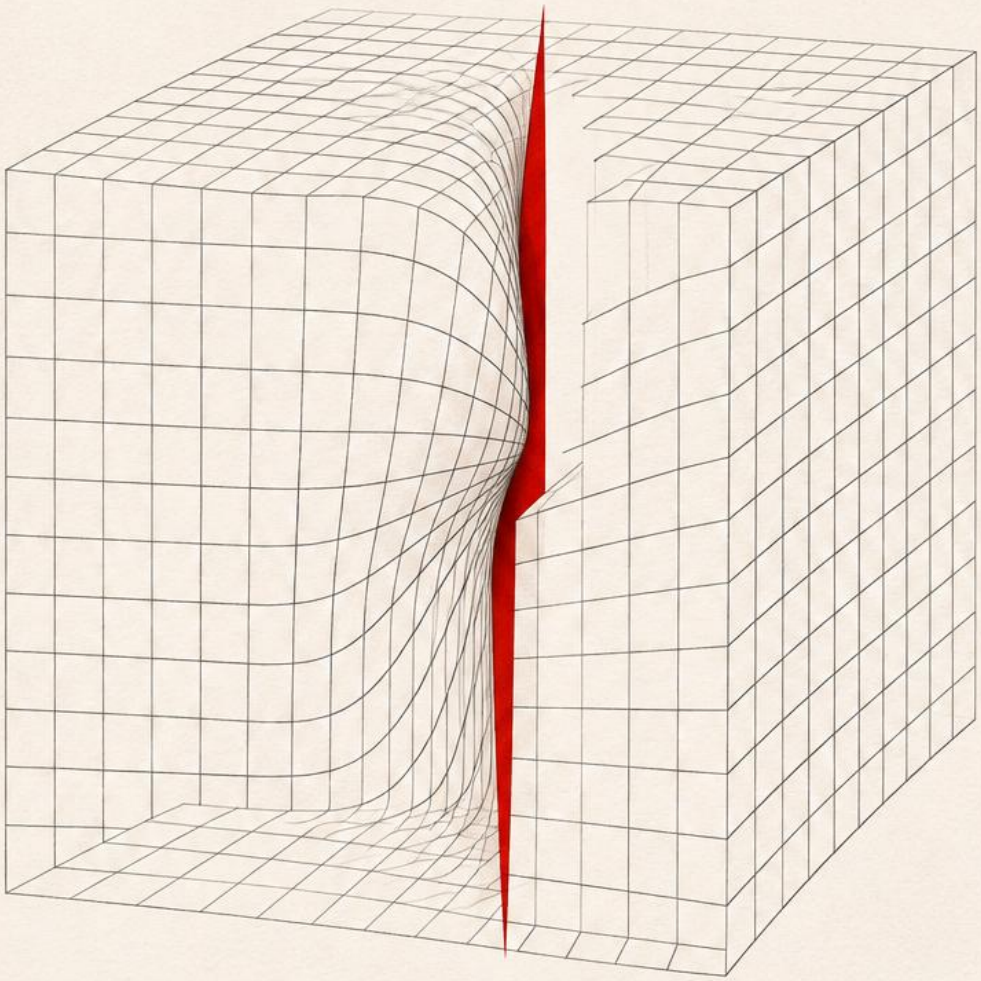
ЯРКО КРАСНЫЙ

Протоколы работы с аномалиями пространства, времени, материи и информации



Евгений Бренев
Мира Вейран

Евгений Бренев
Мира Вейран

ЯРКО КРАСНЫЙ

Протоколы работы с аномалиями пространства, времени, материи и информации

2026

Предисловие

Необычное явление ставит перед исследователем две задачи. Необходимо сохранить возможность обнаружить новый эффект и одновременно проверить, не создаётся ли наблюдение известным процессом, особенностью прибора или способом интерпретации. Эти задачи требуют общего языка. В нём описание события связывается с измерением, моделью, решением и условиями пересмотра.

«Ярко красный» посвящён построению такого языка и его практическому применению. Книга рассматривает расхождения времени, пространственные несоответствия, необычные поля, световые и тепловые процессы, изменения вещества, переживания, цифровые отклонения и кажущуюся осмысленность ответов. Для каждого направления задаются наблюдаемые величины, альтернативные объяснения и проверки, способные изменить оценку случая.

Читателю не предлагается заранее принять единую природу всех необычных событий. Термин «аномалия» обозначает задачу относительно указанной модели ожидания. Некоторые задачи завершаются известным объяснением; другие требуют дополнительных данных или новых измерительных средств. Отдельные главы исследуют условные модели, включая локальное изменение темпа времени и необычную пространственную связность. Их допущения и пределы обозначаются непосредственно в тексте.

Такое устройство позволяет использовать книгу последовательно и по ситуации. Первые две части формируют общие правила. Следующие пять рассматривают отдельные классы проявлений. Организационные и управленческие разделы связывают измерение с действиями группы. Десятая часть посвящена приборам и развитию исследовательской программы. Рабочие формы в приложениях помогают перенести эту логику в паспорт конкретного случая.

Книга развивает путь от устойчивого наблюдения к модели происхождения, расчёту параметров и инженерной проверке. Приборные проекты показывают устройство измерительных цепей и условия их квалификации. Завершающий практикум содержит учебные дела с данными, решениями и ограниченными итогами. Рабочие формы и указатели связывают эти дела с тематическими главами.

Как читать научные и прикладные утверждения

Ссылки в квадратных скобках указывают на источники в библиографии. Фактические результаты публикаций используются в пределах описанных условий. Собственные исследовательские схемы обозначаются как авторские предложения. Они требуют проверки пригодности для конкретной установки и не заменяют действующие отраслевые требования. Конкретные пределы эксплуатации определяются выбранными средствами измерения, задачей и применимыми нормами.

Учебные сценарии являются вымышленными. Их назначение — показать последовательность рассуждений и действий. Числа в таких примерах служат только разбору задачи и не становятся универсальными порогами безопасности или обнаружения. Математически определённая условная модель также не удостоверяет существование её источника в природе. Она позволяет вывести следствия, которые можно сопоставлять с наблюдениями.

При чтении полезно постоянно различать четыре вопроса: что зарегистрировано, как получен результат, чем он объясняется и какое действие допустимо. Уверенность в одном ответе не переносится автоматически на остальные. Хорошо зарегистрированный сигнал может иметь

неизвестную причину. Убедительное объяснение может не давать способа вмешательства. Успешное ограничение воздействия может оставлять источник действующим.

Назначение протокола

Протокол организует получение знания и принятие решения. Он задаёт исполнителя, входные условия, действие, наблюдаемый результат, основания остановки и порядок последующей проверки. Его ценность определяется тем, можно ли понять и повторить процедуру, установить причины отказа и пересмотреть её при новых данных. Наличие подробной инструкции не устраняет неопределённость неизвестного явления; оно делает эту неопределённость видимой для участников.

Книга рассчитана на читателя, готового различать наблюдение и гипотезу, а для специализированных операций обращаться к соответствующей компетенции. Основные понятия объясняются по мере введения. Сложные физические модели включены там, где они позволяют уточнить измеряемые следствия. При чтении по ситуации следует сначала использовать навигационную таблицу, затем обратиться к общим главам о данных, опасности и выборе режима.

Научная работа с неизвестным начинается с аккуратно поставленного вопроса. Её результатом становится более точное описание мира и более обоснованное действие. Если новая запись не позволяет выбрать объяснение, она всё ещё может показать, чего недостаёт следующему прибору или опыту. Этот переход от неопределённости к проверяемой задаче объединяет все части трактата.

