ограничено туннелированием, тепловыделением и деградацией. Поиск альтернативных носителей ведётся в нескольких направлениях, и одно из них — упорядоченные твердотельные среды, где состояние хранится не в заряде, а в геометрии.

Аквагидраты интересны здесь не тем, что редки, а тем, что обычны и при этом устроены необычно: в них сосуществуют жёсткий каркас и подвижная водная подсистема, занимающая около половины массы. Это делает их удобной модельной средой для вопроса, который в литературе чаще обсуждают, чем считают: сколько стоит хранить порядок.

3. МЕТОД И ЕГО ГРАНИЦЫ

Работа опирается на четыре источника величин и в каждом случае указывает, какой именно:

| Род свидетельства | Что означает | Пример | |---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | справочное значение | взято из справочника, с указанием класса соединений | параметр решётки, температуры плавления | | порог, объявленный до опыта | критерий, по которому будущий результат будет засчитан или отклонён | требуемый объём серии | | наше измерение | получено нами, с прибором, калибровкой и объёмом серии | — |

🔴 Четвёртая категория в настоящей работе пуста. Собственных измеренных значений в томе нет ни одного: данные, ранее числившиеся таковыми, изъяты внутренним карантинным актом, поскольку не удовлетворяли требованиям к первичной документации — модели приборов, калибровки, сырые файлы, объявленные до опыта пороги. Работа сообщает об этом во введении, а не в примечании, и все дальнейшие утверждения строятся так, чтобы не зависеть от изъятого.

💎 Это не ослабляет работу, а определяет её жанр: том даёт аппарат, а не отчёт о результатах. Аппарат проверяется читателем с калькулятором и справочником, без всякого доверия к авторам.

4. ПОЗИЦИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПРИНЯТОЙ ФИЗИКЕ

В литературе, посвящённой упорядоченным средам и памяти вещества, распространён ход: там, где объяснение не сходится в известных законах, предлагается перейти на уровень, «где действуют другие законы».

Настоящая работа этот ход не использует — не из осторожности, а потому что он слабее. Уход на уровень с иными законами читается однозначно: не сошлось, поэтому назначены свои правила. Такая позиция выводит работу из-под проверки, а вместе с проверкой — из-под возможности что-либо доказать.

Рабочая формула тома:

Законы те же. Носитель другой.

Ориентационный порядок, дефекты решётки, эпитаксия, времена диэлектрической и спиновой релаксации, барьеры активации — это признанная физика конденсированного состояния. Она даёт именно то, за чем обычно уходят в экзотику: носитель, который хранит состояние не в молекулах, а в геометрии, и хранит его долго.

Возражение «в воде нет памяти, водородные связи живут пикосекунды» работа приводит сама, первым, и показывает, к чему именно оно относится: к сетке водородных связей — и ни к одному из остальных носителей порядка, живущих в той же среде. Это не спор с химией. Это более точная химия.

5. СТРУКТУРА

Часть I · Группа — определение класса, арифметика водной подсистемы, симметрия и её запреты, изоморфные ряды, клатрат как предельный случай, где вода становится каркасом целиком.

Часть II · Координаты — сведение порядка к измеримым координатам; критерий допуска величины в набор (носитель, единица, процедура, диапазон); различение следа, разметки и записи.

Часть III · Цена записи — ядро работы: барьер и время жизни, минимальная цена бита, верхняя граница ёмкости и её обвал, шкала времён в двадцать пять порядков, различение памяти и присутствия.

Часть IV · Поле и свет — жидкокристаллические состояния биополимеров, топологическая память, сверхслабое излучение, нелинейная динамика и её предел. Каждая позиция размечена по степени установленности.

Часть V · Проверка — расчётный коридор допустимых утверждений, принцип «измерять энергию, а не выжидать время», признаки недостоверных данных, верификационный контур.

6. ЧТО В РАБОТЕ ОТСУТСТВУЕТ — ПЕРЕЧИСЛЕНО ПОЛНОСТЬЮ

- Рецептура и режимы синтеза. Формула соединения приводится; технология изготовления — нет.
- Утверждения о действии на организм в любой форме, включая отрицания. Работа не относится

к медицинской области ни предметом, ни выводами.

- Слово «доказано». Ни один результат работы не заявлен доказанным: заявляется либо расчёт,

либо критерий, либо гипотеза с условием опровержения.

- Собственные измеренные значения (§ 3).

- Заявления о преимуществе описываемого класса перед другими носителями. Сравнение требует

измерений, которых нет.

7. ЧТО РАБОТА УТВЕРЖДАЕТ

1. Класс аквагидратов выделен и определён признаком, допускающим проверку: доля воды в решётке и её конструктивная роль. 2. Порядок в таком веществе сводим к конечному набору измеримых координат, и для каждой названы носитель, единица, процедура и диапазон. 3. Требование к любому носителю долговременной записи выражается числом — высотой барьера; из этого требования количественно исключается ряд предположений, включая удобные самой работе. 4. Практическая проверка сформулирована как программа с порогами, объявленными до получения данных.

🔑 Первые три утверждения относятся к нашей работе и опровергаются только предъявлением более ранней работы с тем же содержанием. Четвёртое относится к будущему и проверяется исполнением. Утверждений о природе, которые нельзя проверить сегодня, во введении нет — и дальше по тексту каждое такое утверждение помечено как гипотеза.

ГЛАВА 1

ГДЕ ПРОХОДИТ ГРАНИЦА

1.0. ЗАЧЕМ ГЛАВЕ О ГРУППЕ СТОЯТЬ РАНЬШЕ ГЛАВЫ ОБ ОТБОРЕ

Прежняя структура шла так: архитектура вещества → почему именно это вещество. В ней пропущен шаг, на котором ловят: чтобы обосновать выбор внутри группы, надо сначала показать, что груп-

па существует и чем она задана. Иначе «почему именно [состав — не публикуется до подачи заявок]» превращается в «почему именно наши» — вопрос не о веществе, а о продавце.

Глава отвечает на три вопроса:

1. Что объединяет вещества, которые том называет аквагидратами. 2. Чем они отличаются от кристаллогидратов вообще — то есть где граница группы. 3. Что из этого следует для задачи носителя — и что не следует.

1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ: ВОДА КАК КОНСТРУКЦИЯ, А НЕ КАК ПРИМЕСЬ

Уровень А.

Кристаллогидратами называют соединения, в структуру которых входит вода в стехиометрическом отношении. Определение широкое: под него попадает и медный купорос, и гипс, и десятки солей, где вода занимает считаные проценты массы и удаляется лёгким нагревом.

Том выделяет внутри этого множества более узкий класс и называет его рабочим термином аквагидраты — вещества, у которых вода не сопровождает решётку, а образует её:

| Признак группы | Как проверяется | |---|---| | ① Вода составляет сопоставимую с остальным веществом долю массы | расчёт из формулы по молярным массам | | ② Молекулы воды занимают регулярные позиции решётки, а не полости и не поверхность | дифракция (XRD), справочные структурные данные | | ③ Удаление воды разрушает структуру, а не обедняет её: получается другое вещество, а не то же самое «без воды» | термический анализ, изменение дифракционной картины | | ④ При нагревании вещество плавится в

собственной кристаллизационной воде, не требуя растворителя | справочные температуры инконгруэнтного плавления |

🔑 Четвёртый признак — самый наглядный и самый недооценённый. Обычное твёрдое тело, чтобы стать раствором, нуждается во внешней воде. Аквагидрат несёт растворитель внутри себя и при нагреве переходит в жидкую фазу за счёт того, что уже есть в его структуре.

1.2. ОПОРНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ГРУППЫ: ДВА ЧИСЛА, КОТОРЫЕ ПРОВЕРЯЮТСЯ ЗА МИНУТУ

Уровень А. Оба числа — не измерение, а расчёт и справочная величина.

Для [состав — не публикуется до подачи заявок]:

🧱 Доля воды в массе — около 45,6 %. Двенадцать молекул воды на формульную единицу; отношение их суммарной [состав — не публикуется до подачи заявок]) даёт почти половину. Читатель проверяет это калькулятором по таблице Менделеева, не веря нам на слово, — и в этом ценность числа.

📐 Плавление около 92 °C — в собственной воде. Нагрев переводит вещество в жидкое состояние без добавления растворителя: расплавом служит его же кристаллизационная вода. Величина справочная и приведена как порядок, а не как результат нашего измерения.

💎 Что эти два числа делают вместе. Они переводят разговор о веществе с языка достоинств на язык устройства. «Уникальный минерал» — утверждение, которое нечем проверить и незачем обсуждать. «Почти половина массы — вода, встроенная в решётку, и при 92 °C он плавится в ней же» — утверждение, которое проверяется и потому обсуждается по существу.

🔴 И сразу граница, чтобы её не пришлось проводить оппоненту. Из этих чисел не следует: ни особая биологическая активность, ни способность хранить информацию, ни отличие от промышленного образца того же соединения. Из них следует ровно одно: у вещества необычно велика и структурно организована водная подсистема — то есть у него есть то, о чём дальше пойдёт речь в части II.

1.3. ГДЕ ПРОХОДИТ ГРАНИЦА ГРУППЫ: СРАВНЕНИЕ ПО ПРИЗНАКАМ

Уровень А — все строки справочные; таблица сравнивает классы, а не изделия.

| Вещество | Вода в структуре | 🧱 Доля воды по массе | Роль воды | В группе? | |---|---|---|---|---| | Кварц, корунд | нет | 0 % | — | нет: носитель без водной подсистемы | | Цеолиты | есть, в полостях | переменная | гость каркаса, обратимо уходит и возвращается | нет: вода не строит решётку, а живёт в ней | [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок]

🧱 Все три доли считаются по молярным массам за минуту: [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок]» и «ближе к группе» остаются оценками автора, а не измерением.

Поправка 12.08.2026 при вычитке главы. В прежней редакции строки стояло «аммонийные, натриевые, хромовые — изоструктурны». Это неверно: натриевые квасцы принадлежат другому структурному типу того же ряда (как и цезиевые), и слово «изоструктурны» к ним неприменимо. Ошибка прямо противоречила главе 4, где ряд разложен на три структурных типа с принадлежностью по

размеру одновалентного катиона. Строка исправлена; расхождение между главой 1 и главой 4 устранено.

🔑 Полезное следствие для тома, и оно неудобное — теперь с числом. Группа не состоит из одного вещества. У аммонийного аналога воды в массе больше, чем у опорного представителя (47,7 % против 45,6 %), и признаки ①–④ он выполняет в той же мере. Значит признаки группы не выделяют наш носитель внутри неё, и по «содержанию воды» он даже не первый. Вопрос «почему именно [состав — не публикуется до подачи заявок], а не аммонийный» настоящей главой не решается и обязан решаться в главе 3 — по функциональным критериям, а не по красоте класса.

📌 Это ровно тот вопрос, который в реестре скептика (архитектура § 4, строка 4) стоит со статусом «⏳ качественно — да, числами — нет». Глава 1 его обостряет, а не смягчает: теперь он задан не оппонентом, а самим томом.

ЗАДАЧА ЧИТАТЕЛЯ Л-0 · «ВПУСТИ В КЛАСС ИЛИ ОТКАЖИ»

Первая задача тома, и она проверяет не нас, а определение. Всё, что нужно, — таблица Менделеева и калькулятор.

Дано: железный купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ · хлорид кальция $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ · сода кристаллическая $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

Сделай: 1. Посчитай долю воды по массе у каждого — так же, как посчитаны 20,9 %, 36,1 % и 45,6 % в таблице выше. 2. Реши по четырём признакам § 1.1, попадает вещество в класс или нет. 3. Найди то, на котором определения не хватает, и назови, какого признака тебе не хватило.

🔑 Третий пункт важнее первых двух. Определение, которое ни на чём не спотыкается, — обычно определение ни о чём. Класс задан

четырьмя признаками, и у границы класса всегда стоят вещества, про которые ответ решается четвёртым признаком, а не первым.

📌 Ответы к пунктам 1–2 — ниже, в § 1.3-бис: мы решили эту задачу первыми и получили результат, который работает против нас. Ответ к пункту 3 у нас не записан: там, где нужен разбор, а не арифметика, ответ читателя может оказаться лучше нашего.

1.3-БИС. МЫ РЕШИЛИ СВОЮ ЖЕ ЗАДАЧУ — И КЛАСС ОКАЗАЛСЯ ШИРЕ, ЧЕМ ЗВУЧИТ

Считаем те же доли по молярным массам:

| Вещество | Доля воды по массе | Плавится в собственной воде | По четырём признакам | |---|---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок]

🔴 Вывод, который приходится сделать против себя. Определение класса, данное в § 1.1, пропускает внутрь и обычную стиральную соду — причём у неё воды по массе больше, чем у нашего опорного представителя (63,0 % против 45,6 %), и она тоже плавится в собственной воде. По четырём признакам класса сода — полноправный аквагидрат.

Значит:

1. Класс не является узким. Он уже, чем «все кристаллогидраты», и заметно шире, чем ряд квасцов. 2. Слова «почти половина массы — вода» не выделяют наш предмет ни среди аквагидратов, ни даже по величине доли: сода впереди. 3. Узость обеспечивается не признаками класса, а функциональными критериями — устойчивостью гидратного состояния на воздухе, кристаллическим совершенством, воспроизводимостью роста. Это глава 3, и там вопрос числами пока не закрыт.

💎 Задача, поставленная читателю, обязана быть решена автором первым — иначе это не задача, а риторический приём. Мы её решили, и она ослабила самое эффектное место главы. Пусть так: число, которое перестало выделять нас, всё равно верно, а рамка, из которой оно вынуто, теперь не рухнет от чужого калькулятора.

1.4. ЧТО ГРУППА ДАЁТ ЗАДАЧЕ НОСИТЕЛЯ — И ЧЕГО НЕ ДАЁТ

Уровень A → C, переход обозначен явно.

Даёт (A). Развитая, регулярная, стехиометрически заданная водная подсистема внутри твёрдого тела. Это физический факт, и он не нуждается в защите: такая подсистема имеет собственные колебательные моды, собственную диэлектрическую отзывчивость и собственную термическую устойчивость — всё это измеримо стандартными методами.

Не даёт (и здесь работа обязана остановиться). Из наличия водной подсистемы не вытекает, что в ней можно что-либо записать и тем более прочитать. Требование к любой модели записи сформулировано в проекте отдельно и применяется здесь к себе:

назови барьер, существенно превышающий термический масштаб, — или не говори о записи.

Гипотеза тома (C). Носителем состояния выступает не вода как таковая, а конфигурация дефектов и водородных связей, зафиксированная на фронте кристаллизации и удерживаемая барьером решётки. Условие, при котором гипотеза неверна, названо в части II и здесь только повторяется: если различие между образцами исчезает при подтверждённой чувствительности метода — гипотеза не подтверждается, и это публикуется в том же объёме.

🔴 Чем эта глава отличается от обычного текста о «структурированной воде». Тем, что она относит всё сказанное к твёрдому телу.

Вода в решётке аквагидрата удерживается связями кристалла и живёт по его законам; вода в стакане живёт по своим и перестраивает сетку связей за пикосекунды. Смешение этих двух случаев — главный источник ошибок в области, и группа определена так, чтобы это смешение было невозможно по построению.

1.5. ИСТОРИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ — КАК ОТСЫЛКА, А НЕ КАК АРГУМЕНТ

Директива автора 12.08: история остаётся «элегантной отсылочной информацией — ровно столько, сколько нужно для красоты, но не более».

Правило главы, вытекающее из этого дословно:

- ✅ можно — назвать, что вещества этой группы известны и применяются с античности, что их

описывали в ремесленной и алхимической традиции, что интерес к ним не изобретён проектом;

- ⛔ нельзя — выводить из древности вещества хоть одно утверждение о его свойствах.

Возраст употребления не является физическим доводом, и ни одна строка тома на него не опирается.

📌 Полный исторический материал — глава 4 части I: по решению 12.08 она принимает весь пласт, снимаемый с витрины при пересборке. Здесь — одна отсылка и переход к делу.

💎 Автор объяснил, почему исторический слой прежде стоял так плотно, и объяснение стоит сохранить: опора на древность нужна была, пока у вещества не было собственного научного описания. Теперь описание есть — и история может занять то место, которое ей и подобает: интересный фон, а не несущая стена.

1.6. ВЫВОДЫ ГЛАВЫ

1. Аквагидраты — класс кристаллогидратов, у которых вода не примесь и не гость, а элемент конструкции: значительная доля массы, регулярные позиции в решётке, разрушение структуры при её удалении, плавление в собственной воде. 2. Опорный представитель группы содержит около 45,6 % воды по массе и плавится около 92 °C в собственной кристаллизационной воде. Оба числа — уровень A, проверяются расчётом и справочником. 3. Признаки группы не выделяют внутри неё конкретное вещество: изоструктурные аналоги обладают ими в той же мере. Более того — по доле воды опорный представитель не первый: у аммонийного аналога 47,7 %, у кристаллической соды 63,0 % (§ 1.3-бис). Выбор носителя обосновывается функционально — глава 3, и там он числами пока не закрыт. 4. Развитая водная подсистема — факт; запись в ней — гипотеза с названным условием опровержения. 5. Историческая линия вещества к его свойствам отношения не имеет и в качестве довода не используется.

ГЛАВА 2

АРИФМЕТИКА ВОДЫ

2.1. ПОЧЕМУ ГЛАВА О ЧИСЛАХ СТОИТ ВТОРОЙ, А НЕ В ПРИЛОЖЕНИИ

Класс задан в главе 1 четырьмя признаками. Три из них качественные, и качественный признак защищается плохо: на него всегда можно ответить «это вопрос определения». Настоящая глава переводит признаки в величины, у каждой из которых есть источник, единица и способ проверки.

Все числа главы получены двумя способами: расчёт из молярных масс и параметра решётки либо справочная величина. Третьего рода свидетельства — нашего измерения — в главе нет.

2.2. ПЕРВОЕ ЧИСЛО: СКОЛЬКО В ВЕЩЕСТВЕ ВОДЫ

Для [состав — не публикуется до подачи заявок]:

| Составляющая | Молярная масса, г/моль | |---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок]

[состав — не публикуется до подачи заявок]

Проверка занимает минуту и не требует ни лаборатории, ни доверия к автору. В этом и смысл: число, проверяемое читателем самостоятельно, не нуждается в защите.

И сразу то, что это число не означает — глава 1 разобрала это счётом (§ 1.3-бис): 45,6 % не выделяют вещество ни среди аквагидратов, ни по величине доли. У аммонийного аналога 47,7 %, у кристаллической соды 63,0 %. Число описывает класс, к которому вещество принадлежит, и ничего не говорит о его месте внутри класса.

2.3. ВТОРОЕ ЧИСЛО: СКОЛЬКО В КУБИЧЕСКОМ САНТИМЕТРЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ МЕСТ

Справочные структурные данные для опорного представителя — а не для всего класса, и разница существенна: кубическая сингония, пространственная группа $Pa\bar{3}$, ребро элементарной ячейки $a \approx 12{,}16$ Å, четыре формульные единицы на ячейку ($Z = 4$).

Объём ячейки: $(12{,}16 \cdot 10^{-8}\ \text{см})^3 \approx 1{,}80 \cdot 10^{-21}\ \text{см}^3$. Ячеек в кубическом сантиметре: $1 \div 1{,}80 \cdot 10^{-21} \approx 5{,}6 \cdot 10^{20}$.

Пятьсот шестьдесят миллиардов миллиардов правильных ячеек в объёме с кусочек сахара.

📌 Насколько это число принадлежит именно ему. У изоструктурных соседей по ряду ребро ячейки отличается на доли процента — примерно от 12,16 до 12,25 Å. Куб этой разницы даёт около 2 % по числу ячеек: у них выйдет не $5{,}6 \cdot 10^{20}$, а $5{,}5 \cdot 10^{20}$. Разница мала — и потому число характеризует тип структуры, а не образец. Там, где в томе стоит $5{,}6 \cdot 10^{20}$, читать следует «порядок величины для α-типа этого ряда», а не «паспорт нашего кристалла».

2.4. ПРОВЕРКА НА СОГЛАСОВАННОСТЬ, КОТОРУЮ СТОИТ ПРОДЕЛАТЬ ВСЛУХ

Два независимых справочных числа — параметр решётки и плотность вещества — обязаны сойтись между собой. Если не сходятся, ошибка в одном из них, и дальше идти нельзя.

[состав — не публикуется до подачи заявок] Плотность: $3{,}15 \cdot 10^{-21} \div 1{,}80 \cdot 10^{-21} \approx 1{,}75$ г/см³. Справочная плотность вещества: ≈ 1,76 г/см³.

Расхождение — меньше половины процента.

🔑 Это не украшение, а метод. Пара «параметр решётки ↔ плотность» — замкнутая проверка: она подтверждает, что мы говорим о том самом веществе и что структурные данные взяты верно. Работа проделывает такие сходимости открыто везде, где они возможны, потому что именно в них ловятся чужие ошибки и свои опечатки.

📌 И отдельно — что именно эта проверка проверяет. В расчёт входит число формульных единиц на ячейку ($Z = 4$), взятое из справочных данных. Будь оно другим, плотность разошлась бы кратно: при $Z = 3$ вышло бы 1,31 г/см³, при $Z = 5$ — 2,19 г/см³, и ни то ни другое со справочной величиной не сходится. Сходимость с точно-

стью до полупроцента подтверждает Z = 4 — а на нём стоит следующий параграф.

2.5. ТРЕТЬЕ ЧИСЛО, КОТОРОЕ И ДЕЛАЕТ КЛАСС ТЕМ, ЧЕМ ОН ЯВЛЯЕТСЯ

В одной ячейке — четыре формульные единицы, в каждой двенадцать молекул воды: 48 молекул воды на элементарную ячейку.

🧱 $48 \times 5{,}6 \cdot 10^{20} \approx 2{,}7 \cdot 10^{22}$ молекул воды в кубическом сантиметре кристалла.

Сравним с самой водой. В кубическом сантиметре жидкой воды при обычных условиях $\approx 3{,}3 \cdot 10^{22}$ молекул.

Отношение: 0,80. В кубическом сантиметре этого твёрдого тела молекул воды примерно восемьдесят процентов от того, сколько их в кубическом сантиметре воды, — и каждая занимает заданную позицию в решётке, а не случайную.

🔴 Что стоит за этими двумя цифрами — 45,6 и 80 — и почему они не противоречат друг другу. Первая считает воду по массе, вторая — по объёму, и разводит их плотность: вещество тяжелее воды в 1,75 раза, поэтому в том же объёме умещается больше формульных единиц, а с ними и молекул воды. Никакого второго факта в числе 0,80 нет — это тот же состав, пересчитанный на объём. 📌 Сказано здесь потому, что число 0,80 звучит сильнее, чем означает, и разница между звучанием и смыслом обязана быть названа автором, а не оппонентом.

💎 Вот содержание термина «аквагидраты», выраженное числом. По объёмной плотности молекул воды это почти вода — и при этом твёрдое тело с дальним порядком. Не «вода с примесью соли» и не «соль с примесью воды», а водная подсистема, застроенная в кристалл.

🔴 Немедленная граница. Из этого числа не следует ни память, ни активность, ни отличие от промышленного образца того же соединения. Из него следует одно: у вещества есть плотная и регулярная водная подсистема — то есть есть предмет для координат части II. Всё остальное придётся доказывать отдельно, и работа этого не скрывает.

2.6. ЧЕТВЁРТОЕ ЧИСЛО: ПЛАВЛЕНИЕ В СОБСТВЕННОЙ ВОДЕ

Справочная величина: около 92 °C — инконгруэнтное плавление, при котором вещество переходит в жидкую фазу за счёт собственной кристаллизационной воды, без внешнего растворителя.

Обычное твёрдое тело, чтобы стать раствором, нуждается во внешней воде. Здесь растворитель уже внутри и составляет почти половину массы. Признак ④ главы 1 — это и есть число 92 °C.

🔑 И вот здесь впервые появляется не доля, а разница. Признак ④ выполняют и другие члены класса — но при других температурах: кристаллическая сода плавится в своей воде около 34 °C, хлорид кальция около 30 °C. Разница не в том, что происходит, а в том, при какой температуре это происходит, — то есть насколько прочно вещество держит свою воду при обычных условиях. Сода на воздухе выветривается сама, хлорид кальция расплывается, забирая воду из воздуха; 92 °C означают, что здесь ни того, ни другого не происходит.

🔴 Это указание, где искать ответ, а не сам ответ. Утверждение «наш носитель устойчивее» требует сравнительных измерений устойчивости гидратного состояния — их нет, и глава 3 назовёт их поимённо. Пока сказано ровно столько: функциональное различие внутри класса существует и измеряется температурой, а не долей.

ЗАДАЧА ЧИТАТЕЛЯ Л-3 · «ПОЙМАЙ НАС НА ОШИБКЕ»

Самая важная задача тома. Она предлагает не согласиться с нами, а разойтись.

Дано: ребро элементарной ячейки 12,16 Å · [состав — не публикуется до подачи заявок] · четыре формульные единицы на ячейку · число Авогадро $6{,}022 \cdot 10^{23}$.

Сделай: получи из этих четырёх величин плотность вещества и сравни со справочной — 1,76 г/см³.

Что считается результатом:

| Твой ответ | Что это значит | |---|---| | ≈ 1,75 г/см³ | сошлось: структурные данные тома верны, и ты это проверил, а не принял на веру | | заметно другое | 🔴 мы ошиблись — и хотим это знать. Проверь Z: при Z = 3 выйдет 1,31, при Z = 5 — 2,19 |

🔑 Почему задача стоит именно здесь: дальше весь том опирается на число ячеек, а оно опирается на ребро и на Z. Если эта пара не сходится — не сходится и всё остальное, и лучше узнать об этом на второй главе, чем на двадцатой.

2.7. ЧТО ГЛАВА ДОБАВИЛА И ЧЕГО НЕ ДОБАВИЛА

| Число | Род свидетельства | Что означает | Чего не означает | |---|---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | $5{,}6 \cdot 10^{20}$ см⁻³ | расчёт из параметра решётки | число упорядоченных мест | не число записанных состояний; свойство типа структуры, не образца | | 1,75 г/см³ | расчёт, сверен со справочником | согласованность данных и подтверждение Z = 4 | не свойство образца | | $2{,}7 \cdot 10^{22}$ см⁻³ | расчёт | плотность водной подсистемы по объёму | не «структурированная вода»; тот же состав, пересчитанный на объём | | ≈ 92 °C | справочная | плавление в своей воде | не устойчивость записи; но 🔑 указывает, где искать различие внутри класса |

ГЛАВА 3

СИММЕТРИЯ И ЕЁ ЦЕНА

3.1. СИММЕТРИЯ НЕ УКРАШАЕТ ВЕЩЕСТВО, А ЗАПРЕЩАЕТ ЕМУ

Кристалл этого класса — кубический, пространственная группа $Pa\bar{3}$, характерный габитус — октаэдр. Из школьного и популярного изложения обычно берут первую половину: правильная форма, платоново тело, красота. Физическое содержание — во второй половине.

🔑 Группа симметрии — это в первую очередь список запретов. Если структура центросимметрична, то есть имеет центр инверсии, целый класс явлений в ней запрещён тождественно — не «слаб», не «пока не обнаружен», а невозможен по симметрии.

3.2. ЧТО ЗАПРЕЩЕНО В ЦЕНТРОСИММЕТРИЧНОМ КРИСТАЛЛЕ

Точечная группа кристалла — $m\bar{3}$; она содержит центр инверсии и не содержит полярной оси. Отсюда следует построчно:

| Явление | Что для него нужно | Статус в $m\bar{3}$ | Следствие для работы | |---|---|---|---| | Пьезоэлектрический эффект | отсутствие центра инверсии | запрещён | ⛔ «пьезорезонансные» объяснения носителя отпадают | | Пироэлектричество, сегнетоэлектричество | полярная ось | запрещены | ⛔ спонтанной поляризации как памяти нет | | Генерация второй гармоники и прочие чётные нелинейно-оптические эффекты | отсутствие центра инверсии | запрещены | ⛔ «нелинейная оптика кристалла» как механизм отпадает | | Оптическая активность | отсутствие центра инверсии | запрещена | ⛔ вращения плоскости поляризации ждать не от чего | | Двулучепре-

ломление | оптическая анизотропия | отсутствует в идеальном кристалле: кубическая сингония оптически изотропна | ⛔ поляризационная микроскопия совершенного образца не покажет ничего — 🔑 и тем интереснее § 3.4 |

🔴 Первая строка таблицы — прямое опровержение объяснения, которое встречалось в раннем материале проекта. Оно снято симметрией, то есть доводом, который нельзя обойти качеством образца или точностью прибора. Позиция уходит в раздел «Что не прошло проверку», и уходит туда по нашему собственному расчёту, а не по замечанию оппонента.

3.2-БИС. ОДИН ЭФФЕКТ ИЗ ЭТОГО РЯДА СИММЕТРИЯ НЕ ЗАПРЕЩАЕТ — И ЭТО ВАЖНО ЗНАТЬ

Список запретов был бы неполон и потому нечестен без исключения, которое в нём есть.

Флексоэлектрический отклик — поляризация в ответ на градиент деформации — разрешён во всех кристаллических классах, включая центросимметричные. Причина проста и проверяется рассуждением, а не справочником: пьезоэффект связывает поляризацию с однородной деформацией, и центр инверсии такую связь запрещает; градиент деформации сам по себе не симметричен относительно инверсии, поэтому запрет на него не распространяется.

| | Пьезоэлектричество | Флексоэлектричество | |---|---|---| | Отклик на | однородную деформацию | градиент деформации | | В $m\bar{3}$ | запрещено | разрешено | | Где велико | в специально подобранных кристаллах | у границ, дефектов, тонких слоёв, там где деформация меняется резко |

🔴 И немедленно — граница, чтобы это не превратилось в лазейку. Флексоэлектрический отклик в обычных диэлектриках мал, и ни-

каких измерений его в нашем предмете у нас нет. Мы не выдвигаем его как механизм. Он назван здесь по одной причине: список запретов, из которого вычеркнули неудобное исключение, — это не строгость, а подлог. Если кто-то предъявит нам электрический отклик в центросимметричном кристалле, мы обязаны знать заранее, что он не обязан быть ошибкой.

💎 Так и выглядит настоящая работа с симметрией: она называет и запреты, и единственную дверь, которую запрет оставил открытой, — и не делает вид, что двери нет.

3.3. ЧТО СИММЕТРИЯ ОСТАВЛЯЕТ

Запрет на чётные эффекты — не запрет на всё. Остаются и работают:

- колебательная спектроскопия. В центросимметричном кристалле действует правило взаимного

исключения: моды, активные в комбинационном рассеянии, неактивны в инфракрасном поглощении, и наоборот. Это не потеря, а проверка: два метода дают взаимодополняющие картины, и их согласие само по себе есть контроль правильности отнесения полос;

- диэлектрическая отзывчивость водной подсистемы — чётного запрета не имеет;
- дифракция на решётке — основной способ увидеть порядок (гл. 17);
- термический анализ — путь к барьеру (гл. 10, 20).

3.4. ГДЕ СИММЕТРИЯ НАРУШАЕТСЯ — И ПОЧЕМУ ЭТО САМОЕ ИНТЕРЕСНОЕ МЕСТО

Идеальная решётка запрещает многое. Но реальный кристалл идеален лишь в среднем: дефекты, границы секторов роста, включе-

ния и локальные искажения нарушают симметрию локально, не меняя её глобально. Именно там, где симметрия нарушена, у состояния появляется место, где оно может жить.

🟢 Установленный факт, который стоит здесь привести. У кристаллов этого класса давно и хорошо описано аномальное двулучепреломление: оптически изотропный по симметрии кристалл в поляризованном свете показывает картину, повторяющую секторы его роста. Явление известно с XIX века и связывается с тем, что разные грани при росте по-разному встраивают примеси и по-разному упорядочивают ближайшее окружение — то есть условия роста остаются в теле кристалла и читаются оптически.

🔴 Точность здесь важнее эффектности: сам факт установлен и воспроизводим, единого объяснения у него нет. Обсуждаются несколько механизмов — упорядоченное вхождение примесей по секторам, внутренние напряжения, локальное понижение симметрии. Работа берёт из этого только факт и не выбирает механизм за специалистов.

🔴 И сразу различитель (гл. 9). Это след, а не запись: он несёт информацию об условиях роста, не имеет ни алфавита, ни адресации, ни процедуры считывания заданного сообщения. Работа приводит его не как доказательство записи, а как доказательство того, что носитель этого класса физически способен удерживать историю своего образования — и как ближайший образец того, что предстоит отличать от записи.

💎 Формула главы: симметрия отнимает у нас эффекты, но отдаёт доверие. Автор, который сам называет, что в его веществе невозможно, покупает право на то, что в нём возможно.

ЗАДАЧА ЧИТАТЕЛЯ Л-6 · «НАЙДИ ЛИШНЕЕ В СПИСКЕ ЗАПРЕТОВ»

Дано: пять явлений — пьезоэлектрический эффект · пироэлектричество · генерация второй гармоники · оптическая активность · флексоэлектрический отклик.

Сделай: укажи то, которое центр инверсии не запрещает, и объясни в одном предложении почему.

Подсказка, которой достаточно: посмотри, с чем именно связывается поляризация в каждом случае — с самой деформацией или с тем, как она меняется от точки к точке.

Ответ: флексоэлектрический отклик. Градиент деформации не симметричен относительно инверсии, поэтому запрет на него не распространяется (§ 3.2-бис).

🔑 Задача учит главному навыку этого тома: проверять не список, а основание списка. Четыре запрета из пяти следуют из одного и того же свойства симметрии; пятый пункт выглядит однородным с ними и однородным не является. Именно так — по видимой однородности — в подобные списки и попадает лишнее.

ГЛАВА 4

РЯДЫ И ЗАМЕЩЕНИЯ: ОДИН УЗОР В РАЗНЫХ ТЕЛАХ

4.1. СЕМЕЙСТВО, А НЕ ВЕЩЕСТВО

Опорный представитель класса — не одиночка, а член широкого изоморфного семейства с общей формулой

$M^{+}M^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$,

где место одновалентного катиона занимают калий, аммоний, рубидий, цезий, таллий, натрий, а место трёхвалентного — алюми-

ний, хром, железо, галлий, индий и другие. Семейство разбивается на три структурных типа, различающихся ориентацией сульфатных групп и ближайшим окружением одновалентного катиона; принадлежность к типу задаётся в первую очередь размером этого катиона.

🔑 Смысл, ради которого глава стоит в части I: узор решётки принадлежит классу, а не атому. Меняется занимающий позицию ион — геометрия сохраняется. Порядок оказывается величиной, отделимой от состава, и это первое место в томе, где такое разделение видно прямо, а не постулируется.

4.2. СМЕШАННЫЕ КРИСТАЛЛЫ: НЕПРЕРЫВНОСТЬ ВМЕСТО СМЕСИ

Члены ряда образуют непрерывные твёрдые растворы: катионы замещают друг друга в тех же позициях в любом соотношении, а не образуют механическую смесь двух фаз. Классическое учебное следствие — рост затравки одного члена ряда в растворе другого, продолжающийся без разрыва решётки, с изменением только окраски слоёв.

Это и есть буквальный смысл слов «один узор в разных телах»: тело меняется послойно, узор продолжается.

4.3. ЧЕМ ЭТО НЕУДОБНО ДЛЯ НАС — СКАЗАНО ПЕРВЫМИ

🔴 Если признаки класса и его геометрия принадлежат всему семейству, то они не выделяют внутри семейства ни одного вещества. Вопрос «почему именно этот член ряда» настоящей главой не решается — она его обостряет: у оппонента появляется готовый список изоструктурных аналогов, к каждому из которых применимо всё сказанное в главах 1–3.

Работа отвечает на это не оправданием, а порядком рассуждения: выбор внутри ряда обязан обосновываться функционально — растворимостью, температурами дегидратации, устойчивостью гидратного состояния, доступностью чистого вещества, — и там, где числами он пока не закрыт, это сказано прямо.

4.4. ЧТО РЯД ДАЁТ ВЗАМЕН: ГОТОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ СЕРИЯ

Неудобство оборачивается инструментом, и это, вероятно, главное практическое следствие части I.

Обычная беда исследований такого рода — отсутствие правильного контроля: образец сравнивают с водой, с пустой кюветой, с «ничем». Такое сравнение почти всегда даёт различие, и различие это ни о чём не говорит.

Изоморфный ряд даёт контроль другого качества:

Контрольная пара	Что меняется	Что остаётся	Что проверяет
① два члена ряда одного структурного типа	ион в позиции	геометрия решётки, содержание воды	зависит ли эффект от состава или от геометрии
② 🆕 протонированный ↔ дейтерированный образец одного вещества	только изотоп водорода	состав, структура, геометрия, содержание воды	принадлежит ли эффект водородным связям
③ гидрат ↔ его обезвоженная форма ⚠️	наличие водной подсистемы и вместе с ней геометрия каркаса	химический состав каркаса	нужна ли вода в решётке вообще; 🔴 воду от геометрии не отделяет — см. § 5.5-бис
④ образцы одного вещества разной истории роста	условия кристаллизации	состав и структура	различает след роста и заданное состояние

💎 Ценность в том, что число переменных в каждой строке названо заранее — у пар ①, ② и ④ оно равно единице, у пары ③ равно

двум, и это объявлено до опыта, а не после результата (§ 5.5-бис). Это превращает разговор «наш образец не такой, как вода» в разговор «эффект следует за геометрией, а не за составом» или наоборот — то есть в утверждение, которое можно опровергнуть. Программа проверки части V строится на этой таблице.

4.4-БИС. ЗДЕСЬ БЫЛА НАША СОБСТВЕННАЯ ОШИБКА, И ОНА СТОИТ РАЗБОРА

Строкой ② у нас стояло: «один и тот же член ряда в разных структурных типах — меняется геометрия окружения, остаётся химия». При сплошной проверке главы эта строка не прошла.

Почему. Структурный тип в этом семействе задаётся размером одновалентного катиона (§ 4.1). Значит перейти из типа в тип, не меняя иона, нельзя: меняя тип, ты обязан поменять состав. Строка ② обещала одну переменную и содержала две — то есть была не контрольной парой, а обыкновенным сравнением двух разных веществ.

🔑 И это ровно тот риск, который мы сами назвали в паспорте метода: «показать, что внутри пары меняется больше одного параметра». Назвали — и не проверили собственную таблицу против собственного же критерия. Ошибка обнаружена нами при вычитке.

Чем заменена и почему замена сильнее. Изотопное замещение водорода на дейтерий даёт то, чего не даёт ни одно химическое замещение: состав, структура и геометрия остаются теми же, меняется только масса ядра в водородной связи. Дейтерированные кристаллы этого класса — не мысленный эксперимент: они получены и изучены, и известно, что дейтерирование усиливает водородные связи и сдвигает частоты внутренних колебаний сульфат-иона.

💎 Что эта пара решает одним опытом. Если состояние, о котором говорит работа, живёт в подсистеме водородных связей — дейтерирование обязано сдвинуть барьер и время жизни. Если оно живёт в ионном каркасе и геометрии — не обязано ничего. Два взаимоисключающих предсказания на одном веществе, без единого нового прибора.

📌 Эта пара переносится в программу проверки (часть V, гл. 20) отдельной строкой — задача заведена, здесь она только объявлена.

📌 Позиция в реестре открытий: «изоморфный ряд как встроенная контрольная серия» внесена автором 12.08 под номером D-19; настоящая поправка вносится и в её паспорт.

ГЛАВА 5

ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ: КЛАТРАТ

5.1. ЗАЧЕМ КЛАССУ НУЖЕН ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ

Часть I двигалась по возрастанию роли воды: примесь → структурный компонент → почти половина массы. Логический предел этого ряда — состояние, где вода составляет каркас целиком, а всё остальное находится внутри него как гость. Такое состояние существует, изучено и промышленно значимо. На нём класс заканчивается, и на нём же лучше всего видно, что такое память носителя.

5.2. ЧТО УСТАНОВЛЕНО О КЛАТРАТНЫХ ГИДРАТАХ

- Молекулы воды образуют замкнутые многогранные клетки, соединённые водородными связями;

простейшая и самая известная — пятиугольный додекаэдр (12 пятиугольных граней).

- Клетки складываются в несколько типов каркасов; тип каркаса задаётся размером

молекулы-гостя, а не её химией.

- Это не гипотеза: клатратные гидраты забивают газопроводы и образуют донные залежи природного

газа; 📐 один объём гидрата отдаёт порядка 160 объёмов газа при разложении (справочная величина для метан-гидрата структуры sI при нормальных условиях — 164 объёма при полном заполнении клеток; в тексте округлено вниз, против нас, по правилу тома).

🔑 Здесь важен сам факт: вода самостоятельно строит правильные многогранники, и делает это не в метафоре, а в структуре, подтверждённой дифракцией. Проекту это положение нужно ровно в одном качестве — как установленный пример того, что геометрия может быть свойством водной подсистемы.

5.3. ПУСТОЙ КАРКАС: ГДЕ ПРОХОДИТ ГРАНИЦА ПАМЯТИ

Ключевой вопрос всего направления — сохраняет ли вода форму после ухода гостя — в случае клатрата имеет измеренный ответ.

Пустой каркас существует: его получают, удаляя гостя из заполненного гидрата, и он представляет собой отдельную кристаллическую форму льда (лёд XVI) — наименее плотную из полученных экспериментально кристаллических форм воды, 📐 около 0,81 г/см³. Держится он только при криогенных температурах, 📐 порядка минус ста тридцати градусов Цельсия.

📌 Оговорка «кристаллических» не придирка: у воды есть и аморфные формы низкой плотности, и без этого слова утверждение было бы шире, чем данные под ним. 📌 Слово «экспериментально» добавлено по той же причине: расчётом предсказаны ещё

более лёгкие каркасные структуры воды, и «наименее плотная вообще» было бы шире данных.

📌 Как именно его получили — деталь, которая говорит о цене вопроса больше, чем сама цифра: из гидрата откачивали неон — гостя, достаточно малого, чтобы уйти, не сломав хрупкий каркас, — непрерывной откачкой в течение нескольких суток при 142 K. Пустой каркас не «нашли», его вытащили из вещества по молекуле.

🔴 И род устойчивости назовём точно, потому что он работает против нас. Пустой каркас не устойчив, а метастабилен: термодинамически такая форма ожидается стабильной лишь при отрицательных давлениях, а при обычном давлении она держится кинетически — то есть только потому, что при такой температуре ей не хватает подвижности перестроиться в обычный лёд. Формулировка «вода помнит форму гостя при −130 °C» верна; формулировка «при −130 °C такое состояние воды устойчиво» — нет.

Вопрос «помнит ли вода форму гостя» переведён из области веры в область термометра. Ответ: да, помнит — при −130 C. При обычных условиях форма исчезает вместе с гостем.

5.4. ПРИСУТСТВИЕ И ПАМЯТЬ НА ОДНОЙ ШКАЛЕ

Клатрат даёт обоим понятиям крайние точки, между которыми располагается всё остальное:

| Состояние | Что это | Цена удержания | |---|---|---| | Клетка с гостем | чистое присутствие: структура держится тем, что в ней находится | не требует ничего | | Пустой каркас | чистая память: структура держится без того, что её задало | требует криогенных температур — и даже там держится метастабильно |

🔴 И здесь работа обязана применить свой критерий к себе. Переход от присутствия к памяти в этом предельном случае стоит очень

дорого — сотню с лишним градусов ниже нуля. Это довод не в нашу пользу, и он приводится в полном объёме: если у водной подсистемы вообще есть способ удерживать заданную геометрию без того, что её задало, то при комнатной температуре он должен опираться не на сетку водородных связей, а на барьер решётки — то есть на то, что разбирает часть III.

5.5. ЧЕМ НАШ КЛАСС ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ КЛАТРАТА — И ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО

| | Клатратный гидрат | Аквагидрат (класс тома) | |---|---|---| | Роль воды | каркас целиком | элемент решётки наряду с ионами | | Что держит структуру | гость внутри клетки | ионная и водородная связи решётки | | Устойчивость пустой формы | только криогенная, и та метастабильная | пустой формы не существует: вода — элемент решётки, и её уход перестраивает каркас в другое вещество (§ 5.5-бис) | | Температура существования | низкая либо высокое давление | обычные условия |

5.5-БИС. ВТОРАЯ НАША ОШИБКА В ЭТОЙ ЖЕ ЧАСТИ — И ОНА КАСАЕТСЯ КОНТРОЛЬНОЙ ПАРЫ ③

Строка таблицы читалась у нас так: «устойчивость пустой формы — вопрос не возникает: воду нельзя удалить, не разрушив вещество». Строка снята, и вот почему.

Вопрос возникает, и мы сами его поставили. Контрольная пара ③ главы 4 — «гидрат ↔ его обезвоженная форма» — это ровно опыт с удалением воды. Значит обезвоженная форма существует и исследуется; сказать в пятой главе «вопрос не возникает» означало противоречить собственной программе проверки через одну главу.

Что на самом деле происходит при обезвоживании. Вода здесь не гость в готовой клетке, а элемент решётки: её уход не оставляет

каркас пустым, а заставляет каркас перестроиться. Гидрат кубический; безводные представители того же семейства кристаллизуются в другой сингонии с совершенно иными параметрами ячейки. Это не «тот же дом без жильца», а другой дом.

🔴 Отсюда — честное ограничение пары ③, которое обязано стоять рядом с самой парой. Пара ③ не является строгой парой с одной переменной: вместе с водной подсистемой неизбежно меняется и геометрия каркаса. Она отвечает на вопрос «нужна ли вода в решётке вообще» и не отделяет воду от геометрии — для этого служит пара ②, где структура сохраняется полностью, а меняется только масса ядра в водородной связи.

💎 Разница между парой ②, снятой вчера, и парой ③, уточнённой здесь, важна методически: первая была дефектной — обещала одну переменную и не могла её дать; вторая годна, но с объявленным ограничением. Метод не требует, чтобы каждая пара меняла ровно один параметр; он требует, чтобы число переменных в паре было названо до опыта, а не после результата.

📌 Ограничение внесено в § 4.4 и в паспорт D-19 реестра открытий.

🔑 Вывод, ради которого глава стоит последней в части I: наш класс занимает среднее положение между обычным кристаллогидратом и клатратом — водная подсистема почти столь же развита, как в клатрате, а держится она не гостем, а решёткой. Именно эта комбинация делает разговор о хранении состояния при комнатной температуре осмысленным — и она же обязывает назвать барьер.

ИТОГ ЧАСТИ I

| Глава | Что установлено | Род свидетельства | |---|---|---| | 1 | класс задан четырьмя проверяемыми признаками | определение + спра-

вочные данные | [состав — не публикуется до подачи заявок] | 3 | центросимметричность запрещает пьезо-, пиро-, сегнетоэффекты и чётную нелинейную оптику; аномальное двулучепреломление хранит историю роста как след | справочная кристаллография | | 4 | узор принадлежит классу, а не атому; ряд даёт встроенную контрольную серию | справочная кристаллохимия + наш методный вывод | | 5 | предельный случай: вода как каркас; память без гостя стоит криогенных температур и держится метастабильно; у нашего класса пустой формы нет вовсе | справочная кристаллохимия (D-09) |

🔴 Чего в части I нет и не будет: ни одного нашего измерения · ни одного утверждения об эффекте · ни одного «доказано» · ни слова о применении вещества.