Оглавление

Предисловие 3
Список иллюстраций 8
Навигация по ситуациям 10
Часть I Основания исследования 12
1 Предмет науки об аномалиях 12
2 Наблюдение и объяснение 13
3 Доказательства и неопределённость 16
4 Причинные модели и различающие проверки 20
5 Пределы знания и этика исследования 23
Часть II Классификация и описание 26
6 Многомерная классификация аномалий 26
7 Профиль опасности и границы решения 28
8 Паспорт случая и происхождение данных 32
9 Первичная регистрация и выбор режима 34
10 Сочетание эффектов и развитие события 38
11 Возникновение и поддержание аномальных режимов 42
Часть III Время и причинность 46
12 Физическое время и показания часов 46
13 Проверка локальных временных расхождений 48
14 Повторение событий и предполагаемые временные петли 53
15 Предвидение и обратная причинность 54
16 Условная модель локального изменения темпа времени 57
Часть IV Пространство и новые взаимодействия 62
17 Геометрия пространства и оптические пути 62
18 Проверка необычной связности и пространственных переходов 65
19 Гравитация и инерционные отклонения 68
20 Новые поля и изменение фундаментальных параметров 71
21 Кротовые норы и пределы физических моделей 75
Часть V Физические процессы в среде 78
22 Электромагнитные отклонения 78
23 Необычные световые объекты 80
24 Акустика и механические колебания 83
25 Тепловые процессы и энергетический баланс 86
26 Движение предметов и кажущаяся левитация 88
Часть VI Вещество и живые системы 91
27 Изменения массы и состава 91
28 Ионизирующее излучение и отказ детектора 94

29 Биологические и экологические отклонения 96
30 Смешанные процессы и каскадные изменения 99
31 Образцы и сохранение исследуемого состояния 101

Часть VII Восприятие и информация 106

32 Пропавшее время и разрывы воспоминаний 106
33 Ощущение присутствия и внетелесные переживания 109
34 Необычные ощущения в помещениях 112
35 Цифровые аномалии и пределы автоматического анализа 113
36 Кажущаяся агентность и проверка осмысленного ответа 116

Часть VIII Организация исследования 120

37 Исследовательская группа и распределение ответственности 120
38 Разведка и дистанционное наблюдение 125
39 Контролируемый опыт и независимое повторение 129
40 Управление данными и отчёт об исследовании 131
41 Ошибки метода и разбор неудач 136

Часть IX Управление и нейтрализация 139

42 Изоляция и ограничение установленного воздействия 139
43 Стабилизация и обратимые вмешательства 141
44 Подтверждение нейтрализации 145
45 Завершение работ и последующее наблюдение 149
46 Экспертная оценка противоречивых результатов 151

Часть X Приборы и развитие экстранауки 154

47 Архитектура универсального измерительного комплекса 154
48 Проектирование нового датчика 157
49 Испытание прибора и подтверждение характеристик 158
50 Проект автономного сравнения часов 163
51 Проект стенда для малых сил 168
52 Проект дифференциального датчика условного взаимодействия 174
53 Исследовательская программа неизвестного явления 180
54 Как пересматриваются теория и протокол 183

Часть XI Исследовательский практикум 187

55 Дело 1: Расхождение часов после восстановления связи 187
56 Дело 2: Устойчивый остаток малой силы 190
57 Дело 3: Проверка временной модели по часам и механике 192
58 Дело 4: Меняющаяся область и потеря наблюдаемости 196
59 Дело 5: Информационная зависимость на новых заданиях 199
60 Дело 6: Проверка предполагаемой нейтрализации 202
61 Дело 7: Материал с утраченным происхождением 205
62 Дело 8: Редкое событие, пропуски и отрицательный результат 208

Приложения 212

А Форма паспорта случая 212

Б План различающего эксперимента 214

В Карта измерительной независимости 216

Г Решение о режиме и остановке 217

Д Акт проверки результата вмешательства 218

Е Термины и сокращения 219

Ж Рабочие формы организации 222

З Источник условной статической временной области 230

И Реестр случаев и нерешённых вопросов 233

К Предметный и ситуационный указатели 235

Библиография 238

Список иллюстраций

Рисунки следуют порядку глав. Составные панели объединены одной подписью; условные модели и вымышленные учебные данные обозначены рядом с изображением.

1 Четыре слоя: запись, обработка, измерение, объяснение 14
2 Почему больше сообщений не означает больше событий 19
3 Причинная карта и обходные объяснения 20
4 Три карты одной области: обнаружение, наблюдаемость, доступ 31
5 Пять режимов исследования и основания перехода 35
6 История состояния и две ветви отклика 41
7 Порог и смена устойчивости режима 44
8 Генератор, счётчик и журнал: где возникает расхождение 47
9 Трёхмерная сеть и проверочный узел E 52
10 Когда цель сформирована, а когда предъявлена 56
11 Удерживающее ускорение и требуемые напряжения 61
12 Неизменная сцена и изменившийся путь света 63
13 План наблюдения и граф зарегистрированных связей 66
14 Что измеряют опорный акселерометр и градиометр 69
15 Форма добавочной силы и геометрия протяжённых тел 74
16 Конечный запас и поддерживаемое свечение 83
17 Воздушный и конструкционный пути передачи 85
18 Контрольный объём и остаток энергетического баланса 87
19 Одна пластина в двух ракурсах 90
20 Нулевое показание при утрате пригодности канала 96
21 Общая тенденция и изменение только исследуемого участка 98
22 Карта образца, дочерние части и изменения состояния 103
23 Четыре линии реконструкции одного эпизода 107
24 Сенсомоторная связь и отдельный отчёт участника 111
25 Девять целей среди 109 тревог 115
26 Взаимодействие, исчезающее при усреднении 119
27 K7 после разрыва связи: принято не означает исполнено 129
28 Частичный порядок без общей шкалы времени 135
29 Экран перекрывает один путь, конструкция сохраняет другой 141
30 Тепловой переход при сохранённом теплоотводе 145
31 Пять объяснений исчезновения целевого признака 146
32 Где заканчивается независимость измерительных каналов 155
33 Какую часть тракта проверяет контрольное введение 160
34 От календарного срока к эффективной экспозиции 163
35 Перестановка входов при неподвижных генераторах 165
36 Частотная ступень заканчивается, фазовый вклад остаётся 167
37 Автономное сравнение частот: измерение и общая опора 168

38 Крутильный стенд: геометрия момента и оптического отсчёта 170
39 От крутильного отклика к ограниченной оценке силы 173
40 Два разных резонатора и их собственные контрольные каналы 175
41 Что сохраняет и что стирает дифференциальный показатель 179
42 Условная связь χ и реализуемый измерительный тракт 180
43 Сообщение, материал, событие и серия — разные единицы 185
44 Общий скачок меток и отдельный дрейф генератора 189
45 Модель силы и независимые проверочные измерения 192
46 Одна метрика выдерживает часы и не выдерживает механику 195
47 Рост измеренного контура и потеря пригодности 198
48 Перенос результата на независимый набор 201
49 Подавление показания и ограничение передачи 204
50 Граница подтверждённого происхождения П-07 207
51 От календарного времени к границе частоты событий 210

Навигация по ситуациям

Таблица связывает исходное наблюдение с измерительной задачей и тематическими главами. Она не устанавливает причину события. Рабочие формы приведены в приложениях А–Д и Ж; предметный и ситуационный указатели — в приложении К.

Ситуация	Главы	Начальный вопрос	Связанные разделы
Часы расходятся	12–13	Источник времени и независимость сравнения	8, 9, 47
Пропал промежуток воспоминаний	32	Разделение памяти, поведения и временных записей	2, 5, 13
Событие кажется повторяющимся	14	Проверка записи цикла и сохраняющихся следов	3, 15, 40
Сообщение выглядит предсказанием	15	Момент фиксации и обычные каналы информации	4, 39, 46
Маршрут или расстояние не совпадает	17–18	Геометрия и путь измерительного сигнала	3, 19, 38
Предполагается локальная временная область	16	Условная модель и совместимые наблюдаемые следствия	12, 13, 21
Необычно движется предмет	26	Траектория, силы и ограничения реконструкции	19, 22, 24
Появляется светящийся объект	23	Исходные кадры, спектр и геометрия	17, 22, 38
Возникают поля или помехи	22	Полоса датчика и общие зависимости	10, 35, 47
Слышны необычные звуки	24	Пригодность акустического тракта и передача колебаний	9, 34, 38
Меняется температура	25	Измерение температуры и границы баланса	3, 30, 49
Изменился материал или масса	27, 31	Происхождение образца и независимые методы	8, 29, 44

Ситуация	Главы	Начальный вопрос	Связанные разделы
Дозиметр даёт необычный результат	28	Диапазон, работоспособность и насыщение	7, 9, 44
Меняются организмы или экосистема	29	Сопоставимый фон и характер воздействия	5, 30, 31
Ощущается присутствие	33–34	Разделение переживания и внешней регистрации	5, 32, 36
Получен предположительно осмысленный ответ	36	Заранее заданный критерий и контроль утечек	15, 35, 39
Эффект виден только после обработки	35, 40	Исходник и история преобразований	2, 3, 41
Несколько явлений появились вместе	10, 30	Общая причина и разрешимый порядок событий	7, 39, 46
Нужно ограничить воздействие	42–43	Установленный канал и проверяемое действие	7, 37, 44
Сигнал исчез после вмешательства	44–45	Состояние источника и сохранение чувствительности	28, 40, 49
Нужен новый прибор	47–49	Измерительная модель и испытание характеристик	3, 20, 53
Данные противоречат друг другу	41, 46	Область расхождения и независимые проверки	2, 8, 54
Эффект сохранился после контролей	53	Модель, параметры и независимый прогноз	56
Нужно разработать измеритель	50–52	Инженерные проекты и квалификация	48, 49
Связь восстановилась после разрыва	38	Подтверждение состояния и судьбы команд	40
События не обнаружены	49	Эффективная экспозиция и ограничение модели	62
Нужен сквозной пример	55–62	Исследовательский практикум	Приложения А–Д, Ж

Часть I

Основания исследования

Глава 1

Предмет науки об аномалиях

Необычное событие становится предметом исследования, когда удаётся сформулировать, что именно в нём требует объяснения. Часы расходятся, изображение раздваивается, предмет меняет положение, человек ощущает присутствие, датчик выдаёт непредусмотренный сигнал. Эти сообщения могут относиться к разным физическим процессам и к разным звеньям наблюдения. Первое действие исследователя состоит в выделении проверяемого утверждения. Без него любое новое измерение рискует увеличить число впечатлений, не уменьшив неопределённости.

В этой книге аномалией называется отклонение наблюдений от явно указанного ожидания, которое заслуживает отдельной проверки. Ожиданием может служить физическая модель, прежнее состояние объекта, контрольная площадка или характеристика измерительного прибора. Такое определение делает термин относительным к знанию и процедуре наблюдения. Оно не приписывает явлению неизвестную природу заранее. После выяснения механизма необычный случай сохраняет исследовательскую ценность: становится понятно, при каких условиях прежняя модель переставала работать.

От рассказа к исследовательскому объекту

Исходное сообщение обычно содержит несколько слоёв. В предложении «в комнате остановилось время и появился кто-то посторонний» соединены переживание длительности, предполагаемое изменение физического времени и интерпретация присутствия. Для работы их разводят на самостоятельные вопросы. Сохранились ли записи часов? Что происходило с движением и звуком? Каким было состояние наблюдателя? Что именно позволило предположить внешний источник? Разделение сохраняет содержание рассказа и открывает возможность независимых проверок.

Объектом исследования может быть участок среды, событие, последовательность измерений, образец, переживание или несоответствие между каналами. В начале работы желательно выбрать одну единицу анализа. Если ею объявлено событие, требуется определить его начало и конец. Если исследуется территория, нужны границы обследования и условия их изменения. Если рассматривается серия сообщений, необходимо правило включения случая в серию. Иначе состав данных будет незаметно изменяться вслед за предпочтительным объяснением.

Универсальность трактата обеспечивается способом постановки задачи. Для ещё неизвестного класса нельзя заранее перечислить все проявления, но можно потребовать описание наблюдаемой величины, происхождения записи, модели ожидания и условий принятия решения. Эту структуру допускается расширять. Если новое явление не помещается в предложенную классификацию, сохраняется его первичное описание, а классификация пересматривается. Само отсутствие подходящего названия не должно становиться причиной отбрасывания данных.

Уровни утверждений

Установленный результат в книге означает узкое утверждение, обеспеченное указанным исследованием. Рабочая гипотеза связывает наблюдение с предполагаемым механизмом и допускает проверку. Условная модель исследует последствия дополнительного допущения:

например, определённого изменения метрики пространства-времени. Авторский протокол задаёт предлагаемый порядок действий и требует проверки пригодности для конкретной задачи. Эти статусы отвечают на разные вопросы и могут присутствовать в одной главе.

При описании необычного временного отклонения установленными могут быть сами записи и характеристики часов. Объяснение через локальный физический эффект останется гипотезой. Геометрия области, позволяющая рассчитать ожидаемые показания, будет условной моделью. Схема развёртывания станции станет авторским протоколом. Переход между уровнями совершается при появлении новых оснований; убедительность терминов его не заменяет.

Задачи экстранауки

Под экстранаукой здесь понимается исследовательская программа для явлений, выходящих за пределы привычного описания, при сохранении проверяемости рассуждений. Она включает поиск альтернатив, разработку измерений и анализ собственных ограничений. Если предполагаемый эффект не имеет пока установленного канала взаимодействия с прибором, первой задачей становится поиск такого канала. Если объяснение допускает несколько разных исходов без указания условий выбора, необходимо уточнить модель до начала решающего опыта.

Практический результат работы может состоять в обнаружении нового механизма, исправлении измерительной процедуры, ограничении параметров гипотезы или документированном признании недостатка данных. Каждый из этих результатов изменяет последующие действия. Отчёт о недостаточной чувствительности полезен, когда показывает, какое улучшение необходимо. Отчёт о приборном артефакте полезен, когда позволяет узнавать его в других условиях. Критерием продвижения служит сокращение пространства допустимых объяснений и повышение качества решений.

Учебный сценарий

Вымышленная исследовательская группа получает три сообщения об исчезновении небольшого предмета. В первом случае есть только воспоминание, во втором — видеозапись с пропущенными кадрами, в третьем — непрерывная запись двух камер с неизвестной синхронизацией. Все три случая регистрируются, но требуют разных следующих шагов. Первый позволяет изучать обстоятельства и свидетельства. Второй требует исследования разрыва записи. Третий допускает восстановление последовательности после проверки часов и геометрии. Общее слово «исчезновение» не создаёт общего механизма.

Работа начинается с вопроса, на который имеющиеся данные способны ответить. По мере уточнения этого вопроса формируется паспорт случая, выбираются классы проявлений и оценивается допустимый режим исследования. Следующая глава рассматривает, как сохранить границу между самим наблюдением и объяснением, которое возникает почти одновременно с ним.

Глава 2

Наблюдение и объяснение

Наблюдение редко поступает в отчёт в исходном виде. Между событием и итоговым описанием находятся органы чувств, прибор, программное преобразование и язык. Каждый переход отбирает часть информации и добавляет предположения. Поэтому научное описание полезно начинать с восстановления цепочки: что взаимодействовало с чем, какой сигнал возник, как его сохранили и по какому правилу сделали вывод. Эта цепочка важна и для камеры, и для рассказа очевидца.

Четыре слоя записи

Первый слой содержит доступный исходный материал: файл, показание, непосредственную запись слов человека, образец и условия его получения. Второй слой описывает обработку: фильтрацию, синхронизацию, преобразование единиц, выделение границ события. Третий слой представляет результат измерения или реконструкции. Четвёртый содержит интерпретацию причины. Между слоями должны сохраняться связи, позволяющие вернуться к предыдущему состоянию и изменить способ анализа без изменения исходника.

Видеозапись светящейся точки является исходным материалом. Координаты точки после стабилизации кадров относятся к обработанным данным. Угловая скорость — результат измерительной модели. Утверждение о траектории и ускорении требует дополнительных сведений о дальности и движении камеры. Предположение о механизме полёта находится ещё дальше по цепочке. Чем больше переходов, тем существеннее документировать параметры каждого из них.

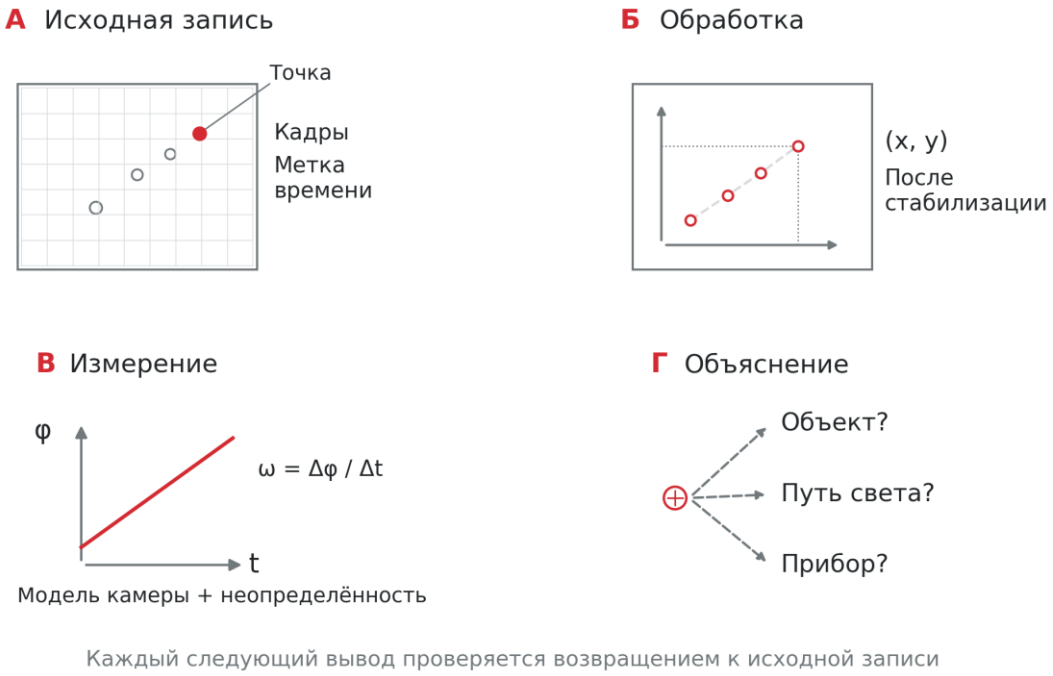


Рисунок 1. Четыре слоя: запись, обработка, измерение, объяснение. Схема метода. Один материал проходит четыре слоя: запись, обработка, измерительная модель и возможные объяснения. Линия движения условна и не содержит численного результата. Знаки вопроса обозначают конкурирующие гипотезы; к исходной записи можно вернуться на любом этапе.