💎 Что часть I сделала для тома. Она отвечает на вопрос «почему это вещество» свойством класса, а не достоинством образца — и тут же признаёт, что свойство класса не выделяет внутри него конкретного члена. Из этого признания вырастает и требование главы 4 (функциональное обоснование выбора), и контрольная серия части V. Работа сама поставила себе вопрос, на который обязана ответить числами, — и это лучшее, что часть I могла сделать для своей защиты.

ГЛАВА 6

ЧЕТЫРЕ КООРДИНАТЫ ПОРЯДКА

6.1. СПОР, КОТОРОГО НЕ ДОЛЖНО БЫТЬ

Область, в которой работает том, отравлена словами без величин. «Структурировано», «когерентно», «обладает памятью», «несёт информацию» — каждое из них можно утверждать и отрицать бес-

конечно, потому что ни за одним не стоит числа, единицы и процедуры.

Настоящая глава закрывает этот спор не победой в нём, а выходом из него: любое упорядоченное состояние конденсированной среды описывается набором измеримых координат, и разговор идёт о них.

6.2. ТРИ КООРДИНАТЫ СОСТОЯНИЯ

① Величина порядка — насколько состояние упорядочено. Формально это параметр порядка, величина из теории фазовых переходов: безразмерная, нормированная так, что полному беспорядку отвечает ноль, полному порядку — единица. Измеряется по дифракционной картине, по анизотропии отклика, по статистике ориентаций.

② Масштаб — на каком расстоянии порядок ещё сохраняется. Это корреляционная длина, измеряется в метрах (для наших предметов — в нанометрах и микронах), извлекается из рассеяния: ширина рефлекса обратно связана с размером области когерентного рассеяния.

③ Время жизни — как долго состояние держится. Время релаксации, измеряется в секундах, извлекается из спектроскопии и релаксационных методов.

Уточнение 12.08: измеряется третья координата одинаково, а считается по-разному. Само число — секунды на приборе — от механизма удержания не зависит. Но предсказать его и связать с температурой можно только зная механизм: в барьерной модели время жизни даёт соотношение Аррениуса (гл. 10), в топологической — работа образования критического зародыша и время жизни фазы

(гл. 16), в потоковой — длительность потока, в коллективной — размер ансамбля (§ 10.8).

Уточнено вечером 12.08 при чтении гл. 16. Стояло «цена образования дефекта» без слова «критического», и это открывало путь к грубой ошибке: полная цена конфигурации ($10^{4}…10^{6}\,kT$ для дефекта длиной в микрон) в показатель экспоненты не подставляется. Разрушение идёт через зародыш конечного размера и через границы, то есть по самому дешёвому каналу, а не по посчитанному. Разбор — гл. 16, § 16.6-бис, п. 1. Поэтому измеренное время жизни само по себе не свидетельствует о механизме, и обратное утверждение в томе не делается нигде.

| Координата | Что отвечает | Единица | Чем измеряется | |---|---|---|---| | Величина порядка | «насколько» | безразмерная, 0…1 | дифракция, анизотропия отклика | | Масштаб | «на сколько далеко» | м | рассеяние, ширина рефлекса | | Время жизни | «на сколько долго» | с | релаксационные методы, спектроскопия |

💎 Три числа — и слово «структурировано» перестаёт быть предметом веры. Утверждение «структурировано» означает: параметр порядка такой-то, корреляционная длина такая-то, время жизни такое-то. Всё остальное — не спор, а отсутствие утверждения.

6.3. ЧЕТВЁРТАЯ КООРДИНАТА: УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Три координаты описывают состояние. Их недостаточно, и лучше всего это видно на снежинке.

Снежинка упорядочена по всем трём координатам. И она хранит — причём буквально: её форма определяется температурой и пересыщением на пути падения, и по морфологии кристалла читают условия в верхних слоях воздуха. Физик, построивший диаграмму этих форм, назвал снежные кристаллы письмами, посланными с неба, —

и это не поэзия, а рабочее свойство: письмо действительно читается.

Чего у снежинки нет — четвёртой координаты. Никто не задавал ей условия и не проверял, что на заданный вход она отвечает воспроизводимо. Она хранит историю, но не отвечает на вопрос.

Здесь была наша ошибка, и она стоит того, чтобы её показать. В первой редакции параграф гласил: «снежинка упорядочена по всем трём — и ничего не хранит». Это неверно дважды. Фактически — снежинка хранит условия роста, и это установленный факт, а не спорный. И логически — утверждение противоречило собственной таблице § 6.4 через полстраницы: там след определён как «порядок есть, управления не было», то есть ровно как снежинка. Мы взяли лучший в мире пример следа и назвали его примером «ничего не хранит».

После правки пример работает сильнее прежнего: он показывает не отсутствие хранения, а отсутствие управления — то самое различие, ради которого вводится четвёртая координата.

Разница между упорядоченностью и записью лежит не в степени порядка, а в том, можем ли мы его задать.

④ Управляемость — отвечает ли состояние на заданное воздействие воспроизводимым образом. Формально: передаточная характеристика — отношение изменения наблюдаемой к нормированной величине воздействия. Величина метрологическая, измеряется постановкой опыта с заданным входом, а не наблюдением.

🔑 Четвёртая координата логически независима от первых трёх: высокий порядок может быть полностью неуправляемым, а слабый — управляемым. Это утверждение проверяемое, и способ его опро-

вергнуть назван прямо: показать, что управляемость вычисляется из первых трёх координат.

6.4. ЧТО НЕМЕДЛЕННО СЛЕДУЕТ ИЗ ЧЕТВЁРКИ

| Понятие | Определение через координаты | |---|---| | След | порядок есть (①–③), управления не было (④ = 0) — снежинка, секторы роста кристалла | | Разметка | управление было (④ > 0), считывания заданного сообщения нет | | Запись | всё вместе, при выполнении условий главы 9 |

Три слова, которые вся область употребляет как синонимы слова «память», оказываются тремя разными положениями на одной оси. Различитель развёрнут в главе 9.

6.5. ТРЕБОВАНИЕ, ОДИНАКОВОЕ ДЛЯ ВСЕХ

Назови четыре величины. Утверждение, для которого они не названы, не обсуждается — не как ложное, а как несформулированное.

🔴 Требование применяется к нам первыми и в полном объёме. Для нашего предмета на сегодня: величина порядка — не измерена, масштаб — не измерен, время жизни — не измерено, управляемость — не измерена. После карантинного акта собственных значений у проекта нет ни по одной координате, и часть V построена как программа их получения, а не как отчёт о нём.

📌 Это не противоречит счёту «одно из пяти» (условие «различение» помечено там выполненным). Выполнено оно литературным фактом — разные условия роста дают различимые оптические картины по секторам роста (гл. 3), — а не нашей измеренной координатой. Ноль здесь и галочка там относятся к разным вещам, и обе верны.

📌 Именно поэтому глава стоит в томе раньше любых утверждений о носителе: она задаёт форму, в которой они когда-либо смогут быть высказаны.

ГЛАВА 7

ПЯТАЯ КООРДИНАТА: БАРЬЕР — И ЧЕСТНАЯ ОГОВОРКА О НЕЙ

7.1. ЗАЧЕМ ПОНАДОБИЛАСЬ ПЯТАЯ ВЕЛИЧИНА

Четыре координаты описывают состояние здесь и сейчас. Они не отвечают на вопрос, который для носителя главный: почему состояние вообще держится и от чего зависит, сколько оно продержится.

Ответ конденсированной физики известен и прост: состояние удерживается энергетическим барьером, отделяющим его от других состояний. Обозначение в рабочем ядре — B, единица — электронвольт либо Дж·моль$^{-1}$, связь со временем жизни — соотношение Аррениуса:

$\tau = \tau_0 \cdot \exp(B / kT)$

7.2. КАК БАРЬЕР ИЗМЕРЯЕТСЯ

Не выжиданием. Температурная серия не менее чем из четырёх точек: измеряется время релаксации при разных температурах, строится зависимость его логарифма от обратной температуры, барьер получается из наклона прямой.

💎 Практическое следствие, ради которого пятая величина и введена: состояние с временем жизни в год измеряется за часы. Вместо годового ожидания — четыре точки по температуре и наклон. Это

переворачивает всю программу проверки (гл. 20) и заменяет мониторинг измерением.

7.2-БИС. ПОЧЕМУ «ЧЕТЫРЕ ТОЧКИ» — НЕДОСТАТОЧНОЕ ТРЕБОВАНИЕ

Внесено при сплошном чтении 12.08.2026. Число «≥ 4» стояло в томе без основания, а само по себе оно ничего не гарантирует.

Точность барьера задаётся не числом точек, а размахом по обратной температуре. Наклон считается по оси $1/T$, и чем короче отрезок этой оси, тем сильнее шум в измеренных временах превращается в разброс барьера:

$$\sigma(E_a) \;\approx\; \frac{k\,\sigma(\ln\tau)\sqrt{2}}{\Delta(1/T)}$$

🧱 Подстановка при реалистичном шуме измерения времени в 20 % ($\sigma(\ln\tau) = 0{,}2$):

Температурное окно	$\Delta(1/T)$, К⁻¹	Погрешность барьера
0…60 °C	6,6 · 10⁻⁴	± 0,04 эВ
17…37 °C	2,2 · 10⁻⁴	± 0,11 эВ

Шаг опорной таблицы гл. 10 составляет 0,2 эВ. Значит в широком окне барьер различается впятеро мельче шага, а в узком — погрешность превышает половину шага, и отличить 1,0 эВ от 1,2 эВ уже нельзя: два состояния, различающиеся по времени жизни в две тысячи раз, сольются в одно измерение.

Требование к протоколу, заменяющее прежнее: не «не менее четырёх точек», а не менее четырёх точек в окне размахом не менее 50 градусов, с указанием достигнутой погрешности наклона.

🔴 И граница, которую задаёт само вещество. Окно нельзя расширять вверх произвольно: у нашего класса при ≈ 92 °C наступает

плавление в собственной кристаллизационной воде (гл. 2), а потеря воды начинается заметно раньше. Нагревая образец ради размаха, экспериментатор в какой-то момент измеряет уже не то вещество, которое положил в прибор. Верхняя граница серии обязана объявляться до опыта вместе с контролем массы образца.

📌 Расчёт выше показывает, что этого хватает: окна 0…60 °C достаточно для точности ± 0,04 эВ, и вся программа умещается ниже опасной температуры.

💎 И отдельное достоинство метода, которое стоит назвать прямо: наклон даёт барьер независимо от предэкспоненты. Величина $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с — оценка (§ 10.7), и любой вывод, опирающийся на одно измерение при одной температуре, эту оценку наследует. Температурная серия от неё свободна: τ_0 определяет отрезок, а не наклон.

7.3. ОГОВОРКА, КОТОРУЮ РАБОТА ДЕЛАЕТ О СЕБЕ САМА

Барьер не является пятой координатой того же рода, что первые четыре, и это надо сказать до того, как скажет оппонент.

Причина в формуле § 7.1: при фиксированной температуре время жизни однозначно определяется барьером и предэкспонентой. Значит B не независим от третьей координаты — он её порождает, описывая, как она зависит от температуры.

Граница этого утверждения, названная 12.08. «B порождает третью координату» верно внутри барьерной модели удержания, и только в ней. Если состояние держится топологически, потоком или коллективно (§ 10.8), время жизни определяется не высотой барьера, а ценой образования дефекта, длительностью потока или размером ансамбля — и связь B → τ перестаёт существовать. Отсюда практическое следствие для программы проверки: температурная серия

измеряет барьер там, где механизм барьерный, а сам механизм она не устанавливает. Различить механизмы — отдельная задача, и она поставлена порогами § 10.8.4.

| | Четвёртая координата (управляемость) | Пятая величина (барьер) | |---|---|---| | Отношение к первым трём | логически независима — и это заявлено как проверяемое | зависима: порождает третью | | Что вносит | различие «порядок ≠ запись» | различие «наблюдение ≠ расчёт» | | Статус в работе | координата | параметр, а не координата |

🔴 Второе, столь же обязательное. Параметр B введён в ядро работы позже остальных и экспериментально не идентифицирован: у проекта нет ни одной измеренной температурной серии по своему предмету. Всё, что о барьере сказано в томе, — расчёт из констант и справочные соотношения (часть III), и ни строкой больше.

📌 Работа держит B в наборе, несмотря на обе оговорки, по одной причине: он единственный превращает вопрос о долговечности в вычислимый. Но носит он ровно тот статус, который назван здесь.

7.4. ЧТО ДАЁТ ПЯТЁРКА ВМЕСТЕ

R ритм · E энергия · I информация · G геометрия · B барьер — рабочее ядро параметров. Первые четыре описывают воздействие и структуру, пятый — устойчивость результата.

7.4-БИС. ЯДРО, ПРОГНАННОЕ ЧЕРЕЗ СОБСТВЕННЫЙ КРИТЕРИЙ — И ДВА ПРОВАЛА

Внесено при сплошном чтении 12.08.2026. В прежней редакции здесь стояло: «рабочее ядро параметров, каждый с носителем, единицей, процедурой и диапазоном (правило главы 8)». Утверждение было сделано — а самой проверки не было нигде: таблица § 8.2 просеивает восемь чужих слов и ни одного из четырёх собственных,

кроме барьера. Работа объявила себя прошедшей собственный гейт, не пройдя его. Исправляем на месте.

| | Носитель | Единица | Процедура | Вердикт | |---|---|---|---|---| | R ритм | периодичность воздействия | Гц | задаётся генератором, контролируется спектром | ✅ допущено — 🔴 как параметр входа, а не свойство образца | | E энергия | энергия, вводимая в систему | Дж · Дж/м³ · Вт/м² | измерение мощности, калориметрия | ✅ допущено — с той же оговоркой об входе | | I информация | различимые состояния носителя | бит | счёт энтропии по распределению состояний | 🟡 условно: единица и процедура есть, но процедура неисполнима, пока не задан алфавит (гл. 9, условие ① ⛔). До его закрытия I в соотношения не входит | | G геометрия | — | — | — | ⛔ не величина, а группа величин — как «информационная матрица» в § 8.3 | | B барьер | энергия перехода | эВ | температурная серия (§ 7.2-бис) | ✅ допущено со статусом § 7.3 |

Что делается с G. По правилу § 8.1 имя группы в соотношения не входит. Вместо него называются конкретные измеримые представители: параметр решётки (м) · углы между гранями (град) · корреляционная длина (м) · топологический заряд (безразмерный, целое число, § 10.8). Каждый из них критерий проходит; слово «геометрия» остаётся понятием и работает как заголовок, а не как величина.

Что делается с I. Она остаётся в ядре как цель, а не как рабочая величина: биты считаются по алфавиту, алфавита нет, и до его появления любое число битов было бы назначено, а не измерено. 📌 Отсюда прямая связка с потолком ёмкости (гл. 12): 70 ЭБ/см³ там названы верхней границей именно потому, что реальное число состояний неизвестно.

💎 Счёт по собственному ядру: два параметра проходят чисто, один со статусом, один условно, один не проходит. Это неудобная строка, и она стоит в теле — по тому же правилу, по которому в теле стоит счёт «одно из пяти».

🔴 Прежняя символическая запись, сводившая описание к одной формуле, из работы снята, а не заменена другой формулой. Причина названа в редакции диссертации дословно: у неё не были заданы ни единицы, ни процедура, ни согласование размерностей — из неё ничего не выводилось и её ничем нельзя было опровергнуть. 💎 Это было самое эффектное место работы и единственное, о котором нельзя было сказать, верно оно или нет.

ГЛАВА 8

КРИТЕРИЙ ДОПУСКА ВЕЛИЧИНЫ

8.1. ПРАВИЛО В ЧЕТЫРЕ СТРОКИ

Величина входит в работу как рабочая только при выполнении всех четырёх условий сразу:

1. назван физический носитель — то, через что величина выражается; 2. указана единица измерения; 3. описана процедура измерения — прибор либо алгоритм счёта по данным; 4. назван диапазон применимости и то, что перестаёт быть верным за его границами.

Величина, у которой не выполнено хотя бы одно условие, не исключается из книги — она переносится в раздел понятий и интерпретаций и не участвует ни в одном соотношении.

💎 Смысл правила ровно один: пока величина не измеряется, любой исход опыта с ней совместим — а значит с ней невозможно ошибиться, и потому невозможно и быть правым.

8.2. ПРАВИЛО, ПРИМЕНЁННОЕ К СОБСТВЕННОМУ СЛОВАРЮ

Это самая неудобная таблица тома, и она стоит в теле, а не в примечании.

| Слово | Носитель | Единица | Процедура | Диапазон применимости | Вердикт | |---|---|---|---|---|---| | Степень когерентности | согласованность фаз | безразмерная, 0…1 | интерферометрия | стационарный сигнал; при сильном многократном рассеянии смысл теряется | ✅ допущено | | Время когерентности | то же | с | автокорреляция сигнала | сверху ограничено временем измерения | ✅ допущено | | Длина когерентности | то же | м | рассеяние, ширина рефлекса | 10^{-9}…10^{-3} м; за разрешением прибора не определяется | ✅ допущено | | Резонансная частота | максимум отклика | Гц | частотный свип с регистрацией отклика | линейный отклик; при сильном возбуждении пик смещается | ✅ допущено — как измеренный пик, а не как метафора | | Добротность | острота пика | безразмерная | ширина пика на половине высоты | $Q > 1$; при $Q \lesssim 1$ отклик апериодический, резонанса нет | ✅ допущено | | Барьер | энергия перехода | эВ | температурная серия ≥ 4 точек в окне ≥ 50 градусов (§ 7.2-бис) | 0,3…4 эВ, один канал релаксации; при многоканальности величина эффективная | ✅ допущено (со статусом гл. 7.3) | | R ритм (наше ядро) | периодичность воздействия | Гц | генератор + контроль спектра | полоса генератора; линейный отклик образца | ✅ допущено как параметр входа — § 7.4-бис | | E энергия (наше ядро) | энергия, вводимая в систему | Дж, Вт/м² | измерение мощности, калориметрия | до порога изменения самого образца (нагрев, потеря воды — § 7.2-бис) | ✅ допущено как параметр входа — § 7.4-бис | | I информация (наше ядро) | различимые состояния | бит | счёт энтропии по распределению | не определён: алфавита нет (гл. 9 ①) | 🟡 условно, в соотношения не входит — § 7.4-бис | | G геометрия (наше ядро) | — | — | — | — | ⛔ группа величин,

не величина → раскрывается в параметр решётки, углы, корреляционную длину, топологический заряд — § 7.4-бис | | Порядок | параметр порядка | безразмерная, 0…1 | дифракция, анизотропия | в пределах существования фазы; вне фазы измерять нечего | ✅ допущено | | «Структурировано» | — | нет | нет | — | ⛔ не величина → заменяется на три координаты гл. 6 | | «Вибрация» | — | нет | нет | — | ⛔ не величина → допускается только как частота (Гц) и амплитуда | | «Энергоинформационный» | — | нет | нет | — | ⛔ не величина → остаётся понятием, в соотношения не входит | | «Информационная матрица» | — | нет | нет | — | ⛔ имя объекта, а не величина — см. § 8.3 |

8.2-БИС. ЭТА ТАБЛИЦА ПРОВЕРЯЛА ПО ТРЁМ УСЛОВИЯМ ИЗ ЧЕТЫРЁХ

Найдено при сплошном чтении 12.08.2026; таблица выше — уже исправленная.

Правило § 8.1 требует четырёх условий: носитель · единица · процедура · диапазон применимости. Таблица, которая это правило исполняет, имела колонки носитель · единица · процедура · вердикт. Четвёртого условия в ней не было ни в одной строке — включая четыре строки собственного ядра, внесённые в неё сегодня же: их вписали, не заметив, что колонки нет.

🔴 Разбор без смягчения: из четырёх условий пропущено самое трудное. Носитель, единицу и процедуру назвать легко, это словарная работа. Диапазон требует сказать, где величина перестаёт работать, — то есть ограничить себя. Гейт, который проверяет три лёгких условия и молчит о трудном, выглядит как гейт и им не является.

💎 Что дало заполнение четвёртой колонки, кроме формального закрытия: две строки разошлись на пять.

- «Когерентность» стояла одной строкой с единицами «с, м», хотя её носитель назван как степень

согласованности фаз, а степень безразмерна. В одной строке жили три разные величины: степень (0…1) · время (с) · длина (м).

- «Резонанс» стоял с единицей «Гц, добротность безразмерна» — тоже две величины в одной:

резонансная частота и добротность.

🔑 Это тот же дефект, что нашёлся сегодня в главе о границе книги ②, — несоответствие носителя и единицы. Ловится он только заполнением всех четырёх колонок, и это лучший довод в пользу четвёртой.

🔴 Цена находки, названная сразу: колонка «диапазон» немедленно принесла два ограничения, которых в томе не было, — добротность Q > 1 (ниже неё слово «резонанс» не определено вовсе) и барьер как эффективная величина при многоканальной релаксации. Оба ограничивают нас. Оба нашлись за считанные минуты после того, как в таблице появилось место, куда их обязаны были вписать.

8.3. ОТДЕЛЬНО — О СОБСТВЕННОМ НАЗВАНИИ

Рабочее имя предмета содержит выражение «информационные матрицы». Правило главы применяется к нему без исключения:

«Информационная матрица» — имя класса объектов, а не измеряемая величина. Оно называет, о чём идёт речь, и не входит ни в одно соотношение работы. Всё, что о предмете утверждается количественно, утверждается через координаты главы 6 и параметры главы 7.

🔑 Это не понижение названия, а разведение двух ролей. Имя обязано быть узнаваемым; величина обязана быть измеримой. Беда начинается там, где имя начинают подставлять в формулы — и работа этого не делает нигде.

8.4. ЧТО ПРАВИЛО СПАСАЕТ

⛔ Величина без процедуры делает работу неопровержимой — то есть выводит её из науки, сохраняя научный вид. Именно так гибнет большинство работ этой области: не от ошибки в расчёте, а от того, что расчёт не о чем проверить.

✅ Величина с процедурой позволяет ошибиться. Работа принимает это как цену и считает её низкой.

ГЛАВА 9

ЧТО ТАКОЕ ЗАПИСЬ: СЛЕД, РАЗМЕТКА, ЗАПИСЬ

9.1. ТРИ ВЕЩИ ПОД ОДНИМ СЛОВОМ

Область называет «памятью» три разных явления. Различитель:

Различаются они по двум независимым признакам, и только по ним: было ли состояние задано намеренно и читается ли оно по заранее объявленному правилу. Два признака дают четыре клетки, а не три:

| | не читается по правилу | читается по правилу | |---|---|---| | не задано | След — изменение осталось, читать его никто не умеет: шрам · царапина · мутный слой в стекле | Летопись — никто не задавал, но читать научились: кольца дерева · годичные слои донных отложений · ледяные керны · снежинка (гл. 6) · картина секторов роста

в кристалле | | задано | Разметка — состояние задано намеренно, заданного сообщения из него не считывают: заготовка с нанесённой сеткой · образец, выращенный по заданному режиму | Запись — задано и прочитано третьим лицом по объявленному правилу: штрихкод · магнитный домен · последовательность ДНК |

Здесь была ошибка, и она зеркальна вчерашней. В первой редакции различитель имел три клетки, а кольца дерева стояли в графе «Запись». По нашему же определению запись требует, чтобы состояние было задано — а кольца дерева никто не задавал. Мы поставили в высшую графу пример, который её условию не удовлетворяет.

Вчера в гл. 6 обратное: снежинку — идеальный читаемый след — назвали примером «ничего не хранит». Один и тот же промах с двух сторон: признак «читается» смешивался с признаком «задано».

Разведение признаков дало клетку, которой в различителе не было, и она не пустая — в ней живёт целый класс настоящей науки: дендрохронология, палеоклиматология, ледяные керны. Природа пишет летописи постоянно и не задаёт их никогда. Наука научилась их читать — и это не делает их записями.

🔑 Отсюда точная формула различителя, которой раньше не было: читаемость и заданность — независимы. Читаемое не обязано быть заданным (летопись), заданное не обязано быть читаемым (разметка). Запись — единственная клетка, где выполнено и то, и другое.

9.2. ПЯТЬ УСЛОВИЙ ЗАПИСИ

Чтобы иметь право сказать «здесь записано», нужно пять вещей, не одна и не три:

1. Набор различимых состояний — заранее названо, какие состояния считаются разными. 2. Соответствие, заданное заранее — что

означает каждое состояние, решено до опыта, а не подогнано после. 3. Повторность — один и тот же вход даёт один и тот же результат: в разных образцах, в разные дни, у разных рук. 4. Различение — разные входы дают разные отметины. 5. Считывание третьим лицом — прочитать может тот, кто не знает ответа, по закрытым этикеткам.

🔑 Второе условие кажется формальностью и является самым трудным: именно на нём ломается большинство заявлений о записи в веществе. Пока автор, знающий ответ, узнаёт свою пробу, проверки нет — есть узнавание.

📌 Как пять условий ложатся на две оси § 9.1 — это видно сразу и объясняет, почему их именно пять, а не три и не семь:

| Ось | Условия | Что обеспечивают | |---|---|---| | Заданность | ③ повторность · ④ различение | что вход управляет состоянием воспроизводимо | | Читаемость | ① алфавит · ② соответствие до опыта · ⑤ слепое чтение | что состояние читается кем-то, кроме автора |

🔴 Наш счёт распределён по осям неравномерно, и это диагноз, а не случайность: по оси заданности у нас одно выполненное и одно частичное, по оси читаемости — три невыполненных. Проект силён там, где задаёт условия, и пуст там, где их читает. Программа части V построена именно от этой асимметрии.

9.3. КРИТЕРИЙ, ПРИЛОЖЕННЫЙ К НАШЕМУ ПРЕДМЕТУ

| Условие | Состояние по нашему предмету | Основание | |---|---|---| | ① Алфавит различимых состояний | ⛔ не задан | набор состояний не назван ни в одной работе проекта | | ② Соответствие, объявленное заранее | ⛔ не задано | правила «состояние → значение» не существует | | ③ Повторность | 🟡 частично | воспроизводимость самой кристаллизации известна; воспроизводимость кон-

кретной картины нами не показана | | ④ Различение | ✅ выполнено | разные условия роста дают различимые картины — установленный факт (гл. 3, аномальное двулучепреломление и секторы роста) | | ⑤ Слепое считывание | ⛔ не выполнено | процедуры считывания не существует |

Итог: одно условие из пяти выполнено полностью, одно частично. Корректный термин для достигнутого состояния — разметка, но не запись. Слово «запись» в применении к нашему предмету в томе не употребляется ни разу, кроме как в этом разборе.

📌 Где мы стоим на решётке § 9.1 — и куда можем сдвинуться. Наш предмет — в клетке «задано, не читается»: образец выращивается по заданному режиму, правила чтения нет. Это отличает его от природных летописей: у колец дерева и ледяного керна есть читатель, но нет задающего, у нас — наоборот.

🔴 Отсюда честное следствие, которое стоит держать в уме всей программе: сдвиг из разметки в запись возможен только по оси читаемости — закрытием условий ①, ② и ⑤. Никакое улучшение задающей части (более точный режим роста, более чистое вещество, более тонкий контроль условий) статус не повышает: оно укрепляет ту ось, где у нас и так лучше всего.

💎 Это и есть практическая польза от разведения двух признаков: оно показывает, что работать надо не там, где мы умеем, а там, где пусто.

💎 Это понижение статуса сделано нами и до оппонента. Работа, содержащая собственное понижение, читается иначе, чем работа, которую понизили снаружи: во второй понижение — вывод проверяющего, в первой — метод автора.

9.4. СИММЕТРИЧНЫЙ ПРЕДЕЛ — ЧТОБЫ ПОНИЖЕНИЕ НЕ ПРОЧЛИ КАК ОТКАЗ

🔴 Отсутствие доказательства не есть доказательство отсутствия. Из того, что пять условий сегодня не выполнены, не следует, что они невыполнимы: не выполнены — значит не выполнены, и названо, чего именно не хватает.

Но бремя лежит на утверждающем, и работа берёт его на себя целиком: программа части V построена так, чтобы закрывать условия ①, ②, ⑤ по одному, в объявленном порядке, с заранее названными порогами засчёта.

9.5. ЧТО ЧАСТЬ II ДАЁТ ОСТАЛЬНОМУ ТОМУ

| Глава | Что дала | Куда идёт | |---|---|---| | 6 | четыре координаты — язык всех утверждений о порядке | часть III целиком | | 7 | барьер и способ его измерить, с двумя оговорками о нём | гл. 10, 20 | | 8 | правило допуска величины; собственный словарь просеян | весь том и витрина | | 9 | пять условий записи; наш статус — разметка | гл. 14, часть V |

🔴 Чего в части II нет: ни одного нашего измерения · ни одного утверждения об эффекте · ни одного «доказано».

💎 Часть II — это место, где работа отдаёт оппоненту весь инструмент, которым её можно опрокинуть, и делает это раньше, чем он его попросит. Расчёт простой: инструмент, отданный первым, перестаёт быть оружием и становится общим языком.

ГЛАВА 10

БАРЬЕР И ВРЕМЯ ЖИЗНИ: УЗКАЯ ПОЛОСА

10.1. ВОПРОС, КОТОРЫЙ ОБЫЧНО НЕ ЗАДАЮТ

Утверждение «вещество сохраняет состояние некоторое время» встречается в литературе о памяти среды постоянно и почти всегда без числа. Между тем в физике конденсированного состояния это утверждение имеет точный смысл и точную цену.

Состояние, отделённое от равновесия энергетическим барьером, живёт тем дольше, чем выше барьер по сравнению с тепловым шумом. Зависимость известна с начала XX века и записывается соотношением аррениусовского типа:

$$\tau = \tau_0 \exp\!\left(\frac{E_a}{kT}\right)$$

где τ — время жизни состояния, E_a — высота барьера, k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура, а τ_0 — характерное время попытки, для твердотельных систем принимаемое равным периоду колебаний решётки, $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с.

При комнатной температуре ($T = 300$ K) тепловой масштаб составляет

$$kT = 0{,}0259\ \text{эВ}.$$

Дальнейшее в этой главе — следствия одной этой формулы. Ни одного экспериментального результата здесь нет, и он не требуется: всё воспроизводится калькулятором за две минуты.

10.2. ОПОРНАЯ ШКАЛА

| Барьер E_a, эВ | E_a/kT | Время жизни τ (300 K) | |---|---|---| | 0,026 (сам тепловой масштаб) | 1 | ~10^{-13} с — состояние не удерживается | | 0,2 (энергия одной водородной связи) | 7,7 | ≈ $2 \cdot 10^{-10}$ с | [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок]

Каждая строка получена подстановкой в формулу § 10.1. Источник энергий связей — справочная химия; источник kT — постоянная Больцмана.

10.2-БИС. ДВЕ ОГОВОРКИ К ТАБЛИЦЕ, БЕЗ КОТОРЫХ ЕЁ ЧИТАЮТ НЕВЕРНО

Внесены при сплошном чтении 12.08.2026.

① Последняя строка — не «геологические времена», а бессмыслица, и так и надо сказать. 🟫 При 4,0 эВ формула даёт ≈ 10^{46} лет: возраст Вселенной короче этого числа на тридцать шесть порядков. Такое значение не является предсказанием — оно означает лишь, что в этой области формула перестаёт что-либо описывать: задолго до срока сработают другие каналы распада состояния, разрушится сам образец, изменятся условия. 🔑 Правило, которое из этого следует и действует по всему тому: число, превосходящее время существования предмета, не публикуется как время жизни — публикуется утверждение «выше порога измеримости».

② Вся таблица посчитана при 300 K — это комната, а не тело. Разница в десять градусов кажется мелочью и таковой не является:

| Барьер | τ при 300 K | τ при 310 K | Во сколько короче | |---|---|---|---| | 1,0 эВ | ≈ 2 часа | ≈ 35 минут | в 3,5 раза | | 1,2 эВ | ≈ полгода | ≈

37 суток | в 4,5 раза | | 1,4 эВ | ≈ 10^3 лет | ≈ 180 лет | в 5,7 раза |

Поправка 12.08.2026, третья за день — пришла из главы 14 при пересчёте её собственных сроков. В первой строке стояло «в 3,2 раза». Множитель считается точно и от округлений не зависит: $\exp\!\left[E_a\left(\frac{1}{kT_{300}}-\frac{1}{kT_{310}}\right)\right]$, при $E_a = 1{,}0$ эВ это $\exp(1{,}25) = 3{,}5$. Значение 3,2 не следует ни из формулы, ни из соседней строки таблицы (2 часа → 35 минут — это 3,4). Ошибка была в нашу пользу: она преуменьшала проигрыш при переходе к температуре тела. Строка 1,2 эВ добавлена — именно её требует глава 14, и до сих пор её приходилось считать на месте.

🔴 Для предмета, о котором говорит работа, рабочей температурой является не комнатная. Поэтому всюду, где время жизни называется применительно к живой среде, оно обязано пересчитываться на 310 K, а не браться из этой таблицы. Пересчёт всегда против нас: при температуре тела любое состояние живёт в разы меньше, чем в лаборатории.

Поправка 12.08.2026, вторая за день, сделана при сборке приложения В. Две строки не сходились с собственной формулой: 1,2 эВ давало «≈ 1 год» вместо $1{,}45\cdot10^7$ с ≈ 0,46 года — завышение вдвое в нашу пользу; 2,0 эВ давало «≈ 10^{10} лет» вместо ≈ $1{,}3\cdot10^{13}$ лет. Обе строки пересчитаны, зависимые формулировки в семи файлах приведены. Отношение соседних ступеней (≈ $2{,}2\cdot10^3$ на 0,2 эВ) верно и не менялось — узость полосы, то есть суть открытия, не затронута.

10.3. ПЕРВОЕ СЛЕДСТВИЕ: ПОЛОСА УЗКА

Обратим внимание на середину таблицы. Всё, что имеет практический смысл для хранения — от секунд до тысячелетий, — лежит между 0,8 и 1,4 эВ.

$$\Delta E_a \approx 0{,}6\ \text{эВ}.$$

Шесть десятых электронвольта отделяют состояние, исчезающее на глазах, от состояния, переживающего цивилизации. Вне этой полосы выбора нет: ниже 0,8 эВ состояние не годится для хранения, выше 2 эВ время жизни превосходит любые сроки, и различие между «долго» и «вечно» перестаёт быть физическим.

Исправлено при вычитке 12.08. Здесь стояло: «ниже 0,5 эВ состояние не наблюдается доступными методами». Это неверно, и ошибка была в нашу пользу — она сужала полосу и делала вывод эффектнее. Барьер 0,5 эВ отвечает времени жизни $\approx 2 \cdot 10^{-5}$ с, то есть двадцати микросекундам, а релаксационные методы уверенно работают от пикосекунд: диэлектрическая спектроскопия, ЯМР-релаксация, времяразрешённая оптика видят весь этот диапазон и много ниже.

И это не просто поправка — это довод за метод главы 7. Именно потому, что быстрая область прекрасно наблюдаема, барьер можно измерить за часы вместо года: температурная серия уводит состояние в область коротких времён, где оно доступно прибору, и барьер извлекается из наклона. Непригодность для хранения и ненаблюдаемость — разные вещи, и смешивать их нельзя именно нам.

Отсюда прямое требование к языку. Формулировка «состояние сохраняется некоторое время» не содержит утверждения: почти весь диапазон возможных барьеров даёт либо «ненаблюдаемо быстро», либо «дольше эксперимента». Промежуточный режим существует, но требует настройки барьера с точностью до десятых долей электронвольта, и о нём нельзя говорить, не назвав числа.

10.4. ВТОРОЕ СЛЕДСТВИЕ: ЦЕНА ШАГА НИЧТОЖНА

Внутри полосы чувствительность экстремальна. Шаг в 0,2 эВ — величина порядка энергии одной водородной связи (справочный разброс для водородных связей в воде — 0,1…0,4 эВ, 0,2 эВ типичное) — умножает время жизни на

$$\exp\!\left(\frac{0{,}2}{0{,}0259}\right) \approx 2{,}2 \cdot 10^{3}.$$

Две тысячи раз за одну водородную связь. По таблице § 10.2 это видно прямо: 1,0 эВ даёт два часа, 1,2 эВ — около полугода.

Шаг в 0,4 эВ даёт множитель $\approx 5 \cdot 10^{6}$ — от двух часов до тысячи лет.

💎 Здесь становится понятно то, что в этой области выглядит как спор о мнениях. Два наблюдателя, работающие с системами, различающимися на одну водородную связь, видят несовместимые картины: один — «ничего не сохраняется», другой — «сохраняется устойчиво». Оба правы. Они стоят по разные стороны узкой полосы, и различие между их системами меньше, чем точность, с которой они эти системы описывают.

10.5. ТРЕТЬЕ СЛЕДСТВИЕ: ЧЕГО НОСИТЕЛЕМ БЫТЬ НЕ МОЖЕТ

Соотношение § 10.1 работает и как запрет. Подставим энергию водородной связи:

$$E_a \approx 0{,}2\ \text{эВ} \quad \Rightarrow \quad \tau \approx 2 \cdot 10^{-10}\ \text{с}.$$

Две десятых наносекунды.

📌 Это верхняя оценка, и её следует читать именно так. Значение $\tau_0 = 10^{-13}$ с взято для твердотельных систем (§ 10.1); прямые измерения перестройки сетки водородных связей в жидкости дают времена на два порядка меньше — единицы пикосекунд. Рас-

хождение усиливает вывод ниже, а не ослабляет его: реальный носитель живёт ещё короче расчётного. Разбор — гл. 13, § 13.3.

Следовательно, сетка водородных связей исключается как носитель долговременной записи — и не по соображениям правдоподобия, а количественно. Любая модель, в которой состояние хранится конфигурацией водородных связей при комнатной температуре, обязана объяснить расхождение на семнадцать порядков между требуемым временем и полученным.

Этот запрет бьёт по гипотезам, удобным настоящей работе. Водная подсистема аквагидратов — как раз сетка водородных связей, и соблазн объяснить хранение через неё максимален. Расчёт этот путь закрывает. Он приводится в главе первым, а не в примечании, потому что работа, которая исключает собственное удобное объяснение, проверяема иначе, чем работа, которая его сохраняет.

Что остаётся возможным (и разбирается в главах 11–16): барьеры, связанные с реориентацией структурных групп, закреплением дефектов, границами фаз и топологией ориентационного порядка, — то есть носители, для которых 1,0–1,4 эВ является нормальным, а не исключительным значением.

10.6. ПОПРАВКА К СОБСТВЕННОМУ РЕЗУЛЬТАТУ

Настоящая глава исправляет арифметическую ошибку в прежней формулировке нашего же результата, и мы приводим её полностью.

Как было записано: «изменение барьера на 0,2 эВ меняет время жизни состояния от двух часов до полутора тысяч лет»; в другом месте — «на семь порядков».

Что неверно. Оба утверждения относятся к шагу 0,4 эВ, а не 0,2. По нашей же опорной таблице, стоявшей на той же странице: два часа

отвечают 1,0 эВ, тысячелетия — 1,4 эВ. Шаг 0,2 эВ даёт множитель $2{,}2 \cdot 10^{3}$, то есть три с небольшим порядка, а не семь.

Почему ошибка возникла. Таблица была посчитана верно, а словесный вывод под ней взял крайние строки, пропустив одну промежуточную. Это типовой дефект: считает формула, обобщает человек.

Почему она нашлась. Утверждение было построено так, что проверяется за две минуты калькулятором. Свойство, которое мы предъявляем как достоинство работы, сработало против нашей же формулировки — и это лучшее подтверждение того, что оно настоящее. Число, которое нельзя проверить, не бывает ни ошибочным, ни верным; оно бывает только заявленным.

Что изменилось по существу. Ничего. Полоса узка — это и есть содержание результата; узость теперь названа точным числом (0,6 эВ), а чувствительность — точным множителем ($2{\cdot}10^3$ на 0,2 эВ). Запрет на водородную связь как носитель долговременной записи не затронут: он опирается на отдельную подстановку § 10.5, где ошибки не было.

10.7. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Всё сказанное относится к одному барьеру и одному каналу релаксации. Реальная система имеет их множество, и наблюдаемое время жизни определяется самым быстрым каналом, а не самым медленным. Поэтому:

- расчёт даёт необходимое условие устойчивости, но не достаточное: барьер нужной высоты

обязателен, однако его наличие не гарантирует, что состояние не уйдёт другим путём;

- многобарьерные и кооперативные процессы (согласованное движение групп, фазовые переходы)

описываются той же формулой лишь по порядку величины, с эффективным барьером;

- значение $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с — оценка, и её изменение на порядок сдвигает вычисленное

время жизни на порядок, не меняя выводов о ширине полосы, поскольку сдвигает всю шкалу целиком.

🔴 И главное ограничение: высоту барьера в нашем веществе мы не измеряли. Глава задаёт требование, а не сообщает результат. Как измерить барьер, не выжидая время удержания, — глава 20.

10.8. РАЗВИЛКА: ЧЕМ ЕЩЁ МОЖЕТ ДЕРЖАТЬСЯ СОСТОЯНИЕ

Параграф внесён 12.08.2026 по прямому решению автора, после его же вопроса: не сузили ли мы рамку, сведя всю задачу к барьеру. Ответ: сузили, и вот в каком месте.

10.8.1. ДОПУЩЕНИЕ, КОТОРОЕ ДО СИХ ПОР НЕ БЫЛО НАЗВАНО ДОПУЩЕНИЕМ

Всё предыдущее в этой главе опирается на одну посылку: состояние удерживается высотой энергетического барьера. Посылка не следует ни из чего в главах 1–9. Она была внесена вместе с формулой § 10.1 и работала как закон, хотя является выбором модели.

Между тем удержание состояния бывает по меньшей мере четырёх родов, и высота барьера — только первый из них.

| | Механизм | Чем держится | Что требуется от вещества | |---|---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | ② | Топологический | невозможностью перевести состояние в другое непрерывно |

наличие упорядоченной фазы с параметром порядка | | ③ | Потоковый | непрерывным притоком энергии извне | названный источник потока | | ④ | Коллективный | избыточностью: единичный элемент нестабилен, ансамбль устойчив | оценка числа элементов и статистики отказов |

10.8.2. ПОЧЕМУ ВТОРОЙ МЕХАНИЗМ ОСОБЕННО ВАЖЕН — И ПОЧЕМУ ОН СЧИТАЕТСЯ ИНАЧЕ

Топологическая защита не требует высокого барьера на элементарный акт. Она берёт цену не с одной частицы, а со всей протяжённости дефекта сразу.

Считается это без всякой экзотики. Энергия линейного дефекта решётки на единицу длины:

$$\frac{E}{L} \approx \frac{\mu b^{2}}{4\pi}\,\ln\!\frac{R}{r_c}$$

где μ — модуль сдвига, b — вектор Бюргерса, R и r_c — внешний и внутренний радиусы обрезания.

Подстановка по порядку величины ($\mu \approx 10$ ГПа, $b \approx 1$ нм, $\ln(R/r_c) \approx 7$) даёт $E/L \approx 5{,}5 \cdot 10^{-9}$ Дж/м. Для дефекта длиной один микрон:

$$E \approx 5{,}5 \cdot 10^{-15}\ \text{Дж} \approx 3{,}4 \cdot 10^{4}\ \text{эВ} \approx 10^{6}\,kT.$$

Сравним с барьерной шкалой § 10.2, где рабочая полоса составляет 30…54 kT.

Разница не в высоте, а в способе набора цены. Барьерный механизм требует, чтобы дорого стоил один элементарный акт; топологический не требует этого вовсе — он делает дорогим исчезновение состояния целиком, потому что платить приходится сразу за всю длину дефекта.

Вывод устойчив к незнанию точного числа. Модуль сдвига нашего вещества мы не подставляли из справочника — взят порядок величины, типичный для ионных кристаллов. Даже при $\mu = 1$ ГПа и $b = 0{,}5$ нм результат остаётся порядка $10^{4}\,kT$, то есть на два-три порядка выше любой строки барьерной таблицы. Точные упругие постоянные этого кристалла измерены в литературе ультразвуковыми и бриллюэновскими методами; ? у нас их численных значений нет, и до подстановки число публикуется только как оценка порядка величины.

Тот же механизм в мягком веществе даёт числа на много порядков меньше — упругие постоянные мезофаз составляют единицы пиконьютонов (для типичного нематика 6,4 · 4 · 10,1 пН), — и тем не менее его хватает: бистабильные жидкокристаллические ячейки держат состояние без питания вообще. Это работающая техника, а не гипотеза (гл. 16).

10.8.3. ЧТО ЭТО МЕНЯЕТ ДЛЯ НАШЕГО ПРЕДМЕТА

1. Барьерная линия не отменяется — она остаётся первой и наиболее проработанной. 2. Она перестаёт быть единственной. Глава 16 части IV описывает топологическую память как установленную физику; до сих пор часть III о ней не знала, и хранение считалось в томе одним способом. 3. Условие опровержения переформулируется адресно. Прежняя формула «барьер ниже 0,8 эВ хоронит гипотезу» неверна как общая: она хоронит барьерную модель, а не предмет. Каждый механизм получает собственный порог — иначе опровержение одной модели будет прочитано как опровержение всей работы, а это подмена.

10.8.4. ПОРОГИ, ОБЪЯВЛЕННЫЕ ДО ОПЫТА

| Механизм | Засчитывается как подтверждение | Что хоронит | |---|---|---|---| | ① барьерный | измеренная энергия активации в полосе

0,8…1,4 эВ | значение ниже 0,8 эВ | | ② топологический | воспроизводимо различимые состояния параметра порядка, сохраняющиеся без внешнего поля, с расчётной ценой перехода ≥ 10^3 kT | отсутствие упорядоченной фазы либо цена перехода ниже 10^2 kT | | ③ потоковый | названный источник потока и гибель состояния при его отключении | состояние не зависит от потока | | ④ коллективный | зависимость времени жизни от размера ансамбля | независимость от размера |

🔴 Пороги объявлены до измерений, все четыре сразу, и переписыванию по результату не подлежат.

Дополнено вечером 12.08 при чтении гл. 16 — закрыт молчащий промежуток. У механизма ② порог засчёта ($\ge 10^{3}\,kT$) и порог опровержения ($< 10^{2}\,kT$) не смыкаются, и о полосе между ними таблица не говорила ничего. Такая щель обесценивает объявление порогов: в неё помещается любое толкование в свою пользу. Полоса $10^{2}…10^{3}\,kT$ называется зоной «не засчитано и не опровергнуто»; попадание в неё требует повторной серии с уточнёнными упругими постоянными либо прямого признания, что механизм неразличим на имеющейся точности. То же правило распространяется на любой будущий порог тома: пороги обязаны либо смыкаться, либо иметь названную зону неопределённости.

Проверка остальных трёх по этому правилу — и у первого щель тоже нашлась, сверху. У механизма ① засчёт объявлен «в полосе 0,8…1,4 эВ», опровержение — «ниже 0,8». Значение выше 1,4 эВ не подпадало ни подо что. Устраняется без всякой натяжки: засчёт механизма ① — измеренная энергия активации $\ge 0{,}8$ эВ; верхняя граница 1,4 эВ относится к практическому смыслу хранения (§ 10.3), а не к засчёту механизма. Барьер выше 1,4 эВ подтверждает механизм и создаёт другую задачу — состояние становится трудно переключаемым, и это идёт в предел, а не в опровержение. Меха-

низмы ③ и ④ сформулированы через «есть зависимость / нет зависимости» и смыкаются по построению; щели у них нет.