Для свидетельства структура аналогична. Первоначальное свободное описание сохраняют отдельно от ответов на уточняющие вопросы. Сведения, полученные после просмотра чужой записи или разговора с другим очевидцем, отмечают по времени поступления. Это позволяет исследовать историю сообщения без обвинений в недостоверности. Эксперименты с памятью очевидцев показывают, что последующее обсуждение способно влиять на содержание воспоминания; конкретное сообщение при этом требует собственного анализа. [1]

Нейтральная формулировка

Нейтральность состоит в точности утверждения. Формулировка «датчик зарегистрировал превышение своего фонового диапазона» полезнее общей фразы о выбросе энергии, пока

неизвестно, какую величину измерял датчик. Формулировка «наблюдатель сообщил об ощущении присутствия» сохраняет факт сообщения и позволяет отдельно исследовать возможный внешний стимул. Предпочтительны слова, смысл которых не меняется при смене гипотезы.

Интерпретации не следует удалять из журнала. Они показывают, почему был выбран следующий опыт и какие ожидания могли повлиять на оператора. Для них выделяют отдельное поле с автором, датой и основаниями. Когда версия отвергается, запись остаётся. Такая история объясняет ход работы и помогает отличить заранее предложенное предсказание от удачного объяснения, появившегося после знакомства с результатом.

Проверка измерительного посредника

Прибор воспринимает определённый вид взаимодействия и работает в ограниченном диапазоне. В описании необычного показания нужны модель устройства, режим, единица, период усреднения, настройки и сведения о состоянии. Снимок экрана редко содержит все эти параметры. Для воспроизводимой проверки сохраняют исходный поток или наиболее ранний доступный формат, затем отмечают неизбежные преобразования.

Уменьшение сигнала после смены настроек может означать изменение чувствительности. Увеличение детализации изображения способно быть следствием обработки. Поэтому до сравнения двух записей метролог устанавливает, сопоставимы ли режимы. Если они различаются, нужен способ приведения к общей измерительной модели либо отдельная оценка каждого режима. Сравнение красивых итоговых изображений не заменяет этой работы.

Авторский порядок разделения слоёв

1. Хранитель данных сохраняет исходный материал и присваивает ему идентификатор; отсутствие исходника отмечается явно.
2. Оператор описывает обстоятельства получения, доступные настройки и все известные пропуски.
3. Аналитик перечисляет операции, необходимые для получения рассматриваемого результата, и сохраняет их версии.
4. Метролог указывает предположения преобразования сигнала в физическую величину и существенные ограничения.
5. Руководитель исследования формулирует отдельные объяснения и связывает каждое с проверяемым предсказанием.
6. При невозможности восстановить критический переход итог ограничивают тем слоем, который действительно обеспечен данными.

Остановка анализа не обязательно означает остановку регистрации. Если запись продолжается без добавленного риска, исходные материалы можно сохранять, пока выясняется проблема обработки. Напротив, если оператор ради получения нужного изображения меняет воздействие на неизвестную среду, возникает новый эксперимент. Для него требуется отдельное решение, поскольку меняются и исследуемое состояние, и условия безопасности.

Учебный разбор

Вымышленная камера показывает фигуру, появляющуюся на фоне тёмного коридора. Автоматическое повышение контраста делает контур отчётливее. Исследователь сохраняет исходный файл, результат обработки и параметры алгоритма. На первом уровне установлено наличие определённой структуры в записи. Следующая проверка выясняет её устойчивость в

исходных кадрах, соседних пикселях и независимом канале. До этого форма контура не задаёт ни физическую природу источника, ни его намерение.

Такое разделение позволяет менять объяснение без переписывания истории наблюдения. Оно также делает спор продуктивным: участники обсуждают конкретный переход между данными и выводом. Следующий шаг состоит в оценке того, насколько точен результат и какое отклонение можно считать содержательным.

Глава 3

Доказательства и неопределённость

Число на экране приобретает научный смысл вместе с определением величины и условиями получения. Показание может повторяться с высокой точностью и при этом содержать устойчивое смещение. Оно может быть верным в лаборатории и ненадёжным после переноса. Исследование аномалии требует оценивать всю измерительную модель, включая связи между её входными данными. Введение к Руководству по выражению неопределённости измерений (JCGM GUM-1) рассматривает именно такой подход к измерению и выражению неопределённости. [2]

Что сравнивается с ожиданием

Для любого отклонения записывают наблюдаемое значение, ожидаемое значение и правило их сравнения. Ожидание также может быть неопределённым. Например, фоновая температура меняется во времени, геометрическая модель имеет погрешность координат, а прогноз прибора зависит от состояния среды. Разность двух чисел нельзя оценивать, зная точность только одного из них. Особенно существенны общие поправки: они способны одновременно сдвигать оба результата.

Полезно различать разброс повторных наблюдений, систематические влияния, неопределённость модели и недостаток данных. Эти составляющие требуют разных действий. Дополнительное усреднение может уменьшить случайный разброс в допустимых условиях, но не устранит неправильную калибровку. Более подробная модель может изменить ожидаемое значение, однако её лишние параметры способны сделать проверку менее определённой. Поэтому каждое улучшение должно отвечать на конкретный вопрос о происхождении неопределённости.

Уровни доказательной силы

Однократное сообщение обеспечивает существование сообщения. Сохранённая запись позволяет исследовать зарегистрированный сигнал. Проверенный измерительный тракт даёт основание обсуждать величину. Повторение при контролируемых условиях поддерживает связь с этими условиями. Независимая проверка показывает переносимость результата на другую реализацию. Это последовательность задач, а не обязательная лестница для каждого случая: редкое природное событие может не повториться, но качественная многоканальная запись всё равно ограничит возможные объяснения.

Слабое звено нельзя компенсировать количеством последующих рассуждений. Если неизвестна дальность до источника, точность оценки его углового движения не превращается в точность линейной скорости. Если образец потерял прослеживаемое происхождение, детальный химический анализ описывает исследованный материал, но не восстанавливает автоматически место его появления. В отчёте следует указывать, какое утверждение ограничено конкретным недостатком.

Предел обнаружения и отрицательный результат

Отсутствие зарегистрированного сигнала информативно только относительно известной способности его обнаружить. Нужно назвать диапазон, временное окно, геометрию, уровень фона и применённый критерий. Если сигнал ожидается в полосе, которую датчик не измеряет, результат не ограничивает соответствующую гипотезу. Если устройство работало лишь часть времени, нельзя переносить наблюдение на пропущенные интервалы.

Ложные тревоги и пропуски являются разными характеристиками. Прибор с редкими тревогами может плохо замечать интересующий эффект. Отчёт Национального института стандартов и технологий США (NIST) о проверке ложных тревог связывает выводы с моделью испытаний и их объёмом; такой вывод не задаёт автоматически вероятность пропуска. [3] Для исследовательского комплекса требуется отдельно подтверждать оба свойства в тех условиях, где они важны для решения.

Численный учебный пример

Рассмотрим вымышленное сравнение двух каналов температуры. Первый показывает разность с фоном 0,4 градуса, второй — 0,3 градуса. Если неизвестная поправка первого канала сопоставима с 0,5 градуса, а второго с 0,4 градуса, близость центральных значений ещё не обеспечивает точного подтверждения эффекта. Если оба канала используют одну ошибочную оценку фоновой температуры, их согласие может сохраняться при общем смещении. Числа здесь служат иллюстрацией структуры задачи и не являются критерием для реального прибора.

Следующим полезным действием станет проверка общего фонового канала или независимого эталона. Многократное повторение тех же показаний без изменения источника смещения даст более длинную запись той же неоднозначности. При выборе следующего измерения полезно спрашивать, какую составляющую неопределённости оно уменьшит и насколько это изменит решение.