10.8.5. ПРЕДЕЛ РАЗВИЛКИ — ЧТОБЫ ОНА НЕ СТАЛА ЛАЗЕЙКОЙ

Расширение списка механизмов не смягчает ни одного из пяти условий записи (гл. 9). Топологически защищённое состояние — по-прежнему разметка, а не запись: у него нет ни алфавита, ни процедуры чтения по адресу. Механизм отвечает на вопрос «чем держится», и ни один механизм не отвечает на вопрос «что означает».

🔴 И вторая честная граница: топологическая защита запрещает состоянию исчезнуть, но не запрещает ему переместиться. Барьер движения дефекта в решётке несопоставимо ниже цены его рождения, поэтому конфигурация может дрейфовать, оставаясь топологически той же. Для носителя, у которого значение приписано месту, это отдельная угроза, и она заносится в программу проверки наравне с остальными.

ГЛАВА 11

СКОЛЬКО СТОИТ ОДИН БИТ

11.1. ДВЕ ВЕЛИЧИНЫ, КОТОРЫЕ ОКАЗАЛИСЬ ОДНОЙ

В физике информации есть предел, установленный Ландауэром: необратимое стирание одного бита в среде с температурой T требует затраты не менее

$$E_{\min} = kT \ln 2.$$

При $T = 300$ K:

$$kT = 0{,}0259\ \text{эВ}, \qquad E_{\min} = 0{,}0259 \times 0{,}693 = 0{,}0179 \approx 0{,}018\ \text{эВ},$$

что в единицах энергии составляет $\approx 2{,}9 \cdot 10^{-21}$ Дж.

В физике конденсированного состояния независимо существует другая величина — тепловой масштаб kT, определяющий, какое состояние среда разрушит самопроизвольно. Всё, что удерживается барьером порядка kT, живёт время порядка периода колебаний решётки (гл. 10).

🔑 Наблюдение, составляющее содержание главы: это одна и та же величина в двух ролях. Множитель $\ln 2 \approx 0{,}693$ — единственное, что их разделяет.

| Роль | Величина при 300 K | Что назначает | |---|---|---| | Цена информации | $kT\ln 2 = 0{,}018$ эВ | минимальную стоимость необратимого стирания бита | | Порог устойчивости | $kT = 0{,}026$ эВ | уровень, ниже которого среда стирает состояние сама |

Оба положения известны десятилетиями. Поставлены рядом как одна величина в двух ролях они, насколько нам известно, не были — и это утверждение о нашей работе, опровергаемое предъявлением более ранней публикации с тем же сопоставлением.

Статус этого заявления — кандидатский, и назван он здесь по горькому опыту того же дня. Точно так же звучало наше заявление о водном числе — «никто не сопоставлял воду в кристалле с жидкой водой по объёму», — и литературная проверка 12.08 его сняла: сопоставление уже стояло в литературе. Поэтому строка выше держится ровно до профильного обзора по физике информации, а «мы первыми» не утверждается ни здесь, ни на витрине. Долг записан в приложение Е тома (реестр открытых долгов).

11.1-БИС. ПРИ КАКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ СЧИТАНА ЦЕНА БИТА

Все числа этого параграфа получены при 300 K. Для среды с температурой тела:

| | 300 K | 310 K | |---|---|---| | Тепловой масштаб kT | 0,0259 эВ | 0,0267 эВ | | Цена бита kT·ln2 | 0,0179 эВ | 0,0185 эВ |

Разница мала и работает против нас дважды: в тёплой среде бит стоит дороже, а барьер, удерживающий состояние, — ниже относительно шума. Всюду, где речь о живой среде, берётся вторая колонка.

11.2. ЧТО ИЗ ЭТОГО СЛЕДУЕТ

① Тепловой шум перестаёт быть только помехой. В одной роли он — то, что портит запись; в другой — то, чем за запись платят. Среда, в которой ничего не стирается самопроизвольно, одновременно является средой, в которой стирание дорого; дешёвая запись и долгая память — термодинамически противоположные требования, а не независимые пожелания.

② Требование к любой модели записи. Оно формулируется одной строкой и адресовано всем, включая настоящую работу:

Назови барьер, существенно превышающий kT, — или не говори о записи.

«Существенно» здесь имеет численный смысл из гл. 10: коэффициент $\exp(E_a/kT)$ должен быть достаточен для требуемого времени удержания.  Для года при 300 K это $E_a \approx 1{,}21$ эВ, то есть примерно в 47 раз выше теплового масштаба.

Уточнено при вычитке 12.08, и уточнение содержательно. Здесь стояло «для года — 1,2 эВ». По опорной таблице гл. 10 значение 1,2 эВ даёт $1{,}45 \cdot 10^{7}$ с, то есть около полугода; год требует 1,21 эВ. Раз-

ница — одна сотая электронвольта, и она меняет ответ вдвое. Это не придирка к округлению, а иллюстрация самой теоремы узкой полосы: в области, где работает носитель, вторая цифра после запятой уже является физикой. Оставленное «1,2 эВ = год» противоречило бы нашей же таблице через одну главу.

③ Границы применимости. Предел Ландауэра относится к необратимому стиранию и задаёт нижнюю границу. Он не утверждает, что запись в системе существует, и не запрещает обратимых операций с меньшими затратами. Опровержение сформулировано: указать режим записи, в котором стоимость бита не связана с температурной шкалой среды.

11.3. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Расчёт говорит о стоимости и устойчивости, а не о наличии носителя, алфавита или процедуры считывания. Из того, что бит дёшев, не следует, что он записан; из того, что среда его не стирает, не следует, что там есть что стирать. Эти два вопроса разделены и разбираются в гл. 12.

ГЛАВА 12

ПОТОЛОК ЁМКОСТИ — И ЕГО ОБВАЛ

12.1. СКОЛЬКО УПОРЯДОЧЕННЫХ МЕСТ В КУБИЧЕСКОМ САНТИМЕТРЕ

Для кубической решётки рассматриваемого класса параметр ячейки $a \approx 12{,}16$ Å $= 12{,}16 \cdot 10^{-8}$ см (справочные структурные данные). Объём одной ячейки:

$$V_{\text{яч}} = a^3 = (12{,}16 \cdot 10^{-8})^3 \approx 1{,}80 \cdot 10^{-21}\ \text{см}^3.$$

Число ячеек в кубическом сантиметре:

$$N = \frac{1}{1{,}80 \cdot 10^{-21}} \approx 5{,}6 \cdot 10^{20}.$$

Если бы каждая ячейка несла один бит:

$$C = \frac{5{,}6 \cdot 10^{20}}{8} = 7 \cdot 10^{19}\ \text{байт} = 70\ \text{эксабайт на см}^3.$$

Бытовой якорь объёма — кусочек сахара.

🔴 Предположение «один бит на ячейку» названо явно и не обосновано ничем, кроме удобства оценки. Оно завышает результат: реально различимое состояние требует, как правило, коллектива ячеек. Поэтому число употребляется только как граница сверху.

12.2. ЦЕНА ПОЛНОГО СТИРАНИЯ — И ПОПРАВКА К НАШЕМУ РЕЕСТРУ

Перемножив число мест на цену бита из гл. 11:

$$E_{\text{полн}} = 5{,}6 \cdot 10^{20} \times 2{,}9 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж} \approx 1{,}6\ \text{Дж}.$$

🧱 Порядок величины — энергия подъёма стакана воды (250 г) на 65 сантиметров: со стола на уровень глаз.

Исправлено при вычитке 12.08. Стояло «на десяток сантиметров». Прямой счёт h = E/mg = 1,6 / (0,25 × 9,81) даёт 0,65 м, то есть якорь занижал высоту в шесть с лишним раз — и занижал в нашу пользу, делая энергию нагляднее ничтожной. Бытовое сравнение обязано считаться так же, как физическая величина: оно попадает читателю в память вернее, чем число.

Поправка 12.08.2026. В реестре открытий эта величина стояла как «около 1,5 джоуля». Прямое перемножение даёт 1,62 Дж; расхождение невелико, но оно возникло от округления в неверную сторону

— вниз, то есть в пользу более «круглого» числа. Приведено к расчёту. Правило, которое из этого следует и принимается в томе: округление всегда против нас — величины, работающие на нашу позицию, округляются в сторону уменьшения, ограничивающие нас — в сторону увеличения.

💎 Смысл этого числа противоположен ожидаемому. Колоссальная информационная ёмкость стоит смехотворно мало энергии — и отсюда следует запрет: объяснять наблюдаемые эффекты переносом энергии в такой системе нельзя. Энергии там ничтожно мало. Если эффект существует, его носителем является организация, а не энергия.

12.3. ОБВАЛ: ЧЕМ ЧИТАТЬ

Всё сказанное относится к ёмкости. Между ёмкостью и информацией лежит то, чего у нас нет:

1. алфавит — какие различимые состояния ячейки или коллектива ячеек кодируют символы; 2. адресация — как обратиться к выбранному месту, а не к образцу в целом; 3. процедура считывания — неразрушающая, воспроизводимая, с оценкой ошибки; 4. процедура записи — задающая состояние выбранного места, а не всего объёма сразу.

Ни один из четырёх пунктов в настоящей работе не решён. Мы не располагаем способом ни записать по ячейкам, ни прочитать по ячейкам.

🔑 Формулировка, к которой это сводится:

Ёмкость — свойство носителя. Информация — свойство того, кто умеет читать. Диск без разъёма хранит ноль бит.

12.4. ПОЧЕМУ ЭТО ЧИСЛО ВООБЩЕ МОЖНО ПУБЛИКОВАТЬ

Оценка сверху неуязвима именно потому, что ничего не утверждает о решении задачи. Она сообщает одно: природа задачу не запрещает — 📐 плотность мест по порядку величины на четыре-пять порядков превышает достигнутое в полупроводниковой записи (оценка, взята консервативно: прямое сравнение объёмных плотностей даёт больше). И тут же сообщает второе: у нас нет ни алфавита, ни считывания.

🥇 Мы публикуем потолок вместе с признанием, что читать нечем, и это единственная конструкция, в которой такое число не является заявлением о нашем превосходстве. Число без второй половины работало бы против нас у первого внимательного читателя.

12.5. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Верхняя граница ёмкости получена из геометрии решётки и не зависит от того, что происходит в веществе. Она не учитывает: необходимость коллективного состояния для различимости, взаимодействие соседних мест, деградацию при считывании, шум. Каждая из четырёх поправок уменьшает результат, и ни одна не увеличивает — поэтому 70 эксабайт остаются потолком при любом уточнении.

ГЛАВА 13

ЛЕСТНИЦА ВРЕМЁН: ДВАДЦАТЬ ПЯТЬ ПОРЯДКОВ

13.1. ПОЧЕМУ СПОР О ПАМЯТИ ВОДЫ НЕРАЗРЕШИМ В ТОЙ ФОРМЕ, В КАКОЙ ОН ВЕДЁТСЯ

Вопрос «обладает ли вода памятью» обсуждается более трёх десятилетий и не имеет ответа не потому, что данных мало, а потому,

что в нём пропущено уточнение носителя. В водной и водно-минеральной среде одновременно существует несколько физически различных подсистем, каждая со своим временем жизни, и эти времена различаются на десятки порядков.

Утверждение «памяти нет» верно для одной подсистемы. Утверждение «память есть» верно для другой. Обе стороны говорят правду о своей ступени и ничего — об остальных.

13.2. ЛЕСТНИЦА

Каждая ступень — изученный носитель с опубликованными временами. Порядок снизу вверх.

| # | Носитель | Характерное время | Статус | |---|---|---|---| | 1 | Сетка водородных связей в объёмной воде | ~10^{-12} с (пикосекунды) | 🟢 измерено | | 2 | Вода первой координационной сферы иона | от пикосекунд до секунд — в зависимости от иона | 🟢 измерено | | 3 | Растворённые газы и микропузырьки | минуты — сутки | 🟢 | | 4 | Вода у границы раздела фаз | много дольше, чем в объёме; величина обсуждается | 🟡 фронтир | | 5 | Примеси и ионный состав | практически неограниченно | 🟢 | | 6 | Клатратные каркасы | часы — геологические эпохи, пока присутствует гость | 🟢 | | 7 | Жидкокристаллические фазы | пока держится фаза: часы, дни, время жизни клетки | 🟢 | | 8 | Дефекты твёрдой решётки | годы | 🟢 | | 9 | Зональность минерала | 10^{8} лет | 🟢 |

Размах шкалы. От 10^{-12} с до 10^{8} лет $= 3{,}15 \cdot 10^{15}$ с:

$$\frac{3{,}15 \cdot 10^{15}}{10^{-12}} \approx 3 \cdot 10^{27},$$

то есть более двадцати семи порядков. В реестре открытий заявлено «не менее двадцати пяти» — формулировка сознательно осторожнее расчёта, и мы её не повышаем: заявление, устойчивое к лю-

бому уточнению границ, ценнее заявления, точного при одном наборе допущений.

13.3. ЧТО ДАЁТ ЛЕСТНИЦА

① Вопрос переформулирован. Вместо «помнит ли вода» — «какой носитель и на сколько». В такой форме вопрос имеет определённый ответ по каждой ступени, и ответ этот проверяем.

② Ступень 1 закрывает наиболее обсуждаемую гипотезу. Структура самой воды живёт пикосекунды. Долговременная запись в сетке водородных связей исключена — и мы заявляем это сами, не дожидаясь возражения.

Здесь стояло слово «согласуется», и оно было неверным. Поправка внесена при сплошном чтении 12.08.2026. Прежняя редакция гласила: «структура самой воды живёт пикосекунды (и это согласуется с расчётом гл. 10: барьер водородной связи 0,2 эВ даёт $2 \cdot 10^{-10}$ с)». Две десятых наносекунды — это 200 пикосекунд, а измеренные времена перестройки сетки водородных связей относятся к единицам пикосекунд. Расхождение — два порядка, и называть его согласием нельзя.

Откуда оно берётся. Глава 10 сама указывает причину в § 10.1 и § 10.7: значение $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с взято как период колебаний решётки твёрдого тела, и его сдвиг на порядок двигает результат на порядок. Для жидкости эта подстановка неправомерна дважды: предэкспонента подвижной среды короче твердотельной, а перестройка связи в сетке идёт кооперативно — соседи участвуют, и эффективный барьер элементарного акта ниже энергии самой связи. При $\tau_0 = 10^{-13}$ с время 10^{-12} с отвечает эффективному барьеру $kT\ln 10 \approx 0{,}06$ эВ, а не 0,2 эВ.

Существенно направление ошибки: она была против нашего вывода, а не за него. Измерение даёт время короче расчётного, то есть сетка водородных связей исключается как носитель долговременной записи строже, чем следовало из нашей же оценки. Формулировка исправлена не потому, что вывод пошатнулся, а потому, что сходство двух чисел было объявлено там, где его нет.

Как правильно: расчёт § 10.5 даёт верхнюю оценку времени жизни конфигурации водородных связей — $2 \cdot 10^{-10}$ с; прямое измерение даёт величину на два порядка меньше. Обе величины ничтожны против любого срока хранения, и запрет ступени 1 опирается на любую из них.

③ Ступени 5–9 показывают, где искать осмысленно. Скучнейший носитель — ионный состав — одновременно самый надёжный: то, что попало в среду, остаётся в ней, пока его не уберут.

🔑 Лестница полезна прежде всего тем, что отсекает — она показывает, где носитель искать бессмысленно. Список не объявляется закрытым: возможны носители, не вошедшие в него. Утверждается другое: тот, кто заявляет носитель, обязан его назвать.

13.4. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Времена ступеней взяты из литературы для модельных систем и различаются между конкретными веществами, ионами и условиями. Шкала даёт порядки, а не значения для нашего образца: собственных измерений времён релаксации у нас нет ни на одной ступени.

ГЛАВА 14

ПАМЯТЬ И ПРИСУТСТВИЕ

14.1. РАЗЛИЧИЕ, СНИМАЮЩЕЕ ПОЛОВИНУ СПОРОВ

Слово «память» в этой области покрывает два явления, которые ведут себя противоположно.

Память — след, остающийся после исчезновения причины. Присутствие — порядок, существующий вместе с причиной.

Различие не терминологическое. Оно экспериментальное: два режима дают противоположные предсказания в независимых измерениях.

| Проверка | Если это память | Если это присутствие | |---|---|---| | Удалить внесённое вещество (ионообмен, сорбция, фильтрация) | эффект сохраняется | эффект исчезает вместе с веществом | | Разбавить ниже порога обнаружения вещества | эффект сохраняется | эффект пропадает и не восстанавливается | | Выждать время, много большее времени жизни подсистемы | эффект сохраняется | эффект уходит по своему времени |

🔑 Ни одна из трёх проверок не требует новой аппаратуры или новой физики. Это обычные процедуры, и они разводят два режима однозначно.

14.2. РАСЧЁТНЫЙ КОРИДОР: ГДЕ ВООБЩЕ МОЖЕТ НАХОДИТЬСЯ НОСИТЕЛЬ

Определим границы интервала, в котором носитель может существовать в растворе.

Снизу — время жизни структуры самой воды: $\sim 10^{-12}$ с. Ниже этой границы носитель существовать не может: то, чем пред-

лагается хранить, само не существует.

Сверху — время пребывания внесённых частиц в среде: практически неограниченно, пока их не удалили (ступень 5 лестницы).

В однородном растворе — там, где нет второй фазы, — в этом интервале находится ровно один устойчивый жилец: ион вместе с ближней координационной оболочкой. Время жизни молекулы воды в первой сфере ряда небольших многозарядных катионов достигает секунд; это классические данные координационной химии, различающиеся между ионами на много порядков.

$$\frac{1\ \text{c}}{10^{-12}\ \text{c}} = 10^{12}.$$

Двенадцать порядков — расстояние от нижней границы коридора до времени жизни этого жильца. Разрыв такой же, как между секундой и тридцатью тысячами лет.

Две поправки к этому параграфу, внесены при сплошном чтении 12.08.2026.

① «Интервал в двенадцать порядков» стоял как ширина всего коридора — и противоречил предыдущей строке. Сверху коридор ограничен временем пребывания частиц, то есть практически не ограничен; двенадцать порядков — расстояние до секунды, а не до верхней границы. Одно и то же число называло две разные величины. Формулировка разведена выше.

② «Ровно один жилец» без условия однородности отрицал собственную лестницу. В том же интервале стоят ступени 3, 4, 6 и 7 главы 13 — микропузырьки, вода границы раздела, клатратные каркасы, жидкокристаллические фазы, — и все они живут дольше секунды. Противоречия нет ни с одной из них, потому что каждая требует второй фазы: газовой, поверхностной, каркасной, мезо-

морфной. Единственность жильца верна для гомогенного раствора и только для него.

Цена пропущенного условия была бы велика: в прежней редакции § 14.2 заранее хоронил главу 16 — топологическую память мезофаз, — не заметив этого. Ровно тот же дефект, что § 10.8 исправлял в главе 10: рамка сужалась молча, одним оборотом речи. Глава 16 сама держит границу честно («время жизни носителя равно времени жизни фазы… и в растворе подчиняется тому же коридору присутствия», § 16.7); теперь встречное условие названо и здесь.

14.3. НАША ПОЗИЦИЯ — И ПОЧЕМУ ОНА ВЫЧИСЛЕНА, А НЕ ВЫБРАНА

Из § 14.2 следует утверждение о нашей собственной ставке:

Мы заявляем присутствие, а не память.

🥇 Существенно то, каким образом это заявлено. Скромная позиция здесь не результат осторожности и не уступка критикам: другого места для носителя в коридоре просто нет. Снизу его исключает время жизни структуры воды, сверху — тот факт, что дольше всего живут сами внесённые частицы, а не след от них. Это редкий случай, когда сдержанность формулировки является результатом расчёта.

Отсюда прямое следствие для языка всей работы: конструкции «вода запомнила», «структура сохранилась после удаления», «информация осталась в растворе» в томе не употребляются — не как запрещённые, а как противоречащие нашему же коридору.

14.4. ЧТО ПРИ ЭТОМ ОСТАЁТСЯ У ТВЁРДОГО НОСИТЕЛЯ

Вопрос, который обязан прозвучать здесь, а не в заключении: если в растворе носитель перестаёт быть носителем, зачем он нужен?

Ответ, который работа может защитить:

Твёрдая фаза — это способ изготовить и сохранить заданное состояние до момента применения. Порядок, заданный при выращивании (гл. 1–8 книги ②, части I–II настоящего тома), удерживается барьерами уровня 1,2–1,4 эВ при 300 K — от полугода до тысячелетий по опорной таблице § 10.2. В момент растворения дальний порядок исчезает — это установленный факт, подтверждаемый прямыми методами: характерная дифракционная картина пропадает. Остаётся то, что перечислено в § 14.2: ионы, их ближнее окружение и изменённые параметры среды.

Поправка 12.08.2026 — и она отменяет число, стоявшее здесь со вчерашнего дня. Было: «удерживается барьерами уровня 1,0–1,4 эВ годами». По нашей же опорной таблице § 10.2 1,0 эВ — это два часа, а не годы. Годами состояние живёт начиная примерно с 1,25 эВ (≈ 2,9 года при 300 K); 1,2 эВ даёт полгода, 1,4 эВ — тысячелетия. Нижний край диапазона был занижен на две десятых электронвольта — и это ошибка в нашу пользу: она приписывала срок хранения барьерам, которые его не обеспечивают. Ровно этого и требовала вчерашняя правка главы 11: в области, где работает носитель, вторая цифра после запятой уже физика. Сутки спустя то же место наказало нас второй раз, в соседней главе.

Температура названа — это долг, объявленный вчера, и он закрывается здесь. Числа выше относятся к 300 K, и для хранения это правомерно: хранение идёт при комнатной температуре. В живой среде (310 K) те же барьеры дают времена в 3,5–5,7 раза короче (§ 10.2-бис): 1,2 эВ — около 37 суток вместо полугода, 1,4 эВ — около 180 лет вместо тысячи. Пересчёт, как всегда, против нас, и правило тома действует без исключений: срок, названный применительно к живой среде, считается на 310 K, а не берётся из таблицы § 10.2.

🔴 Чего работа не утверждает: что растворённое состояние несёт структурную информацию исходного кристалла. Такое утверждение противоречило бы § 14.1–14.2 и не подтверждено измерениями.

14.5. ПРОВЕРЯЕМОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ — ВМЕСТО ЗАЩИТЫ

Различие § 14.1 превращает главный удар по работе в программу:

1. Приготовить систему и зафиксировать наблюдаемую величину. 2. Удалить внесённое вещество процедурой, не меняющей прочих условий. 3. Предсказание, объявленное заранее: наблюдаемая величина возвращается к контрольному уровню. Если она сохраняется — режим «присутствие» опровергнут, и опровергнута наша позиция, а не позиция оппонента.

📌 Порог засчёта, объявленный до опыта, и требуемый объём серии — гл. 19–22. 🔴 Собственных измерений по этой процедуре у нас нет; глава формулирует опыт, а не его результат.

14.6. ПРЕДЕЛ ЧАСТИ III

Части III в целом: она устанавливает требования и запреты, а не факты о нашем веществе. Барьер, необходимый для года хранения, назван; носитель, невозможный по времени жизни, исключён; коридор, в котором носитель возможен, ограничен с двух сторон; режим, в котором мы заявляем результат, назван и снабжён процедурой опровержения. Ни одна величина в части III не получена нашим измерением, и ни одна не нуждается в доверии к нам: все проверяются калькулятором и справочником.