Практическая запись результата

- Величина и единица; координаты, время и границы усреднения.
- Модель преобразования исходного сигнала и происхождение её параметров.
- Оценка неопределённости с указанием охваченных и неохваченных влияний.
- Сравниваемая модель ожидания и причины выбора фонового интервала.
- Сведения о насыщении, пропусках, отказах и общих зависимостях каналов.
- Утверждение, которое поддерживается данными, и ближайшее более сильное утверждение, для которого оснований пока недостаточно.

Статистическая необычность также относится к выбранной модели. Малое значение вероятности при её предпосылках не является вероятностью истинности нового объяснения. Если поиск охватывал множество окон, каналов и способов фильтрации, необходимо учитывать саму процедуру поиска. Для оценки устойчивости находки полезен новый набор данных с заранее закреплённым правилом. Подгонка модели шума после обнаружения события должна оставаться видимой частью анализа.

Последний пункт защищает исследование от незаметного расширения вывода. Из установленного отклонения ещё предстоит вывести его причину. Для этого требуется несколько конкурирующих моделей и такой опыт, исходы которого будут для них различаться.

Изменение распределения как исследовательский объект

Предметом исследования может стать распределение обычных событий. Каждая отдельная регистрация при этом укладывается в известный диапазон, однако меняются частота, разброс, последовательность или зависимость между каналами. Описание такого случая начинается с множества возможностей, среди которых выделяется событие. Для совпадения это перечень сравниваемых пар и допустимое временное окно; для отказа устройства — число пригодных циклов; для редкого импульса — пригодная длительность наблюдения. Число удачных примеров без этого знаменателя не определяет частоту.

До наблюдения записывают правило включения. В него входят канал, порог, длительность, допустимое состояние прибора и способ объединения соседних срабатываний. Одна длинная помеха может дать сотню строк журнала, но оставаться одним эпизодом. Изменение алгоритма объединения требует пересчёта всего сопоставляемого материала. Если прежние исходные записи утрачены, сравнение старой и новой частоты получает соответствующее ограничение.

Проверяемое изменение	Необходимый знаменатель	Существенная альтернатива
Частота импульсов	Пригодное время и эффективность выбранного детектора	Изменились порог, простои или фон
Доля совпадений	Все допустимые пары и заранее выбранное окно	Число сравнений выросло после просмотра
Разброс показаний	Сопоставимые серии с учётом связи отсчётов	Изменились температура или длительность усреднения
Группирование событий	Вся последовательность, включая интервалы без событий	Один источник породил несколько записей
Условная зависимость	Все сочетания заранее заданных условий	Условия связаны с оператором, местом или расписанием

В учебном примере сеть зарегистрировала 20 сообщений за первый период и 60 за второй. Число действующих узлов выросло с 10 до 40, а длительность периодов одинакова. Даже при одинаковой чувствительности исходные количества не подтверждают увеличение частоты на узел: отношение изменилось с 2 до 1,5 сообщения. Эти числа ещё не являются оценкой частоты независимых событий: сначала необходимо объединить повторные сообщения, учесть реальное время каждого узла и проверить сопоставимость мест. Пример показывает, почему архив сообщений и поток физических событий описываются разными единицами.

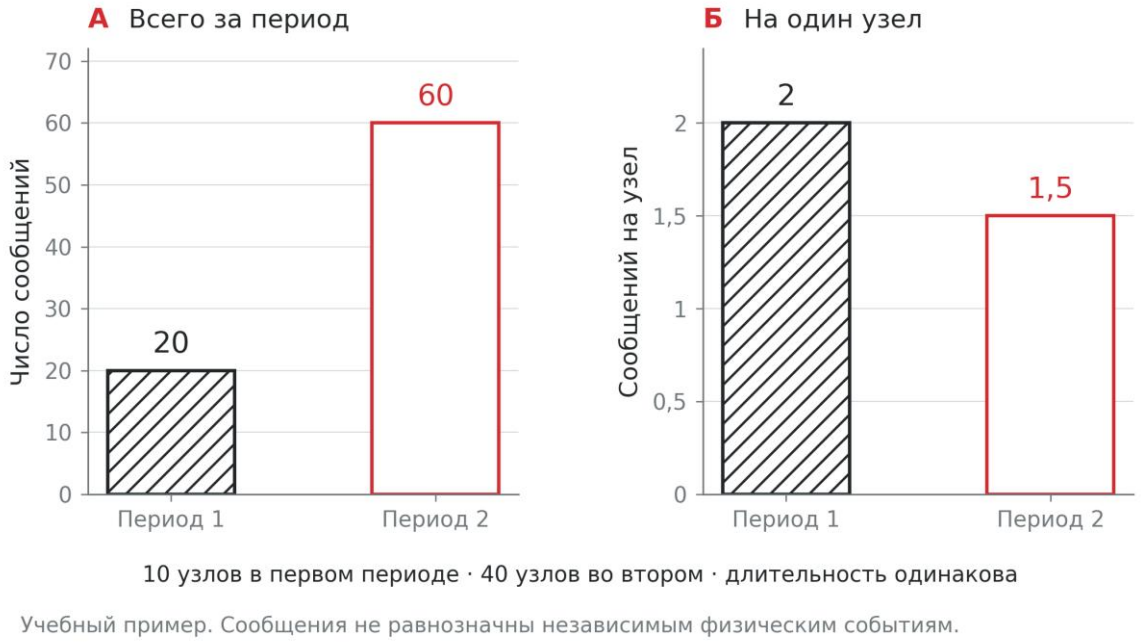


Рисунок 2. Почему больше сообщений не означает больше событий. Синтетический учебный пример. Число сообщений выросло с 20 до 60, а число узлов — с 10 до 40. За одинаковый период нагрузка на один узел уменьшилась с 2 до 1,5 сообщения. Из этих чисел нельзя вывести частоту независимых физических событий.

Подтверждающая серия и момент завершения

Поисковая серия используется для выбора признака и оценки выполнимости следующего измерения. Подтверждающая серия начинается после фиксации признака, модели фона, критериев пригодности и правила завершения. Если по её данным выбирают новое окно совпадения или новый поднабор людей, результат такого выбора становится поисковым. Наличие большого числа отсчётов не возвращает ему заранее заданный статус.

Простой учебный план предусматривает четыре проверки после 100, 200, 300 и 400 пригодных попыток. Для каждой заранее строится корректный доверительный интервал с вероятностью ошибки не более 0,0125 в принятой модели. По неравенству объединения вероятность хотя бы одного непокрытия на этих четырёх фиксированных шагах не превышает 0,05. Независимость самих четырёх проверок для этого рассуждения не требуется, но каждый интервал должен быть действителен в своей модели данных. План не разрешает дополнительные незаписанные просмотры с новым правилом решения.

Более гибкие последовательные методы способны поддерживать заявленные свойства при многократном обновлении результата. В частности, доверительные последовательности строят интервалы с одновременным покрытием во времени при указанных предпосылках [58]. Перед применением выбирают конкретную конструкцию и проверяют её условия. Обычный интервал для фиксированного объёма данных нельзя автоматически объявить пригодным для любого момента остановки.

Результат исследования распределения формулируют через оценённую зависимость и пределы её переноса: частота определённых импульсов выше в указанном режиме при данных правилах регистрации; либо эффект не обнаружен с установленной чувствительностью. Изменение распределения само по себе не устанавливает вмешательство в причинность, намерение или новый

закон природы. Оно создаёт следующую задачу: выяснить, какие изменения источника, среды и наблюдения воспроизводят найденную зависимость.

Глава 4

Причинные модели и различающие проверки

Объяснение становится рабочей гипотезой, когда из него можно получить ожидание, отличающееся от ожиданий альтернатив. Фраза «здесь действует неизвестное поле» пока задаёт название возможной причины. Для проверки требуется уточнить, на что поле влияет, как меняется отклик при изменении условий и какое наблюдение будет несовместимо с предложением. Чем точнее сформулирован канал взаимодействия, тем проще выбрать измерение, которое действительно изменит оценку гипотезы.

Карта причин

В начале анализа полезно изобразить причинную схему словами или стрелками. Предполагаемый источник воздействует на среду, среда — на объект, объект — на датчик, а обработка создаёт результат. Отдельные стрелки связывают внешние условия с датчиком и поведением наблюдателя. Такая схема позволяет увидеть обходные объяснения: один фактор может одновременно менять показание прибора и ощущения человека, хотя между ними нет прямой причинной связи.

Схема не обязана быть полной. Неизвестные связи обозначают как вопросы. При этом каждую наблюдаемую переменную желательно привязать к конкретной записи. Если предполагаемую причину нельзя измерить непосредственно, рассматривают её ожидаемые следствия. Несколько следствий полезны, когда их совместное возникновение предусмотрено моделью заранее и когда известные помехи не создают такую же комбинацию.

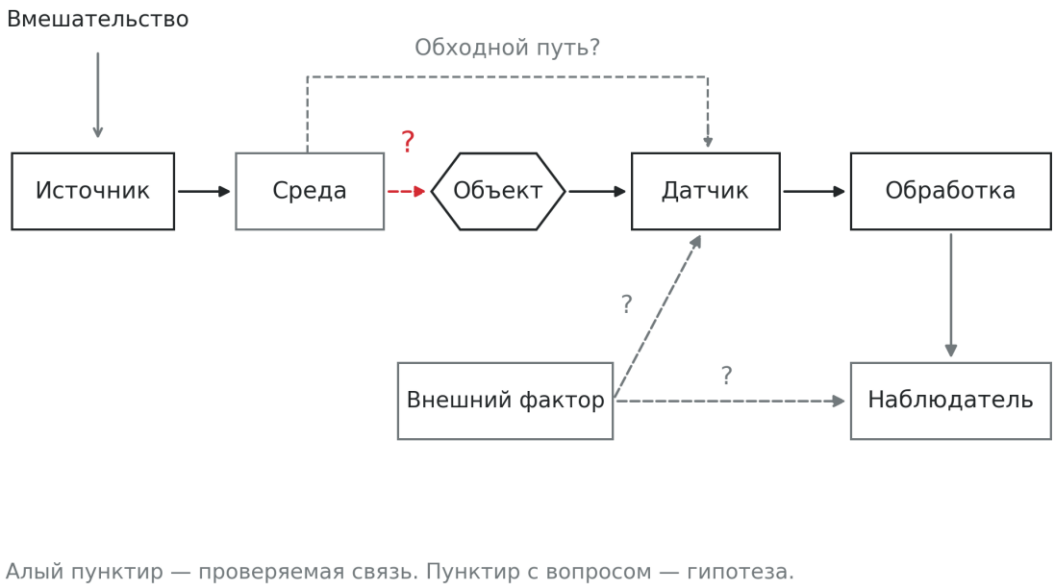


Рисунок 3. Причинная карта и обходные объяснения. Авторская причинная схема. Вмешательство в источник сопоставляется с состоянием среды, объекта, датчика и обработки. Возможны обходной путь к датчику и общая причина изменений прибора и наблюдателя. Алый участок выделяет проверяемую связь, не устанавливая её истинность.

Матрица конкурирующих объяснений

Для необычного временного сдвига можно рассмотреть изменение локального генератора, ошибку передачи времени, программный пересчёт меток и физическое различие темпа эталонов. Каждая версия получает собственные предсказания: сохранится ли отклонение после автономного сравнения, появится ли оно в исходном сигнале, будет ли связано с определённой системой передачи. Подмена одной версии другой допускается, но должна быть видна в истории исследования.

Гипотеза	Различающее ожидание	Полезная проверка
Сбой временной маркировки	Исходный отсчёт генератора и метка расходятся	Сопоставить независимые журналы формирования метки
Влияние среды на прибор	Отклик связан с конструкцией или состоянием датчика	Сравнить разнородные каналы и зарегистрированную среду
Изменение наблюдаемого объекта	Изменение сохраняется при смене пригодного метода	Выполнить независимое измерение в сопоставимых условиях

Матрица показывает и бесполезные повторы. Если все версии предсказывают одинаковый результат предлагаемого опыта, положительный исход почти не поможет выбрать объяснение. Такой опыт может быть нужен для проверки надёжности записи, однако его цель следует назвать именно так. Решающий опыт требует зоны, в которой предсказания расходятся сильнее, чем доступная неопределённость.

Предсказание до результата

Перед опытом фиксируют главный показатель, временное окно, условия включения данных, план обработки и правило завершения. Предварительная регистрация делает историю исследовательских решений проверяемой; сама по себе она не гарантирует качества выбранной модели или дизайна. [4] Разведочный анализ также имеет законное место: он помогает находить закономерности, которые затем проверяются на новом материале.

Изменение плана во время исследования иногда необходимо. Тогда сохраняют исходную версию, записывают причину изменения и обозначают момент, после которого действует новая процедура. Уже увиденные данные не превращают задним числом в независимую проверку возникшей на них идеи. Это особенно существенно для редких событий, где соблазн использовать каждую необычную подробность как заранее ожидавшееся подтверждение очень велик.

Вмешательство как источник новых причин

Изменяя среду, исследователь добавляет воздействие. Выключение прибора меняет тепло, шум, электромагнитную обстановку и поведение команды. Перемещение робота меняет геометрию и иногда само исследуемое состояние. Поэтому экспериментальная переменная должна быть описана физически. Если одновременно изменились несколько условий, результат относится к их совокупности, пока дополнительные проверки не разделят вклады.

Предпочтительны вмешательства, которые обратимы, наблюдаемы и имеют понятные последствия в выбранной среде. Это авторское правило организации опыта, а не обещание безопасности неизвестного явления. Решение зависит от установленного канала воздействия и допустимости

конкретной операции. При потере способности различать исходы опыт прекращают: продолжение в таком режиме может добавлять риск, не добавляя проверяемого знания.

Учебный сценарий

В вымышленной лаборатории странный импульс возникает при открытии двери. Предлагаются две версии: движение двери вызывает изменение поля или входящий человек влияет на объект. Открывание без входа и вход через другой маршрут могли бы различить версии только при контроле остальных условий. Если вместе с дверью каждый раз включается свет и меняется вентиляция, первоначальный опыт проверяет целый набор причин. Команда сначала описывает эти связи, затем выбирает минимальную допустимую переменную.

Для неповторимого события различающие проверки могут быть направлены на сохранившиеся следы и совместимость разных каналов. Повторение самого природного процесса тогда недоступно, но можно независимо проверить калибровку, восстановление геометрии и физические следствия каждой версии. Следует заранее отделять утверждения, для которых достаточно такой косвенной проверки, от утверждений, требующих воспроизводимого вмешательства. Однократность ограничивает метод, но не делает все объяснения равноправными.

Результат, не согласующийся ни с одной предусмотренной версией, сохраняют без принудительного выбора победителя. Он может означать неполноту списка, отказ измерения или новый вопрос. Причинный анализ заканчивается конкретным решением: какую связь удалось ограничить и какое следующее наблюдение наиболее содержательно.

Исполнимая таблица различения

Перед подтверждающим опытом полезно заполнить таблицу исходов, включая неудобные результаты. Для каждой версии указывают величину, диапазон прогноза, условия его действия и признаки недействительности опыта. Пустая клетка «что отвергнет версию» означает, что версия пока не готова к проверке. Несовместимость устанавливается по заранее выбранному правилу с учётом неопределённости, зависимости наблюдений и того, подгонялись ли параметры по проверяемой серии.

Исход пригодной проверки	Допустимый вывод	Следующее действие
Прогноз модели несовместим с данными	Указанная версия модели не прошла проверку	Сохранить расчёт; обозначить изменяемые допущения новой версии
Эффект заданного размера исключён	Ограничен размер эффекта в испытанных условиях	Указать диапазон и охват; не распространять итог на иные режимы
Несколько версий описывают данные	Механизм не идентифицирован	Выбрать конфигурацию с различающимися прогнозами
Чувствительность недостаточна	Опыт не различил версии	Изменить измерительную задачу или обосновать новый прибор
Нарушены критерии пригодности	Основная гипотеза этой серией не проверена	Разобрать отказ; не считать серию отрицательной

Исход пригодной проверки	Допустимый вывод	Следующее действие
Работа остановлена по условиям допуска	Исследование завершено на данном этапе	Сохранить состояние, ответственность и причины остановки

Учебный пример задаёт две версии остаточного сигнала. Версия А предсказывает изменение знака при перестановке источника, версия Б — сохранение знака. При перестановке одновременно меняется состояние кабеля. Такой опыт не различает А и Б, пока не проверено влияние кабеля: запланированная операция реализовала пакет изменений. После введения независимого считывания таблица дополняется версией В о механической передаче через основание. Расширение перечня допустимо, однако новые параметры нельзя оценивать и проверять на одних и тех же данных без учёта этой процедуры.

Завершение программы также имеет определённый смысл. Формулировка «доступные методы не различают А и В» может быть достаточным итогом этапа. В отчёте сохраняют, какой дополнительный наблюдаемый признак потребовался бы для продолжения. Это позволяет другому исследователю оценить полезность нового прибора без повторения всего предыдущего пути. Заполненный разбор устойчивого остатка приведён в деле 2.