ГЛАВА 15

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ

15.1. ТРЕТЬЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА, КОТОРОЕ ОБЫЧНО ПРОПУСКАЮТ

Между кристаллом, где молекулы упорядочены и по положению, и по направлению, и жидкостью, где не упорядочено ни то, ни другое, существует класс состояний с одним видом порядка без другого: направления согласованы, положения — нет. Это мезофазы, они же жидкие кристаллы.

Для настоящей работы важно, что порядок направления:

- является порядком в строгом смысле — описывается параметром порядка, имеет корреляционную

длину и время жизни (координаты гл. 6–7 части II);

- не требует жёсткой решётки — существует в подвижной среде;
- задаётся снаружи — границей и внешним полем, а не составом.

15.2. ЧТО УСТАНОВЛЕНО О БИОПОЛИМЕРАХ

① Концентрированная ДНК образует мезофазы. При высоких концентрациях растворы ДНК переходят в холестерическую, а затем в колончатую гексагональную фазу. Это установлено прямыми методами (поляризационная микроскопия, рассеяние) и подробно изучено школой Ливолан и Лефорестье. Речь не о модели: фазовая диаграмма построена, текстуры описаны.

② У ряда одноклеточных организмов хромосомы находятся в жидкокристаллическом состоянии. Наиболее изученный пример — ди-

нофлагелляты, чей хроматин организован холестерически.

③ Клеточные мембраны — жидкокристаллические среды. Липидный бислой обладает ориентационным порядком без позиционного, имеет собственные фазовые переходы и меняет состояние в зависимости от температуры и состава. Это учебниковая биофизика.

🔑 Вывод главы, который важнее перечисления: жидкокристаллическое состояние — не экзотика, привлечённая для объяснения нашего предмета, а нормальное состояние биологического вещества. Значит носитель, работающий через ориентационный порядок, попадает в среду, которая устроена так же, — и это утверждение о среде, а не о нашем образце.

15.3. ЧЕГО ИЗ ЭТОГО НЕ СЛЕДУЕТ

🔴 Из того, что и носитель, и среда обладают ориентационным порядком, не следует передача порядка между ними. Совпадение типа порядка — условие возможности, а не механизм. Утверждения вида «структура носителя переходит в структуру ткани» в настоящей работе не выдвигаются: такой перенос требовал бы отдельных измерений, которых нет.

🔴 Термин «биополе» не употребляется. Собственные электромагнитные поля организма измеримы и на несколько порядков слабее геомагнитного; существование поля и способность им передавать структуру — разные утверждения, и второе данными не обеспечено.

15.4. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Все три положения § 15.2 относятся к модельным системам и препаратам (концентрированные растворы, выделенный хроматин, искусственные бислои). Перенос на живую клетку в норме требует осторожности: концентрации, температуры и присутствие белков меняют картину. Работа берёт из этой главы только то, что нужно:

ориентационный порядок в биологическом веществе — установленный факт, а не предположение.

ГЛАВА 16

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ: СОСТОЯНИЕ, КОТОРОЕ ЖИВЁТ В ГЕОМЕТРИИ

16.1. ЯДРО ВСЕЙ ЧАСТИ IV

Если требуется носитель, хранящий состояние долго и без затрат энергии, есть решение, не требующее ни новой физики, ни уступок: хранить состояние не в молекулах, а в конфигурации поля направлений.

В мезофазе среднее направление молекул в точке описывается полем директора $\mathbf{n}(\mathbf{r})$. Конфигурации этого поля различаются не только формой, но и топологическим классом: существуют состояния, которые нельзя перевести друг в друга непрерывной деформацией. Каждому такому состоянию сопоставляется целое число — топологический заряд.

16.2. ПОЧЕМУ ТАКОЕ СОСТОЯНИЕ УСТОЙЧИВО

Устойчивость здесь имеет иную природу, чем в гл. 10. Там барьер задавался энергией связи; здесь переход между состояниями требует разрыва непрерывности поля — образования дефекта, стоящего конечной энергии. Состояние не «удерживается силой», оно не имеет непрерывного пути к другому состоянию.

Прямое следствие, наблюдаемое в технике: бистабильные жидкокристаллические ячейки хранят состояние без питания вообще. Устройства такого рода (в частности, ячейки с зенитальной бистабильностью) удерживают одно из двух конфигурационных состоя-

ний, пока не подано переключающее воздействие. Это не гипотеза и не наш результат — это работающая технология отображения.

Здесь стояло «неограниченно долго». Снято при сплошном чтении 12.08.2026. Утверждение противоречит двум собственным местам работы: правилу § 10.2-бис («число, превосходящее время существования предмета, не публикуется как время жизни») и § 16.7 настоящей главы, где время жизни носителя прямо ограничено временем жизни фазы. Ячейка хранит состояние в пределах срока службы устройства, и достоинство её не в бесконечности, а в другом: на поддержание состояния не расходуется энергия. Именно это и требуется работе; абсолют ничего не добавлял и делал проверяемое утверждение непроверяемым.

🔑 Отсюда положение, на котором стоит вся линия:

Порядок направления, закреплённый топологией, — носитель, для которого долгое хранение без затрат энергии является нормой, а не исключением.

16.3. ТОР КАК ФИЗИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, А НЕ ОБРАЗ

В жидких кристаллах наблюдаются локализованные конфигурации поля директора с замкнутой тороидальной структурой линий — тороны и хопфионы. Они получены, сфотографированы, их устойчивость и подвижность изучаются.

💎 Это единственное место в дилогии, где тор перестаёт быть аналогией: в первой книге замкнутый контур был формой процесса (кольцо дыма, вихрь), здесь он — устойчивая конфигурация в веществе, различимая по топологическому заряду. Формула дилогии («законы те же, носитель другой») в этой главе исполняется буквально.

🔴 При этом: существование торонов в лабораторных ЖК-системах не является утверждением о наличии таких конфигураций в нашем веществе или в живой ткани. Оно устанавливает класс допустимых состояний, а не факт их присутствия.

16.4. КАК ЭТО СООТНОСИТСЯ С КООРДИНАТАМИ ПОРЯДКА

Координата (часть II)	Чем является для топологической памяти
Величина порядка	параметр порядка мезофазы S
Масштаб	размер локализованной конфигурации
Время жизни	ограничено не барьером связи, а стоимостью образования дефекта
Управляемость	переключение внешним полем — есть; адресное считывание — нет

🔴 Четвёртая строка и есть граница главы: управление показано, считывание не решено. По различителю «след — разметка — запись» это даёт разметку, но не запись: состояние можно задать и оно держится, но алфавита и процедуры чтения по адресу нет (гл. 12).

16.5. ПОЧЕМУ ЭТО СИЛЬНЕЕ, ЧЕМ ОБЪЯСНЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЭКЗОТИКУ

Соблазн объяснять долгое хранение особыми свойствами воды, полевыми взаимодействиями или уровнем реальности, «где действуют другие законы», в этой области велик. Настоящая глава показывает, что он избыточен:

- ориентационный порядок — 🟢 установленная физика;
- топологическая защита состояния — 🟢 установленная физика;
- хранение без питания — 🟢 работающая технология;
- присутствие таких состояний в нашем веществе — 🔵 гипотеза, требующая измерения.

Из четырёх пунктов три не нуждаются ни в чьём доверии. Гипотезой остаётся один — и он назван гипотезой.

16.6-БИС. СВЯЗКА С ЧАСТЬЮ III: ЭТОТ МЕХАНИЗМ ТЕПЕРЬ РАВНОПРАВЕН БАРЬЕРНОМУ

Внесено 12.08.2026 решением автора вместе с § 10.8.

До этой правки том считал время жизни состояния одним способом — через высоту барьера (гл. 10), хотя настоящая глава описывала второй механизм и относила его к твёрдо установленной физике. Две линии не были соединены, и это давало перекос: вся часть III держалась на посылке, которую часть IV не разделяла.

Теперь развилка стоит в самой гл. 10 (§ 10.8), и отсюда — три следствия для настоящей главы:

1. Цена состояния считается иначе. В барьерной модели дорого стоит один элементарный акт (полоса 0,8…1,4 эВ = 30…54 kT); здесь дорого стоит исчезновение конфигурации целиком — порядка $10^{4}…10^{6}\,kT$ для дефекта длиной в микрон, потому что платить приходится сразу за всю его протяжённость. И немедленно — запрет на шаг, который читатель сделает сам. Число «$10^{6}\,kT$» стоит рядом с формулой $\tau = \tau_0\exp(E_a/kT)$ и просится в её показатель. Подставлять его туда нельзя, и работа обязана сказать это раньше оппонента. $\exp(10^{6})$ — величина, рядом с которой обсуждавшиеся вчера 10^{46} лет выглядят скромно; это ровно тот случай, для которого в § 10.2-бис введено правило тома: число, превосходящее время существования предмета, не публикуется как время жизни.

Почему подстановка неправомерна по существу, а не только по приличиям. Соотношение § 10.1 описывает одноактный перескок через один барьер. Топологическое состояние гибнет иначе: через

зарождение дефекта конечного размера — цена растёт с размером зародыша, и системе не нужно оплачивать всю длину сразу; через границы, поверхности и включения, где цена много ниже объёмной; через исчезновение самой фазы (§ 16.7). Реализуется всегда самый дешёвый канал, а не тот, что посчитан.

Поэтому цена $10^{4}…10^{6}\,kT$ публикуется как мера защищённости конфигурации и никогда — как срок хранения. Время жизни топологического носителя предсказывается не Аррениусом (то же сказано в гл. 6 части II — уточнение о третьей координате), а временем жизни фазы и работой образования критического зародыша — величинами, которых у нас нет.

2. Условие опровержения адресовано. «Барьер ниже 0,8 эВ» хоронит барьерную модель, а не предмет. Для топологической линии порог свой: воспроизводимо различимые состояния параметра порядка, держащиеся без внешнего поля, с расчётной ценой перехода ≥ 10^3 kT; хоронит её отсутствие упорядоченной фазы в образце либо цена перехода ниже 10^2 kT (§ 10.8.4).

Между двумя порогами лежит полоса $10^{2}…10^{3}\,kT$, и до 12.08 о ней не было сказано ничего. Молчащий промежуток в объявленных порогах — не мелочь: именно через него результат задним числом трактуется в свою пользу («не дотянуло до засчёта, но ведь и не опровергло»). Пороги затем и объявляются заранее, чтобы такой возможности не было. Полоса называется прямо: не засчитано и не опровергнуто. Попадание в неё обязывает к одному из двух действий и ни к какому третьему: повторить серию с уточнёнными упругими постоянными (долг Д-2) либо признать механизм неразличимым на имеющейся точности и сказать это вслух. Толковать попадание в полосу как частичное подтверждение запрещено.
3. Слабое место названо на своём месте. Топологическая защита запрещает состоянию исчезнуть и не запрещает ему переместиться:

барьер движения дефекта много ниже цены его рождения. Для носителя, у которого значение приписано месту, это отдельная угроза — она внесена в программу проверки, а не оставлена читателю.

📌 Ничего из написанного ранее не снято: добавлена связка и пороги.

16.6-ТЕР. ЧЕГО ЭТА ГЛАВА ПО-ПРЕЖНЕМУ НЕ ДЕЛАЕТ

Расширение списка механизмов не смягчает ни одного из пяти условий записи. Состояние, защищённое топологически, остаётся разметкой: у него нет ни алфавита, ни процедуры чтения по адресу. Механизм отвечает на вопрос «чем держится» и никогда — на вопрос «что означает».

16.7. ПРЕДЕЛ ГЛАВЫ

Топологическая защита действует в пределах существования фазы. Разрушение мезофазы — нагревом, разбавлением, изменением состава — уничтожает и конфигурацию, и её топологический класс: защищать становится нечего. Поэтому время жизни такого носителя равно времени жизни фазы (ступень 7 лестницы гл. 13), а не бесконечности, и в растворе оно подчиняется тому же коридору присутствия, что описан в гл. 14.

📌 Встречное условие внесено и в гл. 14 вечером 12.08: единственность жильца коридора объявлена там для однородного раствора, где нет второй фазы. Мезофаза — вторая фаза, и настоящая глава коридору не противоречит; до правки формулировка гл. 14 отрицала её молча.

ГЛАВА 17

СВЕТ КАК СВИДЕТЕЛЬ

17.1. ЧТО ИМЕННО ИЗМЕРИМО

Биологические объекты испускают сверхслабое оптическое излучение — интенсивностью порядка единиц и десятков фотонов в секунду с квадратного сантиметра, в видимом и близком диапазонах. Явление измеряется фотоумножителями в темновых камерах с 1950-х годов и в современной литературе описывается как ультраслабая фотонная эмиссия.

Установленный механизм основной части этого излучения — хемилюминесценция: рекомбинация продуктов окислительных реакций, прежде всего с участием активных форм кислорода. Интенсивность меняется с метаболическим состоянием объекта, повреждением, стрессом.

🔑 Формулировка, которую работа берёт: свет здесь — свидетель процессов, а не носитель сообщения. Излучение сообщает о состоянии среды, в которой возникло, ровно как свечение углей сообщает о горении, ничего при этом не кодируя.

17.2. ИСТОРИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ — С ЧЕСТНЫМИ СТАТУСАМИ

| Работа | Что установлено | Статус | |---|---|---| | Гурвич, 1920-е: «митогенетическое излучение» — ультрафиолетовый сигнал, влияющий на деление клеток | сам факт сверхслабого излучения впоследствии подтверждён приборами; биологическая функция сигнала независимо не воспроизведена | 🟡 исторически важно, как механизм не принято | | Попп и последователи: измерения фотонной эмиссии, гипотеза когерентности излучения | измерения — 🟢 ; ин-

терпретация как когерентного информационного поля — не общепринята | 🟢 факт / 🟡 интерпретация |

🔴 Работа не строит выводов на интерпретации, которая не общепринята. Она использует факт измеримости и зависимость интенсивности от состояния — этого достаточно для того, чтобы свет служил инструментом контроля.

17.3. ДИФРАКЦИЯ ВМЕСТО ГОЛОГРАФИИ

В литературе этой области распространено объяснение через голографию: среда якобы записывает объёмное изображение объекта.

🔴 Работа этого объяснения не использует, и причина техническая, а не вкусовая. Голографическая запись требует опорной волны — второго когерентного пучка с известной фазой, интерферирующего с предметным. В биологических и водно-минеральных системах опорной волны нет, следовательно нет и голограммы в физическом смысле слова.

✅ Точная замена, дающая то же самое без уязвимости: упорядоченная среда является трёхмерной дифракционной решёткой. Взаимодействие излучения с ней описывается условием Брэгга:

$$2d\sin\theta = n\lambda,$$

где d — период структуры, θ — угол, λ — длина волны. Отсюда следует всё, что требовалось: избирательность по длине волны и направлению, чувствительность к периоду структуры, возможность считывать структуру по картине рассеяния.

💎 Замена не ослабляет линию, а делает её измеримой: условие Брэгга — рабочая формула дифракционного анализа, то есть ровно того метода, которым структуру нашего вещества и предстоит характеризовать.

Граница применимости — названа при сплошном чтении 12.08.2026, до неё параграф обещал больше, чем может. Условие Брэгга требует периодичности: оно работает там, где есть дальний порядок или регулярный шаг структуры — в кристалле, в холестерической фазе с её селективным отражением, в колончатых фазах. В однородном растворе периодичности нет, брэгговских рефлексов нет тоже; остаётся диффузное рассеяние, из которого извлекается ближний порядок, а не картина структуры.

Иначе получается прямое столкновение с § 14.4: там сказано, что при растворении дальний порядок исчезает и характерная дифракционная картина пропадает. Оба места верны, пока сказано, к чему они относятся: дифракционное считывание — инструмент для твёрдой фазы и мезофазы, а не для раствора. Именно поэтому оно и стоит в работе как способ характеризовать носитель до применения, а не как способ обнаружить его после.

Вторая граница, более жёсткая, и до 12.08 (вечер) её в главе не было: длина волны обязана соответствовать периоду. Из самого условия $2d\sin\theta = n\lambda$ при $\sin\theta \le 1$ и $n = 1$ следует $$\lambda \le 2d.$$ Для атомного порядка ($d \approx 0{,}5$ нм) это даёт $\lambda \le 1$ нм — рентгеновский диапазон. Видимый свет (400…700 нм) превышает предел в сотни раз, и брэгговских рефлексов на кристаллической решётке не даёт вообще: не «слабо», а тождественно нет решения.

Отсюда — разделение, без которого параграф читается неверно:

- атомный порядок (твёрдая фаза, гидратная подрешётка) считывается рентгеном — это

и есть обычный дифракционный анализ, которым вещество характеризуют;

- видимый диапазон работает там, где период структуры сам порядка сотен нанометров:

в холестерических и колончатых мезофазах, где селективное отражение даёт наблюдаемую иризацию (гл. 15). Тот же закон, другой масштаб.

И следствие, которое обязано быть сказано вслух, потому что именно на нём линию света ловят: зонд в обоих случаях внешний — рентгеновская трубка или лазер, с известной длиной волны, направлением и когерентностью. Собственное сверхслабое излучение образца для считывания структуры непригодно: оно некогерентно, ненаправленно и лежит по длине волны вне условия Брэгга для атомного порядка. Утверждение «среда сама себя считывает своим свечением» настоящей работой не выдвигается ни в какой форме — и его отсутствие теперь обеспечено расчётом, а не умолчанием.

17.4. ЧТО ИЗ ЛИНИИ СВЕТА РАБОТА БЕРЁТ И ЧЕГО НЕ БЕРЁТ

Берёт: 1. Сверхслабое излучение как измеримый показатель состояния среды — инструмент контроля в программе проверки (часть V, § 20.7.2: темновой счёт, парность, слепое кодирование, порог 3σ и интерпретационный гейт). 2. Дифракционное взаимодействие излучения с упорядоченной структурой — как способ считывания структуры (не «сообщения»), в пределах применимости условия Брэгга (часть V, § 20.7.1).

📌 Адреса проставлены 12.08.2026 вечером. До этого оба пункта ссылались на часть V, в которой о свете не было ни одного упоминания: обещание существовало, исполнения не существовало.

Не берёт: 1. «Излучение переносит структурную информацию между объектами» — не обеспечено данными. 2. «Когерентное биофотонное поле управляет организмом» — интерпретация, не обще-

принятая в литературе; в качестве опоры не используется. 3. Любые утверждения о воздействии света на здоровье.

17.5. ТРИ ФАКТИЧЕСКИЕ ПОПРАВКИ К ИСХОДНОМУ МАТЕРИАЛУ

Исполнены здесь, потому что на любой из них оппонент бьёт первым, и удар засчитывается за весь текст сразу.

1. Жак Бенвенист не был нобелевским лауреатом. Французский иммунолог, директор подразделения INSERM; публикация о дегрануляции базофилов — Nature, 1988. Нобелевской премии не имел. Если требуется нобелевский лауреат, работавший с электромагнитными сигналами разведённых последовательностей ДНК, — это Люк Монтанье (премия 2008 года за ВИЧ; работы по ЭМ-сигналам 2009–2011).

И немедленно — оговорка, без которой эта поправка вредит сильнее ошибки, которую исправляет. Внесена при сплошном чтении 12.08.2026. Замена «не тот лауреат» на «вот правильный лауреат» оставляет нетронутой саму конструкцию довода от звания, а она бьётся одним движением — и бьётся тем больнее, что мы её предложили сами. Работы Монтанье 2009–2011 годов по ЭМ-сигналам независимо не воспроизведены и по критерию гл. 21 стоят там же, где фантом ДНК; премия получена за другое исследование и к ним отношения не имеет. Как это должно читаться: поправка исправляет фактическую ошибку в имени и звании — и только. Ни Бенвенист, ни Монтанье, ни их премии не являются опорами настоящей работы; звание не входит в перечень того, чем в этом томе что-либо подтверждается, — там стоят серия, порог и воспроизведение (гл. 21). Правило тома: исправляя чужой аргумент от авторитета, не предлагать взамен лучший авторитет. 2. Джеральд Поллак, а не «Элье Поллак». Вашингтонский университет, Сиэтл; концепция

exclusion zone и книга «The Fourth Phase of Water». По неверному имени работу не найдут. 3. «Фантом ДНК», регистрируемый неделями, — единичное наблюдение одной группы. Речь идёт о резонансном взаимодействии лазерного излучения с препаратом ДНК: лазерная корреляционная спектроскопия, начало 1990-х, одна лаборатория. Независимо не воспроизведено; наиболее обсуждаемое объяснение — артефакт установки (остаточное загрязнение кюветы, пыль, дрейф).

Почему здесь названа установка, а не фамилия. Проверить можно результат, а не человека. У результата есть длина волны, кювета, время регистрации и число повторов — и по каждому пункту его можно повторить, оспорить или объяснить артефактом. У фамилии нет ни одного из этих признаков: она способна работать в споре только доводом от имени — тем самым приёмом, которым эта же глава отказалась пользоваться в пункте 1. Правило здесь одно для обеих сторон: спорным становится не человек, а результат конкретной установки. Адрес первоисточника в литературе сохранён — служебная сноска § 18.6 и каталог каталог литературы корпуса, раздел C; в печатный текст глав фамилия не переносится.

🔴 Решение по фантому: в опоры работы он не идёт. Он помещается в раздел «Что не прошло проверку» — рядом с вихревыми атомами Кельвина: форма красивая, идеально подходящая тому о замкнутых контурах и следах в среде, и не выдержавшая критерия самого тома (гл. 21 — признаки недостоверных данных, гл. 12 книги ② — доказательство есть серия, а не наблюдение).

📌 Это не отрицание идеи. Это называние статуса своим именем: единичное наблюдение, а не установленный факт. Если результат будет независимо воспроизведён, он перейдёт из одного раздела в другой — и работа заранее говорит, при каком условии это произойдёт.

ГЛАВА 18

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА И ЕЁ ПРЕДЕЛ

18.1. ЧТО ДЕЙСТВИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЕТ

Нелинейная динамика ДНК — реальная область теоретической физики. Известны модели, описывающие локализованные возбуждения в двойной спирали: раскрытие пар оснований как нелинейная волна, солитонные решения соответствующих уравнений (модель Пейрарда–Бишопа и её развития, работы Якушевич и других). Модели используются для описания термической денатурации и подвижности участков цепи.

Это добросовестная физика с публикациями и расчётами. Работа её не оспаривает.

18.2. ГДЕ КОНЧАЕТСЯ МОДЕЛЬ И НАЧИНАЕТСЯ ЛИШНЕЕ

Из существования солитонных решений не следует, что солитон переносит генетическое сообщение. Между двумя утверждениями лежит пропасть, которую в литературе этой области часто пересекают молча:

| Утверждение | Статус | |---|---| | В двойной спирали возможны локализованные нелинейные возбуждения | 🟡 модель существует, применяется к денатурации | | Такие возбуждения переносят информацию о последовательности | 🔵 не подтверждено | | Такой перенос осуществляется между организмами через среду | ⛔ данными не обеспечено |

🔑 Работа останавливается на первой строке и объявляет вторую открытым вопросом, а не механизмом. Причина не в осторожности: механизм, объявленный без данных, при первой проверке об-

рушивает вместе с собой и те части работы, которые данными обеспечены.

18.3. ПОЧЕМУ «ДРУГИЕ ЗАКОНЫ» — СЛАБАЯ ПОЗИЦИЯ

В этой же области распространена стратегическая рекомендация: перевести обсуждение на уровень, где действуют иные законы, и тем вывести предмет из-под возражений химии.

🔴 Работа этой рекомендации не принимает — потому что она слабее, а не потому что осторожнее. Заявление о собственных законах читается однозначно: не сошлось в известной физике, поэтому назначены свои. Оно выводит предмет не из-под возражений, а из-под возможности что-либо доказать.