Глава 5

Пределы знания и этика исследования

Исследование неизвестного затрагивает людей ещё до появления физического объяснения. Сообщение может изменить репутацию места, вызвать тревогу, раскрыть личные сведения или привести к вмешательству в чужую жизнь. Поэтому этика входит в устройство исследования наравне с метрологией. Она определяет, какие сведения допустимо собирать, кто принимает решение и что считается достаточным основанием для продолжения работы.

Достоинство очевидца

Очевидец предоставляет описание опыта, а не обязанность подтвердить предложенную исследователем картину мира. Его рассказ записывают без давления принять медицинскую, религиозную или физическую трактовку. Неопределённость формулируют применительно к данным. Фраза о невозможности установить причину по имеющемуся материалу не обесценивает переживание и не превращает его автоматически в доказательство внешнего механизма.

Если исследование включает человека как участника, заранее определяют цель, допустимые процедуры, способы прекращения и обращение с данными. Согласие относится к понятной задаче и может быть отозвано в пределах объяснённых правил. Нельзя получать мнимую независимость наблюдений путём скрытия существенного риска. Решения о физиологических воздействиях и оценке состояния требуют соответствующей компетенции; исследовательская группа не приобретает её из-за необычности предмета.

Право остановки

Координатор безопасности получает возможность остановить работу независимо от заинтересованности руководителя в результате. Такое полномочие должно иметь материальное содержание: доступ к связи, понятную команду остановки и заранее определённые действия

операторов. Формальное право без возможности выполнить решение создаёт видимость контроля. Повторный запуск требует записи причины остановки и подтверждения, что условия допуска восстановлены.

Право участника прекратить своё участие рассматривается отдельно от технической остановки установки. Человек может отказаться даже тогда, когда измерения остаются штатными. Его отказ не интерпретируют как признак воздействия аномалии или как неудачу эксперимента. В протоколе заранее предусматривают, как завершить взаимодействие и сохранить уже допустимо полученные данные без давления на участника.

Соразмерность исследования

Предлагаемое действие оценивают по ожидаемому знанию, добавленному воздействию и доступным альтернативам. Если тот же вопрос можно решить пассивной записью или анализом уже полученных данных, активное вмешательство требует отдельного обоснования. Для неопределённого процесса особенно ценна обратимость: возможность вернуться к наблюдению без продолжения изменения среды. При этом обратимость самого управляющего сигнала не доказывает обратимости всех вызванных последствий.

Сохранение образца не имеет безусловного приоритета над безопасностью людей. Одновременно защитное решение не должно уничтожать сведения без необходимости: можно сохранить описание, дистанционные данные и цепочку действий. Конфликт между исследовательской ценностью и ограничением риска фиксируют открыто, включая основания выбора. Это позволяет позднее оценить решение по доступной на тот момент информации, а не по знанию последующего исхода.

Приватность и публикация

Сведения о месте, времени и особенностях переживания способны идентифицировать человека даже после удаления имени. До публикации определяют, какой уровень детализации необходим для проверки научного вывода. Исходный архив и публичный набор могут отличаться, но преобразования должны быть описаны. Если из-за защиты личных данных независимая проверка ограничена, это ограничение сообщается вместе с результатом.

Названия, предполагающие заражённость, опасность или чьё-то воздействие, способны создать последствия ещё до проверки. Публичное описание должно соответствовать установленному уровню знания. В исследовательском журнале можно хранить альтернативные версии; в сообщении внешней аудитории нельзя превращать перечень подозрений в перечень подтверждённых угроз. Ответственность за такую границу назначается заранее.

Интеллектуальная честность

Недостающая информация не заполняется вымышленной точностью. Если неизвестен безопасный предел, следует указать основание выбранного организационного ограничения и условия его пересмотра. Если прибор не проверен для данного режима, его показания описывают с этим ограничением. Условная модель сохраняет своё обозначение даже тогда, когда её математические следствия выглядят убедительно. Проверка вычисления и подтверждение исходной предпосылки остаются разными задачами.

При появлении противоречия исследователь обязан рассмотреть и ошибку собственной процедуры. Это не требует автоматически отвергать необычный результат. Продуктивная позиция сохраняет одновременно две возможности: в данных есть новый эффект или существующее объяснение

оказалось неполным. Решение принимается на основании проверок, доступных обеим версиям. Этика исследования защищает и человека, и возможность обнаружить то, чего прежняя модель не предсказывала.

Экологические последствия исследования также включаются в решение. Внесение материала, изменение освещения или перемещение оборудования может затронуть среду за пределами измеряемого участка. Оценка соразмерности охватывает и эти изменения, даже если основной вопрос касается только прибора. Сохранение места исследования означает сохранение его состояния в пределах обоснованной задачи, а не право произвольно перестраивать условия ради более выразительного результата.

Вымышленный учебный случай иллюстрирует этот принцип. Участник сообщает о сильном дискомфорте только в экспериментальной зоне. Команда прекращает его участие, сохраняет нейтральное описание и проверяет среду. Ни отсутствие немедленной приборной причины, ни совпадение с интересующей зоной не дают основания продолжать воздействие ради более убедительной записи. Исследовательская задача переносится на допустимые независимые измерения.

Часть II

Классификация и описание

Глава 6

Многомерная классификация аномалий

Классификация должна помогать выбирать следующую проверку. Если название класса сразу предполагает причину, исследователь рискует искать только подтверждения этой причины. Поэтому предлагаемые обозначения относятся прежде всего к наблюдаемому проявлению. Один случай может иметь несколько меток, а часть информации может оставаться неопределённой. Это авторская система навигации, предназначенная для данной книги и допускающая развитие.

Основные классы проявлений

Код	Область наблюдения	Первичный исследовательский вопрос
TM	Время	Какая временная величина расходится с ожиданием
SP	Пространство	Какая геометрическая связь не согласуется с моделью
GF	Гравитация и инерция	Какое ускорение или компонент поля измерен
MV	Движение и силы	Как изменяется положение или механическое взаимодействие
EM	Электромагнитные поля	Какая компонента и полоса измерены
OP	Оптика	Что относится к источнику, а что — к пути и регистрации света
TH	Тепло и энергия	Как определены температура и границы энергетического баланса
IR	Ионизирующее излучение	Какой отклик зарегистрирован и пригоден ли детектор
AC	Акустика и вибрация	Какие частота и амплитуда измерены и как оценена передача колебаний
MT	Вещество	Как подтверждаются масса, состав и происхождение образца
BI	Биология и экология	Как определены изменение и сопоставимый фон
PC	Восприятие и когниция	Что переживается и что подтверждается независимо
DI	Цифровые данные	На каком этапе записи или обработки возникло отклонение
CA	Причинные корреляции	Как установлен порядок событий и проверены альтернативы
AG	Кажущаяся агентность	Какие заранее определённые признаки поддерживают осмысленный ответ
UN	Недостаточно определённый случай	Какого сведения не хватает для выбора первой проверки

Класс GF отличается от MV исследовательской постановкой. Движение предмета сначала относится к механическому наблюдению. Метка гравитационного отклонения появляется при наличии соответствующего измерения или явно проверяемой гипотезы; сама траектория не устанавливает гравитационный механизм. Аналогично световой объект получает метку OP, но его энергетическая природа не определяется цветом или яркостью записи.

Метка AG означает, что исследуется кажущаяся осмысленность поведения. Она не удостоверяет сознание, намерение или личность источника. Метка CA фиксирует задачу о причинном порядке либо необычной зависимости и не подтверждает обратную причинность. Метка UN нужна для сохранения случаев, о которых пока нельзя сформулировать достаточно точный вопрос. Её использование предпочтительнее преждевременного выбора эффектного класса.

Дополнительные оси

К классу проявления добавляют пространственный характер, временной режим и способ регистрации. Пространственное описание может включать ограниченную площадку, распределённую сеть, движущийся источник или неизвестную локализацию. Временное — однократность, повторение, постоянное состояние или связь с указанным условием. Способ регистрации различает сообщение, отдельный прибор, несколько каналов и контролируемый опыт. Эти оси не заменяют оценку надёжности, но делают записи сопоставимыми.

Отдельно записывается объяснительный статус. Причина может быть установлена в пределах модели, оставаться рабочей гипотезой или вообще не быть предложена. Случай с известной причиной сохраняет класс проявления: электромагнитное отклонение после выявления технического источника остаётся полезным примером для класса EM. Меняется его объяснение и требуемое действие, а не история наблюдения.