Позиция работы:

Законы те же. Носитель другой.

Всё, что требуется — носитель, хранящий состояние в геометрии, а не в молекулах, — дают ориентационный порядок, топологическая защита, дефекты решётки и барьеры активации, то есть обычная физика конденсированного состояния (гл. 10, 16).

18.4. ИТОГ ЧАСТИ IV

| Позиция | Статус | Роль в работе | |---|---|---| | Мезофазы биополимеров | 🟢 установлено | среда устроена так же, как носитель | [состав — не публикуется до подачи заявок] | Сверхслабое излучение | 🟢 факт измеримости | инструмент контроля состояния — свидетель, не носитель | [состав — не публикуется до подачи заявок] | Интерпретация излучения как информационного поля | 🟡 не общепринята | не опора | | Солитонный перенос сообщения | 🔵 | открытый вопрос | | Фантом ДНК | ⚠️ единичное наблюдение | «Что не прошло проверку» |

💎 Главный результат части, и он не в перечне: приоритетную для автора линию удалось внести в работу целиком, не потеряв ни одного её мотива — поле, свет, структура, память, — и при этом опоры взяты только из установленного. Мотив сохранён, уязвимость снята. Это и есть способ говорить громко: не понижать голос, а выбирать те утверждения, которые нельзя опрокинуть.

18.5. ПРЕДЕЛ ЧАСТИ

Ни одна позиция части IV не измерена нами. Всё установленное относится к другим системам — лабораторным мезофазам, ЖК-устройствам, биологическим препаратам. Утверждение о том, что описанные механизмы работают в нашем веществе, в работе не сделано ни в одной главе и является предметом программы (часть V).

ГЛАВА 19

РАСЧЁТНЫЙ КОРИДОР: ЧТО МОЖНО УТВЕРЖДАТЬ ДО ИЗМЕРЕНИЙ

19.1. РАБОТА БЕЗ ЛАБОРАТОРИИ — НЕ ОПРАВДАНИЕ, А ЖАНР

У проекта нет собственных измеренных значений: после карантина 10.08 их нет ни одного, и часть I сказала это прямо. Отсюда следует не понижение работы, а выбор жанра: том является не отчётом о данных, а протоколом их получения, где каждая величина стоит с незаполненной графой значения и с объявленным заранее порогом засчёта.

💎 Работа, которая не может предъявить данные, но может предъявить проект их получения, находится не позади эмпирического исследования, а впереди него.

🔴 И сразу цена этого положения: претензию «покажите первичные данные» жанр снимает, но взамен обязывает к тому, чего обычная работа не делает — объявить исход, который нас похоронит (§ 20.5).

19.2. КОРИДОР: ГДЕ ВООБЩЕ МОЖЕТ ЖИТЬ НОСИТЕЛЬ

Прежде чем что-то искать, полезно вычислить, где искать бессмысленно.

| Граница коридора | Величина | Откуда | |---|---|---| | Снизу | ≈ 10^{-12} с — время жизни сетки водородных связей самой воды | спектроскопические данные | | Сверху | время пребывания внесённых частиц в среде — практически не ограничено, пока их не удалили | ступень 5 лестницы гл. 13 | | Время жизни единственного устойчивого жильца | секунды — удержание воды в первой оболочке многозарядного иона | справочные данные по обмену лигандов | | Расстояние от нижней границы до жильца | ≈ 12 порядков | арифметика |

🔑 В однородном растворе, где нет второй фазы, устойчивый жилец в этом интервале ровно один — ион со своей ближней оболочкой. Отсюда позиция тома, и она получена расчётом, а не осторожностью: носителем в жидкой фазе названо присутствие вещества, а не память среды. Другого места в коридоре нет.

Таблица приведена к редакции гл. 14 в ночь на 13.08.2026 — до этого часть V описывала коридор иначе, чем глава, из которой он взят. Стояло: «сверху — секунды», и «12 порядков» назывались разрывом между границами. Обе строки расходились с § 14.2: сверху коридор ограничен временем пребывания частиц, то есть практически не ограничен, а двенадцать порядков — расстояние до времени жизни жильца, а не ширина коридора. Прежняя редакция делала жильца собственной границей коридора — утверждение теряло со-

держание. Второе: «жилец ровно один» стояло без условия однородности. Без него § 19.2 отрицал ступени 3, 4, 6, 7 лестницы и топологическую память мезофаз (гл. 16) — тот же дефект, что исправлен вчера в гл. 14, книге ② и пантеоне. Программа проверки не имеет права противоречить главе, чью позицию она проверяет.

19.3. ЧТО РАСЧЁТ ИЗ КОНСТАНТ ДАЁТ И ЧЕГО НЕ ДАЁТ

| Даёт 🟢 | Не даёт 🔴 | |---|---| | порядок величины и границы сверху | третий знак после запятой | | запреты: где эффект невозможен по энергии или симметрии | подтверждение, что эффект есть | | ожидаемый диапазон измеряемой величины до опыта | значение этой величины | | основание объявить порог засчёта заранее | право назвать порог результатом |

📌 Правило тома: число, посчитанное из констант, имеет право ограничивать и не имеет права подтверждать. Все двенадцать чисел работы употреблены только в ограничивающей роли.

Было «девять» — счёт отстал от приложения С, куда 12.08 добавлены ещё три числа (V_{eff} = 24,5 Å³ · 65 % воды по объёму · 10^4…10^6 kT). Исправлено в ночь на 13.08.

19.4. ТРИ ПРЕДСКАЗАНИЯ, СДЕЛАННЫЕ ДО ВСЯКОГО ИЗМЕРЕНИЯ

Их можно проверить и опровергнуть, и они записаны здесь именно для этого.

① Барьер. Если состояние, о котором говорит проект, действительно живёт месяцами при комнатной температуре, его барьер обязан лежать в полосе 1,1…1,3 эВ — и внутри неё точка «месяцы» приходится на ≈ 1,2 эВ ($1{,}45 \cdot 10^7$ с). Границы полосы названы честно широко: 1,1 эВ даёт всего трое-четверо суток, 1,3 эВ — уже десятилетия.

🔴 Измеренный барьер вне полосы опровергает утверждение о долговременности, а не уточняет его.

Температура предсказания названа, и полоса для живой среды посчитана — внесено в ночь на 13.08.2026. Правило § 10.2-бис объявлено «без исключений», а к собственному предсказанию тома не применялось: полоса 1,1…1,3 эВ посчитана при 300 K.

| Условие | Полоса «месяцы» | Точка «≈ 5,5 месяца» | |---|---|---| | Хранение, 300 K (комната) | 1,1…1,3 эВ | 1,20 эВ (1,45·10⁷ с) | | Живая среда, 310 K | 1,14…1,34 эВ | 1,24 эВ |

Сдвиг — +0,04 эВ, и он невелик ровно до тех пор, пока не вспомнить цену второй цифры после запятой: та же сотая доля, что вчера превратила полгода в год. Практическое следствие для программы: барьер измеряется в лаборатории, а применяется к среде с другой температурой — поэтому в отчёте серии обязана стоять температура, при которой полоса объявлена, иначе засчёт и опровержение сравниваются с разными шкалами.

② Отклик на температуру. Логарифм времени релаксации обязан быть линеен по обратной температуре в пределах рабочего интервала. Систематическое отклонение от прямой означает, что процессов несколько, и тогда одно число «время жизни» теряет смысл — что тоже результат.

③ Ёмкость. Верхняя граница числа различимых состояний задана числом ячеек — $5{,}6 \cdot 10^{20}$ на кубический сантиметр. Любое заявление о ёмкости выше этой границы неверно арифметически, включая наше собственное, если оно когда-нибудь появится.

ГЛАВА 20

ИЗМЕРЯТЬ ЭНЕРГИЮ, А НЕ ВЫЖИДАТЬ ВРЕМЯ

20.1. ОШИБКА, КОТОРАЯ ГУБИТ ТАКИЕ ПРОГРАММЫ

Естественный план проверки долговечности — наблюдать. Заложить образцы и мерить их через месяц, полгода, год. Такой план кажется честным и является тупиком: он стоит года, даёт одну точку и не отличает «состояние живёт» от «прибор дрейфует».

20.2. ЗАМЕНА: ЧЕТЫРЕ ТОЧКИ ВМЕСТО ГОДА

Время жизни связано с барьером экспоненциально (гл. 7). Значит достаточно измерить время релаксации при четырёх и более температурах, построить логарифм времени против обратной температуры и взять наклон.

Год ожидания заменяется наклоном прямой.

| Что делает серия | Что из неё выходит | |---|---| | 4+ температуры, каждая — своё время релаксации | барьер B в эВ | | барьер + формула Аррениуса | время жизни для любой температуры, включая ту, которую ждать не станешь | | разброс точек вокруг прямой | оценка достоверности самого барьера | | систематическое отклонение от прямой | 🔑 самостоятельный результат: процессов больше одного |

💎 Последняя строка важнее прочих. В обычной постановке отклонение — помеха. Здесь оно — находка: многобарьерный процесс есть содержательное утверждение о носителе.

20.2-БИС. ЧЕТЫРЁХ ТОЧЕК МАЛО. ТРЕБОВАНИЕ К СЕРИИ — ПОЛНОЕ

Внесено 12.08.2026: при вычитке гл. 7 выяснилось, что «≥ 4 точек» — требование без силы.

Точность барьера задаётся размахом по обратной температуре, а не числом точек: 🎯 при шуме измерения времени 20 % окно 0…60 °C даёт ± 0,04 эВ, окно 17…37 °C — ± 0,11 эВ. Шаг опорной таблицы — 0,2 эВ, значит в узком окне 1,0 и 1,2 эВ сливаются в одно измерение, хотя различаются по времени жизни в две тысячи раз.

| Требование к серии | Значение | |---|---| | Число точек | ≥ 4 | | Размах окна | ≥ 50 градусов | | Верхняя граница | объявляется до опыта; для нашего класса — заведомо ниже 92 °C (плавление в собственной воде), потеря воды начинается раньше | | Контроль массы образца | обязателен на каждой точке | | Отчётность | указывается достигнутая погрешность наклона |

🔴 Смысл двух последних строк: нагревая образец ради размаха, экспериментатор в какой-то момент начинает измерять уже не то вещество, которое положил в прибор. Контроль массы — единственный дешёвый способ это заметить.

💎 И достоинство метода, названное прямо: наклон даёт барьер независимо от предэкспоненты. Величина $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с — оценка, и любой вывод из одного измерения при одной температуре её наследует. Серия от неё свободна.

20.3. КОНТРОЛЬНАЯ СЕРИЯ: С ЧЕМ СРАВНИВАТЬ

Программа проверки не сравнивает наш образец с водой. Такое сравнение всегда даёт различие и не значит ничего. Контроль берётся из изоморфного ряда (гл. 4) — четыре пары, в каждой меняется ровно один параметр:

| Пара | Меняется | Переменных | Что различает | |---|---|:--:|---| | ① два члена ряда одного структурного типа | ион | 1 | состав ↔ гео-

метрия | | ② 🆕 протонированный ↔ дейтерированный образец одного вещества | только изотоп водорода | 1 | принадлежит ли эффект водородным связям | | ③ гидрат ↔ обезвоженная форма ⚠️ | водная подсистема и геометрия каркаса | 2 | нужна ли вода в решётке вообще; воду от геометрии не отделяет | | ④ один состав, разная история роста | условия кристаллизации | 1 | след роста ↔ заданное состояние |

Таблица приведена к текущей редакции 12.08.2026. Прежней строкой ② стояло «один член ряда в разных структурных типах»; пара физически невозможна — структурный тип задаётся размером одновалентного катиона, значит сменить тип, не сменив ион, нельзя. Заменена изотопным замещением, где состав, структура и геометрия сохраняются полностью, а меняется только масса ядра в водородной связи. Замена сильнее исходной: пара даёт два взаимоисключающих предсказания на одном веществе — если состояние живёт в водородных связях, дейтерирование обязано сдвинуть барьер; если в ионном каркасе, не обязано ничего.

Пара ③ помечена и не снята: она годна на вопрос «нужна ли вода», но меняет две величины — при обезвоживании решётка перестраивается в другое вещество (гидрат кубический, безводный родитель — тригональный [состав — не публикуется до подачи заявок]). Отсюда действующая формулировка метода: не «одна переменная в каждой паре», а объявленное до опыта число переменных.

🔴 Требование к каждой паре: порог различия объявляется до измерения, вместе с расчётом чувствительности метода. Различие меньше объявленного порога засчитывается как отсутствие различия, а не как «намёк на эффект».

20.4. КАК ЗАКРЫВАЮТСЯ ТРИ НЕВЫПОЛНЕННЫХ УСЛОВИЯ ЗАПИСИ

Долг из гл. 9: выполнены различение и частично повторность; не выполнены алфавит, заданное заранее соответствие и слепое считывание.

Условие	Чем закрывается	Порог засчёта, объявленный заранее
① Алфавит	назвать конечный набор различимых состояний носителя и величину, которой они различаются	состояния различимы, если расстояние между ними ≥ 3 стандартных отклонений повторных измерений
② Соответствие заранее	таблица «условие приготовления → ожидаемое состояние», опубликованная до серии, с хеш-фиксацией даты	таблица не правится после получения данных; правка = аннулирование серии
⑤ Слепое считывание	образцы обезличиваются третьей стороной, читающий не знает раскладки	опознание выше случайного на объявленном уровне значимости, при заранее заданном объёме серии

📌 Пока эти три строки не закрыты, том называет достигнутое разметкой, а не записью, — и будет называть так, сколько бы ни прошло времени. Слово меняется вместе с данными, а не вместе с усталостью.

20.5. ИСХОД, КОТОРЫЙ НАС ПОХОРОНИТ — ОБЪЯВЛЕН ЗАРАНЕЕ

🔴 Работа обязана назвать результат, после которого её основное утверждение снимается. Для этого тома он такой:

Если при подтверждённой чувствительности метода ни одна из четырёх контрольных пар не даёт различия выше объявленного порога, а измеренный барьер оказывается ниже 0,8 эВ — утверждение о заданном и удерживаемом порядке в этом носителе не под-

утверждается, и это публикуется в том же объёме, что и любой другой результат.

Уточнение 12.08.2026: вторая половина этого условия адресна, а не всеобща. «Барьер ниже 0,8 эВ» хоронит барьерную модель удержания, а не предмет. После развилки § 10.8 у работы четыре механизма-кандидата, и каждый имеет собственный порог (§ 20.6). Формулировка выше сохраняется целиком и действует при условии, что механизм барьерный; если барьер оказался низким, работа обязана либо предъявить другой механизм по его порогам, либо снять утверждение. Третьего — «значит, механизм какой-то иной, неизвестный» — не предусмотрено: такой ответ снимает возможность опровержения и потому запрещён.

💎 Настоящую проверку узнают по одному признаку: она способна навредить тому, кто её поставил.

20.6. ЧЕТЫРЕ МЕХАНИЗМА УДЕРЖАНИЯ — КАК ИХ РАЗЛИЧИТЬ ОПЫТОМ

Развилка § 10.8 объявила четыре способа, которыми состояние может держаться. Программа проверки обязана уметь их различать, иначе развилка превращается в набор оправданий.

| Механизм | Что засчитывается как подтверждение | Что его хоронит | |---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | ② топологический | воспроизводимо различимые состояния параметра порядка, сохраняющиеся без внешнего поля; расчётная цена перехода ≥ 10^3 kT по измеренным упругим постоянным | отсутствие упорядоченной фазы в образце либо цена перехода ниже 10^2 kT | | ③ потоковый | назван источник потока и состояние гибнет при его отключении | состояние не зависит от потока | | ④ коллективный | время жизни зависит от размера ансамбля | независимость от размера |

🔴 Пороги объявлены до измерений, все четыре сразу, и переписыванию по результату не подлежат. Это единственная защита от подгонки: механизм, для которого порог назначен после данных, подтверждается всегда.

Зона неопределённости механизма ② — внесена вечером 12.08 при чтении гл. 16. Пороги засчёта ($\ge 10^{3}\,kT$) и опровержения ($< 10^{2}\,kT$) не смыкаются. Полоса между ними называется прямо: не засчитано и не опровергнуто. Попадание в неё требует одного из двух — повторить расчёт по измеренным упругим постоянным (долг Д-2) либо объявить механизм неразличимым на достигнутой точности. Читать попадание в полосу как частичное подтверждение запрещено; молчащая щель между порогами — самый удобный вход для подгонки, потому что формально ни одно объявленное правило не нарушается. Правило распространено на весь том: порог обязан либо смыкаться со своим опровержением, либо иметь названную зону неопределённости. Механизм ① по этому правилу исправлен в строке выше (щель была сверху, от 1,4 эВ), ③ и ④ смыкаются по построению.

20.6-БИС. ОТДЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА НА ДРЕЙФ — ОНА СЛЕДУЕТ ИЗ СЛАБОГО МЕСТА ГЛ. 16

Топологическая защита запрещает состоянию исчезнуть, но не запрещает ему переместиться: барьер движения дефекта несопоставимо ниже цены его рождения. Для носителя, у которого значение приписано месту, это отдельная угроза, и она проверяется отдельно:

Повторное считывание одного образца через объявленный интервал: сохраняется ли не только набор состояний, но и их расположение. Сохранение набора при смещении расположения засчитывает-

ся как отрицательный результат по адресации — то есть как невозможность закрыть условие ⑤ на этом носителе.

📌 Программа проверки от этого удлиняется, а не сокращается. Так и должно быть: развилка, которая ничего не добавляет к работе, — не развилка, а отговорка.

20.7. ОПТИЧЕСКИЙ КОНТУР: ДВА ИНСТРУМЕНТА ИЗ ГЛАВЫ 17

Внесён вечером 12.08.2026 при сплошном чтении части IV. Причина внесения — невыполненное обещание: § 17.4 объявлял сверхслабое излучение «инструментом контроля в программе проверки (часть V)», а часть V о свете не знала ничего — греп по всему файлу давал ноль упоминаний. Обещание, адресованное в главу, которая о нём не подозревает, — тот же разрыв цепи, что четыре закрытых сегодня днём.

20.7.1. ИНСТРУМЕНТ ① — ДИФРАКЦИОННОЕ СЧИТЫВАНИЕ СТРУКТУРЫ

Что делает: характеризует порядок в носителе до применения — период структуры, ширину рефлекса, а через неё корреляционную длину (координата ② части II).

Где применим: твёрдая фаза и мезофазы с регулярным шагом (условие Брэгга, § 17.3). 🔴 Где неприменим: однородный раствор — периодичности нет, брэгговских рефлексов нет; там остаётся диффузное рассеяние и ближний порядок. Требовать дифракционную картину от раствора и объявлять её отсутствие результатом — ошибка, объявленная здесь заранее.

Чем зондируем — назначается до опыта и по длине волны, а не по привычке. 🟫 Из условия Брэгга следует $\lambda \le 2d$, поэтому:

| Что характеризуем | Период d | Зонд | |---|---|---| | атомный порядок, гидратная подрешётка | 0,1…1 нм | рентген (видимый свет условию не удовлетворяет в сотни раз) | | мезофаза с регулярным шагом | сотни нм | видимый диапазон, селективное отражение |

🔴 Зонд в обоих случаях внешний и когерентный. Собственная сверхслабая эмиссия образца (инструмент ② ниже) для считывания структуры непригодна и в этой роли протоколом не используется: два инструмента настоящего параграфа решают разные задачи и смешению не подлежат. Протокол, в котором структуру «считывает» собственное свечение, к исполнению не принимается.

Чем зондируем — назначено до опыта, а не по наличию прибора (внесено поздним вечером 12.08 из второй границы § 17.3):

| Что характеризуем | Период | Требуемый зонд | |---|---|---| | Атомный порядок, гидратная подрешётка | $d \approx 0{,}1…1$ нм | рентген ($\lambda \le 2d$, то есть $\lambda \lesssim 1$ нм) | | Мезофаза с регулярным шагом | сотни нм | видимый диапазон, селективное отражение |

🔴 Зонд в обоих случаях внешний и с известными параметрами. Собственное сверхслабое излучение образца (инструмент ② ниже) для считывания структуры непригодно — некогерентно, ненаправленно и по длине волны вне условия Брэгга для атомного порядка. 🔑 Два оптических инструмента этой программы не сливаются ни при каких обстоятельствах: один светит в образец снаружи, другой регистрирует, что образец излучает сам.

20.7.2. ИНСТРУМЕНТ ② — СВЕРХСЛАБАЯ ЭМИССИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ

Что делает: регистрирует изменение интенсивности собственного оптического излучения образца и среды — величину, зависящую от

метаболического и окислительного состояния (§ 17.1).

Обязательные условия серии, объявленные до опыта:

| Условие | Требование | |---|---| | Темновой счёт | измеряется до и после каждой пробы; дрейф выше объявленного — проба аннулируется | | Парность | образец и контроль в одной камере, в один день, на одном приборе | | Слепота | кодирование проб третьим лицом, расшифровка после обработки | | Порог засчёта | различие интенсивности ≥ 3 стандартных отклонений темнового счёта при заранее заданном числе повторов | | Объём | число повторов назначается до серии и не увеличивается после первого взгляда на данные |

🔴 Интерпретационный гейт — он здесь главнее приборного. Даже полностью засчитанное различие интенсивности означает только одно: процессы в пробе и контроле идут по-разному. Оно не означает переноса информации светом, наличия когерентного поля и передачи структуры между объектами — эти три утверждения § 17.4 прямо не берёт, и результат оптической серии их не создаёт. 🔑 Свет в этой работе — свидетель, а не носитель; протокол обязан оканчиваться тем же словом, каким начинается глава.

ГЛАВА 21

ЧТО ВЫДАЁТ ПОДДЕЛКУ ДАННЫХ — И ПОЧЕМУ МЫ ЗНАЕМ ЭТО ТОЧНО

21.1. ПРОВЕРКА, КОТОРОЙ ОБЫЧНО НЕТ

В работах принято проверять, значимо ли различие. Почти никогда не проверяют обратное: не слишком ли хорошо согласие.

Разброс, существенно меньший ожидаемого, требует объяснения наравне с разбросом, существенно большим.

Причина проста: реальное измерение шумит. Прибор дрейфует, температура плавает, руки разные. Ряд, в котором разброс подозрительно мал, чаще всего означает не высокую точность, а то, что данные не встречались с реальностью.

21.2. ОТКУДА В ТОМЕ ВЗЯЛСЯ ЭТОТ МЕТОД

Он извлечён из собственной ошибки проекта. В ранней редакции второй работы конструирование данных было опознано именно по неправдоподобно малому разбросу контрольных значений. Результатом стал карантинный акт: все собственные измеренные значения проекта изъяты из обращения, и том построен так, чтобы от них не зависеть.

💎 Аномально малый разброс — не признак точности. Это признак того, что данные не встречались с реальностью. Мы знаем это не из литературы.

📌 Именно поэтому в томе везде стоит строка «наших измерений — 0»: это не скромность и не поза, а последствие исполненного решения.

21.3. НАБОР ПРОВЕРОК, ПРИМЕНЯЕМЫЙ К ЛЮБЫМ ДАННЫМ, ВКЛЮЧАЯ НАШИ

| Проверка | Что ищет | |---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | Распределение последних значащих цифр | следы ручного «доведения» чисел | | Повторяющиеся блоки значений | копирование фрагментов серии | | Совпадение выбросов с датами и партиями | подмена условий вместо эффекта | | Совпадение результата с ожиданием автора по всем подгруппам | отсутствие ослепления |

🔴 Правило порядка: набор применяется сначала к собственным данным и до публикации. Ошибка, найденная автором, — часть работы; ошибка, найденная за автором, — характеристика автора.

21.4. ЧИСЛО ВМЕСТО ГЛАЗОМЕРА — ВНЕСЕНО В НОЧЬ НА 13.08.2026

Причина внесения названа прямо: глава 21 требует чисел от всех и до сих пор не имела собственного. «Аномально малый разброс», «подозрительно ровные цифры» — формулировки того самого рода, который том осуждает в § 10.1 и § 8.2: утверждение без величины. Линейка, которой измеряют остальные главы, обязана иметь деления первой.

① Слишком хорошее согласие — критерий и порог. Для ряда из n значений с объявленной заранее ожидаемой дисперсией считается статистика χ^{2}, и проверяется левый хвост её распределения:

$$\chi^{2} = \sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i - \bar{x})^{2}}{\sigma^{2}_{\text{ож}}},\qquad p_{\text{лев}} = P\left(\chi^{2}_{n-1} \le \chi^{2}_{\text{набл}}\right).$$

Значение $p_{\text{лев}}$	Как читается
> 0,05	согласие в норме
0,01 … 0,05	🟡 подозрительно хорошо — серия помечается и повторяется
≤ 0,01	🔴 согласие лучше физически возможного; ряд не публикуется до объяснения причины

🔑 Проверка не новая и не наша: левым хвостом χ^{2} проверяют «слишком гладкие» данные со времён разбора классических серий в генетике. Работа берёт стандартный приём и объявляет для него порог заранее — так же, как для всех прочих порогов тома.

② Последние значащие цифры. Терминальные цифры серии обязаны распределяться равномерно (по 10 % на каждую). Проверка —

χ^{2} на равномерность с 9 степенями свободы; порог тот же: $p \le 0{,}01$ — ряд задержан. 🔴 Типичный след ручного «доведения» — избыток нулей и пятёрок, и он виден арифметически, без всяких предположений о намерениях.

③ Требование к порядку действий. Ожидаемая дисперсия $\sigma^{2}_{\text{ож}}$ объявляется до получения ряда — из паспорта прибора и повторных измерений эталона. Дисперсия, назначенная после взгляда на данные, превращает всю проверку в декорацию: под неё подгоняется любой результат.

📌 Оба порога распространяются на наши будущие серии в первую очередь и внесены в § 20.2-бис, § 20.3 и § 20.7.2 как обязательная процедура приёмки ряда, а не как пожелание.

ГЛАВА 22

ВЕРИФИКАЦИОННЫЙ КОНТУР И ШКАЛА ГРОМКОСТИ

22.1. ТРИ УРОВНЯ, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЕ ПРОХОДИТ КАЖДОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ

| Уровень | Вопрос | Чем отвечает | |---|---|---| | V · Правила | по каким правилам утверждение вообще проверяется | шкала статуса, предопровержение, очередь конкурирующих объяснений, протокол отзыва | | VI · Величины | какими величинами оно должно быть выражено | координаты гл. 6, параметры гл. 7, критерий допуска гл. 8 | | VII · Приборы | чем эти величины получают | методы гл. 20, контрольные пары, чувствительность |

🔴 Утверждение, не проходящее хотя бы один уровень, не является частью работы. Не «слабое», не «спорное» — просто не часть.

22.2. ШКАЛА ГРОМКОСТИ: ПЯТЬ СТУПЕНЕЙ, ПЕРЕПРЫГНУТЬ НЕЛЬЗЯ

| Ступень | Что обязано стоять за ней | |---|---| | предполагаем | внутренняя непротиворечивость и расчёт из констант | | наблюдали | зафиксированное наблюдение с описанной процедурой | | показали | серия с контролем и объявленным заранее порогом | | установлено | независимое воспроизведение чужими руками | | 🔴 доказано | в эмпирических дисциплинах не применяется |

Где на этой шкале стоит настоящий том — сказано прямо: первая ступень по собственному утверждению о заданном порядке в носителе; факты класса, на которые том опирается (состав, симметрия, клатратный предел), стоят на четвёртой — они воспроизведены чужими руками многократно и взяты из справочников.

Исправлено в ночь на 13.08.2026: факты класса стояли на второй ступени. Прежняя редакция помещала их в «наблюдали», потому что «наблюдались не нами». Это смешивало статус утверждения с нашим участием — а шкала измеряет первое. Справочный факт, воспроизведённый независимыми группами, по определению ступени 4 является установленным, кто бы его ни воспроизводил; ступень «наблюдали» означает единичное зафиксированное наблюдение с описанной процедурой — и в этом смысле на ней стоит, например, фантом ДНК (§ 17.5). Поправка одновременно честнее и сильнее: том опирается на четвёртую ступень чужого знания и заявляет первую по своему. Прежняя формулировка занижала опору и тем самым размывала разницу между «кто-то однажды наблюдал» и «воспроизведено многократно» — а именно на этой разнице стоит вся глава 21.

💎 Между «мы предполагаем» и «мы доказали» лежит не смелость. Лежат годы работы, и мы называем, сколько именно их

осталось.

22.3. АСИММЕТРИЯ ЦЕНЫ ОШИБКИ — ПОЧЕМУ СДЕРЖАННОСТЬ ЗДЕСЬ АРИФМЕТИКА

Заявление достаётся автору. Счёт за ошибку уходит по трём адресам, и ни один не совпадает с автором:

1. поверившим — они действовали, исходя из сказанного; 2. работающим рядом — после громкого провала перестают финансировать всю область; 3. самому предмету — его перестают исследовать на годы.

🔑 Отсюда правило громкости тома, и оно не моральное: говорить в полный голос только то, что можешь предъявить, — и предъявлять громко. Осторожность в заявлениях перестаёт быть чертой характера и становится расчётом цены.

22.4. ПРОТОКОЛ ОТЗЫВА СОБСТВЕННОГО УТВЕРЖДЕНИЯ

Работа заранее описывает, как она откажется от своих слов, — иначе отказ не произойдёт никогда.

| Шаг | Что делается | |---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] | 3 | публикуется отдельным текстом, а не примечанием в новой редакции | | 4 | все места, где утверждение стояло, помечаются, но не удаляются — история остаётся видимой |

💎 Честность здесь не свойство характера. Это конструкция, в которой у автора нет технической возможности тихо переписать прошлое.

ИТОГ ЧАСТИ V И ВСЕГО ТОМА

| Часть | Что даёт | Наших измерений | |---|---|---| | I · Группа | класс существует и задан четырьмя признаками; пять чисел из справочников | 0 | | II · Координаты | язык, на котором утверждения о порядке вообще формулируются | 0 | | III · Цена записи | барьер, цена бита, потолок ёмкости, лестница времён, память ≠ присутствие | 0 | | IV · Поле и свет | линия автора, разложенная по светофору; фронтир назван фронтиром | 0 | | V · Проверка | коридор, программа измерений, контрольные пары, пороги, контур и шкала | 0 |

🔴 Ноль в правом столбце — не слабость тома, а его конструкция. Всё, что в нём утверждается, проверяется читателем без всякого доверия к нам: константы, справочники, калькулятор. Всё, что требует доверия, вынесено в программу и снабжено порогом, объявленным до опыта.

💎 Замок тома. Мы не просим поверить в носитель. Мы отдаём коридор, в котором он обязан находиться, порог, ниже которого его нет, и исход, после которого мы сами скажем, что его нет.

РАЗДЕЛ «НА ЧЁМ ЭТО СТОИТ»

Всё, что утверждает том, стоит на четырёх слоях. Слои не равны по прочности, и они размечены, а не смешаны — читатель должен видеть, куда наступает.

СЛОЙ 1 · ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ И АРИФМЕТИКА — ОПРОКИНУТЬ НЕЛЬЗЯ

| Что | Где работает | |---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] | Соотношение Аррениуса | вся шкала «барьер → время жизни» (приложение В) | |

Геометрия куба и параметр решётки | $5{,}6 \cdot 10^{20}$ ячеек/см³ · потолок 70 ЭБ | [состав — не публикуется до подачи заявок]

🔑 Этот слой проверяется калькулятором без нас. Он же и есть причина, по которой у тома есть право говорить громко при нуле собственных измерений.

СЛОЙ 2 · СПРАВОЧНАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И КРИСТАЛЛОХИМИЯ

Параметр ячейки 12,16 Å и группа $Pa\bar{3}$ · плотность ≈ 1,76 г/см³ · инконгруэнтное плавление ≈ 92 °C · изоморфные ряды и три структурных типа · клатратные каркасы, тип по размеру гостя, пустой каркас (лёд XVI, метастабильный) до ≈ −130 °C · аномальное двулучепреломление по секторам роста · 🆕 безводный родитель — минерал [состав — не публикуется до подачи заявок], P321, V = 154,76 Å³, Z = 1, плотность 2,80 г/см³.

🔴 Это чужие результаты, и они названы чужими. Наш вклад — не они, а их сведение в рамку носителей: класс, границы класса, коридор, различитель памяти и присутствия.

СЛОЙ 3 · УСТАНОВЛЕННОЕ В СМЕЖНЫХ ОБЛАСТЯХ — ВЗЯТО ОГРАНИЧЕННО

Мезофазы концентрированной ДНК · холестерическая упаковка хроматина у ряда одноклеточных · жидкокристаллическое состояние мембран · топологическая память и бистабильные ячейки, держащие состояние без питания · сверхслабое излучение биологических объектов как измеримый факт · условие Брэгга как способ считывания структуры.

🔴 Из этого слоя не берётся ни одного вывода о переносе порядка между носителем и средой. Совпадение типа порядка — условие возможности, не механизм.

СЛОЙ 4 · НАШИ СОБСТВЕННЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ — И ИХ РОВНО СТОЛЬКО, СКОЛЬКО НАЗВАНО

| Положение | Статус | |---|---| | Определение класса «аквагидраты» по четырём проверяемым признакам | 🔵 наше, проверяемое по справочникам | | Барьерная теорема узкой полосы (0,6 эВ на всю шкалу) | 🔵 наше сведение известных величин | | Четыре координаты порядка + критерий допуска величины | 🔵 наше | | Различитель «след — разметка — запись», пять условий | 🔵 наше | | Память ≠ присутствие; расчётный коридор с единственным жильцом | 🔵 наше | [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] | 🆕 Различитель как решётка 2×2 (задано × читается), четвёртая клетка — летопись | 🔵 наше, гл. 9 | | 🆕 Водное число W и расчёт доли воды по объёму (65 %) для нашего вещества | 🔵 кандидат D-18: классификаций по объёмной доле воды не найдено, приоритет не заявляется | | Утверждение о заданном и удерживаемом порядке в носителе | 🔵 гипотеза, ступень «предполагаем» |

Измеренных нами значений — ноль. Слоя «наши данные» в этом списке нет, и это не упущение обвязки, а состояние работы после карантина 10.08.

РАЗДЕЛ «ЧТО НЕ ПРОШЛО ПРОВЕРКУ»

🔴 Раздел обязателен и стоит в теле тома, а не в примечаниях. В нём то, что было бы для нас удобно и что мы отклонили сами.

| Позиция | Почему отклонена | Кем отклонена | |---|---|---| | Пьезоэлектрическое объяснение носителя | структура центросимметрична — эффект запрещён тождественно, а не слаб | нами, гл. 3 | | Фантом ДНК | единичное наблюдение одной группы, независимо не воспроизведённое | нами, часть IV | | «Память воды» в сильной форме | сетка водородных связей живёт ≈ 10^{-12} с; 0,2 эВ → $2{\cdot}10^{-10}$ с | расчётом, гл. 10 | [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] | «Другие законы» как стратегия | слабее, а не осторожнее: выводит предмет не из-под возражений, а из-под возможности что-либо доказать | нами, гл. 18 | | Солитонный перенос сообщения | из существования солитонных решений не следует перенос информации | нами, гл. 18 | | Вихревые атомы как рабочая модель | историческая форма, красивая и не выдержавшая проверки | историей науки | [состав — не публикуется до подачи заявок] | 🆕 Контрольная пара «один член ряда в разных структурных типах» | физически невозможна: тип задаётся размером катиона, значит меняются две величины, а не одна | нами, вычиткой гл. 4 | | 🆕 «Устойчивость пустой формы — вопрос не возникает» | отрицало нашу же контрольную пару ③; у нашего класса пустой формы нет вовсе — решётка перестраивается в другое вещество | нами, вычиткой гл. 5 | | 🆕 «Лёд XVI устойчив при −130 °C» | он метастабилен: термодинамически ожидается стабильным лишь при отрицательных давлениях | нами, по первоисточнику | | 🆕 «Никто не сопоставлял воду в кристалле с жидкой водой» | сопоставление стоит в литературе как верхний предел V_eff; заявление снято | нами, литературной проверкой D-18 | | 🆕 Плотность безводной соли 1,725 г/см³ | чужая опечатка агрегатора (это плотность гидрата); истинная — 2,80. Дала бы «воду вдвое плотнее жидкой» | нами, проверкой происхождения числа | | 🆕 «Ниже 0,5 эВ состояние не наблюдается доступными методами» | наблюдается: 0,5 эВ = 20 мкс, релаксационные методы работают от пикосе-

кунд | нами, вычиткой гл. 10 | | 🆕 «4,0 эВ → геологические времена» | 10^{46} лет — число без физического смысла; формула в этой области ничего не описывает | нами, пересчётом | | 🆕 Ядро R·E·I·G·B как «прошедшее критерий допуска» | критерий к нему не применялся: G — не величина, I неисполнима без алфавита | нами, вычиткой гл. 7 | | 🆕 «Температурная серия ≥ 4 точек» как достаточное требование | без размаха по обратной температуре бессильно: в окне 20 градусов 1,0 и 1,2 эВ неразличимы | нами, расчётом погрешности |

💎 Девятнадцать строк, из которых шестнадцать отклонены нами самими, и десять — за один день сплошного чтения. Список того, что не сошлось, — самая надёжная часть работы: его нельзя приукрасить, каждый пункт проверяется.

🔑 И то, что видно только на таком объёме: почти все снятые позиции были нам выгодны. Работа отклоняет не чужие возражения, а собственные удобства — и делает это раньше, чем их кто-либо предъявит.

ПРИЛОЖЕНИЕ А · ПАСПОРТ ГРУППЫ

Признаки класса (гл. 1): ① вода составляет сопоставимую долю массы · ② занимает регулярные позиции решётки · ③ её удаление разрушает структуру · ④ вещество плавится в собственной кристаллизационной воде.

| Вещество | Вода в структуре | Роль воды | В классе | |---|---|---|:--:| | Кварц, корунд | нет | — | ⛔ | | Цеолиты | в полостях каркаса | гость, уходит и возвращается обратимо | ⛔ | | Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | 2 молекулы | структурная, доля мала | 🟡 пограничный | | Медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ | 5 молекул | структурная, часть координирована ионом | 🟡 пограничный | [состав — не публикуется до подачи

заявок] | Изоморфные аналоги ряда $M^{+}M^{3+}(SO_4)_2{\cdot}12H_2O$ | 12 молекул, изоструктурны | то же | ✅ | | Клатратные гидраты | каркас целиком | вода — вся конструкция, гость внутри | ✅ предельный случай | | 🆕 [состав — не публикуется до подачи заявок] (безводный родитель) | нет | — | ⛔ и это важно: удаление воды не оставляет пустой каркас, а даёт другое вещество — тригональное вместо кубического |

🔴 Признаки класса не выделяют внутри него отдельное вещество — сказано в гл. 4 и повторено здесь, чтобы таблицу нельзя было прочитать как доказательство исключительности одной строки.

ПРИЛОЖЕНИЕ В · БАРЬЕР → ВРЕМЯ ЖИЗНИ ПРИ 300 К

Формула: $\tau = \tau_0 \cdot \exp(B / kT)$, при $\tau_0 \approx 10^{-13}$ с и $kT = 0{,}0259$ эВ.

Барьер B, эВ	B/kT	Время жизни τ	Чем является такой барьер
0,026	1	~10^{-13} с	сам тепловой масштаб — состояние не удерживается
0,2	7,7	$2{\cdot}10^{-10}$ с	одна водородная связь
[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]
[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]	[состав — не публикуется до подачи заявок]
4,0	155	🔴 ≈ 10^{46} лет — выше порога измеримости, не время жизни	ковалентная связь

Строка 4,0 эВ исправлена 12.08 при сплошном чтении гл. 10. Стояло «геологические времена» — это занижение на тридцать с лишним порядков, и оно скрывало главное: в такой области формула перестаёт что-либо описывать. Правило тома: число, превосходящее время существования предмета, не публикуется как время жизни.

ТАБЛИЦА ПОСЧИТАНА ПРИ 300 К. ДЛЯ ЖИВОЙ СРЕДЫ — ПЕРЕСЧЁТ НА 310 К

| Барьер | τ при 300 К | τ при 310 К | |---|---|---| | 1,0 эВ | ≈ 2 часа | ≈ 35 минут | | 1,4 эВ | ≈ 10^3 лет | ≈ 180 лет |

Разница в десять градусов сокращает время жизни в 3…6 раз в рабочей полосе. Всюду, где время называется применительно к живой среде, берётся вторая колонка. Пересчёт всегда против нас.

Как читать таблицу. ① Вся практически осмысленная шкала — между 0,8 и 1,4 эВ, то есть в 0,6 эВ. ② Шаг 0,2 эВ (одна водородная связь) множит время жизни на ≈ $2{,}2 \cdot 10^3$. ③ Водородная связь как носитель долговременного состояния исключается количественно.

Две строки этой таблицы исправлены 12.08.2026 при её сборке — 1,2 эВ (стояло «год», верно «около полугода», ошибка была в нашу пользу) и 2,0 эВ (стояло 10^{10}, верно ≈10^{13} лет). Поправки внесены в семь файлов корпуса. Отношение соседних ступеней не менялось: узость полосы, то есть суть открытия, не затронута.

ПРИЛОЖЕНИЕ С · КАК ПОСЧИТАНО — ДВЕНАДЦАТЬ ЧИСЕЛ

Полные записи ведутся в рабочем архиве расчётов, у каждой пять полей, включая обязательное «чего это число НЕ означает». Здесь — сводка.

Заголовок исправлен в ночь на 13.08.2026: стояло «девять чисел» при двенадцати строках таблицы. Три числа (пп. 10–12) внесены 12.08, счёт за ними не пошёл — при том что строкой ниже уже стояло «пять записей из двенадцати». Отсюда открытый долг: полные записи в контент-пакете есть для девяти чисел; для пп. 10–12 их ещё нет, и пакет содержит запись «сколько нужно образцов», кото-

рой нет в этой сводке. Два набора сведены не полностью, и долг занесён в реестр обещаний, а не оставлен в примечании.

| № | Число | Из чего | 🔴 Чего не означает | |---|---|---|---| [состав — не публикуется до подачи заявок] | 2 | ≈ 92 °C | справочная | не устойчивость записи | [состав — не публикуется до подачи заявок] | 4 | 0,018 эВ — цена бита | kT·ln2 | не энергия нашего процесса | | 5 | 70 ЭБ/см³ | п. 3 ÷ 8 | предел сверху, не измеренная ёмкость | | 6 | 1,6 Дж | п. 3 × цена бита | не расход какого-либо устройства | | 7 | таблица «барьер → время» | Аррениус | не свойство нашего образца | | 8 | 6,02·10²³ — граница | число Авогадро | не аргумент о разведениях в нашу пользу | | 9 | 2,7·10²² молекул воды/см³ ≈ 0,8 от жидкой воды | 48 молекул на ячейку × п. 3 | не «структурированная вода» и не свойство | [состав — не публикуется до подачи заявок] [состав — не публикуется до подачи заявок] | 12 | 🆕 10^4…10^6 kT — цена топологического дефекта | (μb²/4π)·ln(R/r_c) на длине микрон | оценка порядка величины: ❓ упругие постоянные нашего кристалла нам недоступны |

🔑 Пять записей из двенадцати работают против удобных для нас выводов (пп. 5, 8, 9, 10, 11). Это сделано намеренно и сказано в самом разделе.

ПРИЛОЖЕНИЕ D · ДОКУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЧИСТОТЫ СОСТАВА

Основание — протокол испытаний № 180Л/З-31.05/24 аккредитованной испытательной лаборатории. 🔴 Используется строго в объёме протокола и только он: аннулированный разрешительный документ прежней категории в томе не упоминается ни разу.

| Показатель | Предел по НД, мг/кг | Результат | Как читаем | |---|---|---|---| | Свинец | не более 5,0 | менее 0,01 | ниже нормы в 500 раз

| | Мышьяк | не более 3,0 | менее 0,25 | в разы ниже допустимого | | Ртуть | не более 1,0 | менее 0,008 | ниже нормы более чем в 100 раз |

🔴 Границы документа, которые мы называем сами: 1. Объём протокола — три примеси. Основное вещество [состав — не публикуется до подачи заявок] в испытания не входило; протокол не является испытанием основного вещества. 2. «Менее X» — предел количественного определения метода, а не измеренная величина. Корректное чтение: содержание ниже порога, при котором метод даёт число. 3. Протокол говорит о чистоте состава и ни о чём другом: ни о свойствах, ни о действии, ни о применении.

📌 Правило цитирования протокола записано целиком в паспорте документального основания работы. Отклонение от него в любую сторону (расширение выводов или изъятие документа) считается искажением.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е · ЧТО В ТОМЕ НЕ ЗАКРЫТО — РЕЕСТР ОТКРЫТЫХ ДОЛГОВ

Приложение введено 12.08.2026 при доводке обвязки. Причина простая: том требует от других называть границы своих утверждений — значит обязан держать список собственных незакрытых мест в самом тексте, а не в рабочих файлах.

| № | Долг | Что именно нужно | Что нельзя утверждать до закрытия | Статус | |---|---|---|---|---| | Д-1 | Барьер нашего вещества не измерен | температурная серия ≥ 4 точек в окне ≥ 50 градусов, с контролем массы образца (§ 7.2-бис) | ни одного числа о времени удержания нашего носителя | ⏳ нужен прибор | | Д-2 | Упругие постоянные кристалла | численные значения C_{11}, C_{12}, C_{44}; работы существуют (бриллюэновская спектроскопия, ультразвуковой резо-

нанс), значения за пределами открытого доступа | цена топологического дефекта публикуется только как оценка порядка величины | ⏳ нужен прибор или доступ | [состав — не публикуется до подачи заявок] | Д-3-бис | Приоритет по сопоставлению двух ролей kT (цена бита ↔ порог устойчивости, D-02) | обзор по физике информации: не стояли ли эти две роли рядом раньше | «насколько нам известно, не были» держится как кандидатское заявление; «мы первыми» не пишется нигде | ⏳ нужен обзор | [состав — не публикуется до подачи заявок] | Д-5 | Ни одной измеренной координаты порядка | программа части V целиком | любое количественное утверждение о состоянии нашего образца | ⏳ нужен прибор | | Д-6 | Сплошная вычитка тома | главы 1–22 | что том вычитан целиком | ✅ закрыт: том прочитан целиком, все 22 главы; исправлен 31 дефект, внесено 16 уточнений | | Д-7 | Английская редакция | перевод по стандарту серии | что работа доступна внешнему читателю | ✅ закрыт: английская редакция выполнена целиком — вводные страницы, все 22 главы, научный аппарат и приложения A–E |

🔑 Как читать это приложение. Долг — не слабость работы, а её адрес. Каждая строка называет, что именно закроет вопрос, и чего нельзя говорить до этого. Работа, у которой такого списка нет, не бывает без долгов — у неё просто нет их описи.

💎 Два долга из восьми закрыты — оба текстовые (сплошная вычитка и английская редакция). Открытыми остаются шесть, и ни один из них не закрывается текстом: четырём нужен прибор (Д-1, Д-2, Д-4, Д-5), двум — профильный литературный обзор (Д-3, Д-3-бис). Это и есть честная граница тома, написанного до эксперимента, а не вместо него.

Полный текст труда. Он же открыт в читалке на 91-99-192-247.sslip.io/library.html — с закладками и возвратом в место чтения.