Правило присвоения класса

Регистратор сначала записывает минимальное утверждение без причинной интерпретации. Затем выбирает классы, непосредственно связанные с доступными данными, и отдельно отмечает классы проверяемых гипотез. Для каждой метки указывают основание: файл, измерение, свидетельство или расчёт. При пересмотре метки прежняя версия остаётся в журнале с датой изменения. Так классификация становится частью прослеживаемого анализа.

Избыточное число меток также мешает. Если при событии просто находилась работающая радиостанция, это ещё не основание добавлять EM. Если участник что-то почувствовал, PC относится к записанному переживанию, но не обязательно становится главным направлением исследования. Основную метку выбирают по вопросу, который сейчас определяет метод работы. Остальные сохраняют как связанные наблюдения.

Составной учебный пример

В вымышленном эпизоде камера фиксирует свечение, магнитометр показывает импульс, а часы компьютера меняют метку на секунду. Первичное описание получает OP, EM и DI. Метка TM остаётся гипотетической, пока не проверено, изменился ли независимый ход эталона или только программная отметка. Если импульс возник из-за общего питания оборудования, три наблюдения могут описывать один технический процесс. Если они сохраняются при раздельных проверках, программа исследования расширяется.

Другой вымышленный случай начинается с ощущения бесконечного коридора. Доступен только рассказ человека, поэтому первичная метка PC сопровождается исследовательской гипотезой SP.

Измерение планировки и маршрута может создать независимый пространственный материал. До его появления нельзя обращаться с гипотетической геометрией как с установленным свойством здания. Такая последовательность сохраняет открытость к необычному объяснению и точность текущего статуса.

Классификация отвечает на вопрос о методе, но ещё не определяет опасность. Два случая одного класса могут требовать разных ограничений, а малозаметное явление может оказаться существенным для безопасности. Поэтому следующий элемент паспорта — самостоятельный профиль риска.

Глава 7

Профиль опасности и границы решения

Опасность определяется возможными последствиями взаимодействия и условиями их возникновения. Необычность наблюдения сама по себе не задаёт степень риска. Яркий световой эффект может быть хорошо объяснённым, а малозаметный отказ измерителя — существенным для безопасности. Поэтому профиль опасности составляют отдельно от класса аномалии и отдельно от уверенности в её объяснении.

Инженерный подход связывает риск со сценарием, вероятностью и последствиями, учитывая неопределённость исходных сведений. Такой способ постановки представлен в руководстве NASA по системной инженерии. [5] Для недостаточно изученного явления численная вероятность часто не обоснована. В этом случае полезнее описать возможный сценарий и зависимость решения от недостающего знания, чем назначать точный балл без измерительного основания.

Оси профиля

Ось	Что описывается	Что требуется для решения
Последствия	Возможный ущерб людям, среде и оборудованию	Конкретный сценарий контакта или отказа
Доступность контакта	Кто или что может оказаться под воздействием	Маршруты, присутствие людей и условия допуска
Распространение	Перемещение источника или перенос воздействия	Наблюдаемые пути и неопределённые границы
Длительность	Продолжение и повторяемость процесса	Окно наблюдения и условия возможного возврата
Обратимость	Возможность восстановить прежнее состояние	Подтверждённые способы прекращения действия
Наблюдаемость	Способность заметить изменение вовремя	Пригодные каналы, задержка и предел обнаружения
Управляемость	Доступные действия с предсказуемым результатом	Проверенный канал воздействия и ресурсы
Неопределённость	Пробелы, которые меняют выбор действий	Перечень необходимых сведений и альтернатив

Для каждой оси полезно записывать не только оценку, но и её основание. Граница распространения может быть измерена, предположена по аналогии или вообще неизвестна. Эти состояния нельзя объединять в одну отметку. Наличие неизвестной границы не доказывает бесконечного распространения; оно ограничивает уверенность в выбранном организационном периметре и требует пересмотра при новых данных.

Решение при неполной информации

Первым рассматривают действие, последствия которого понятны без принятия спорной гипотезы. Ограничение доступа к месту явной технической аварии может быть обосновано наблюдаемым повреждением, даже если причина повреждения неизвестна. Напротив, расширение зоны изоляции на основании только названия «пространственная аномалия» не имеет измерительной опоры. Любое ограничение связывают с конкретным сценарием, целью и условием пересмотра.

Полезно заранее определить, какое дополнительное наблюдение изменит решение. Если работа прекращена из-за потери контроля связи, восстановление связи само по себе ещё не устраняет причину отказа, но позволяет проверить остальные условия. Если запрет контакта связан с неизвестным составом материала, новое оптическое изображение обычно не решает исходный вопрос. Так становится видно, какие сведения действительно ценны для допуска.

Авторская процедура оценки

1. Руководитель описывает планируемое действие и его исследовательскую цель, включая вносимые воздействия.
2. Координатор безопасности выделяет правдоподобные сценарии вреда на основании имеющихся данных и известных свойств операции.
3. Метролог указывает, какие существенные изменения команда сможет заметить и с какой задержкой.
4. Операторы подтверждают доступность связи, ресурсов и способа прекращения собственного действия.
5. Команда фиксирует допустимый режим, основания допуска и события, требующие остановки.
6. После изменения обстановки оценка возобновляется с новой версией; старое разрешение не переносится автоматически.

Критерий остановки должен быть наблюдаемым: потеря заданного канала контроля, выход параметра за обоснованный предел, нарушение состояния барьера, неожиданное изменение процесса или невозможность исполнить план выхода. Формулировка «остановиться при опасности» недостаточна, если участники по-разному понимают опасность. В то же время список не ограничивает право остановки при новом существенном обстоятельстве.

Учебный сценарий

Вымышленная группа исследует редкие вспышки на заброшенной площадке. Само свечение не определяет риск, но обрушенный настил и незакреплённое оборудование создают известные сценарии травмы. Пассивную съёмку выбирают с доступного устойчивого места; вход в повреждённую зону не нужен для первичного вопроса о времени вспышек. Неопределённость природы свечения сохраняется, однако она не мешает принять обоснованное решение по известной инфраструктуре.

Позже сигнал появляется у нескольких приборов одновременно. Это меняет исследовательскую задачу, но не даёт автоматического разрешения на активное воздействие. Сначала проверяют общие зависимости и способность контролировать изменение. Профиль обновляют в тех осях, которых касаются новые данные. Такая поэтапность позволяет избежать и бездействия из-за неопределённости, и необоснованной эскалации.

Профиль сопровождается сроком или событием обязательного пересмотра. Изменение погоды, состава команды, состояния оборудования или режима источника может сделать прежние основания недостаточными. Ответственный за смену должен знать, какие из этих изменений уже произошли. Если передача сведений не завершена, новое действие откладывается до восстановления общей картины. Решение о допуске действует вместе со своими условиями, а не независимо от них.

Результатом оценки является запись о допустимом действии при заданных условиях. Она сопровождает паспорт случая, но не заменяет его: научные данные должны сохраняться и тогда, когда принято решение временно не продолжать взаимодействие.

Три слоя динамической карты

Граница на рабочей карте отвечает на конкретный вопрос. Линия, внутри которой зарегистрировано отклонение, не обязана совпадать с пределом физического воздействия. Она зависит от размещения приборов, чувствительности, времени наблюдения и принятого признака. Поэтому карта случая содержит три раздельных слоя. Общая подложка помогает их сопоставлять, но не разрешает заменять один слой другим.

Слой	Что на нём отмечают	Что из него не следует
Д — обнаружение	Места, интервалы и каналы регистрации выбранного признака; положительные и отрицательные результаты с пределами чувствительности.	Всё вне положительных отметок свободно от воздействия.
Н — наблюдаемость	Реально обследованные направления и объёмы, слепые участки, пригодность каналов и условия пространственной привязки.	Обследованная область полностью характеризована для любого механизма.
Р — режим доступа	Разрешённые действия, позиции и маршруты; основание каждого разрешения, ответственный и условие пересмотра.	Административная граница является измеренной поверхностью физического процесса.

Каждой версии присваивают идентификатор карты и записи состояния. Для отметки сохраняют источник координат, исходную систему привязки, интервал события и момент получения сведений. Если положение известно лишь относительно камеры, так и записывают: «сектор кадра», а не вымышленные географические координаты. Пустой участок маркируют причиной пустоты: не наблюдался, временно закрыт, канал непригоден либо пригодный канал не зарегистрировал выбранный признак. Эти состояния требуют разных решений.

Обновление начинается с сопоставления двух версий слоя Н. Появление отметки в новом месте может быть следствием расширения обзора; исчезновение — результатом смены экспозиции или перекрытия пути сигнала. Только после учёта этих изменений обсуждают изменение слоя Д. Координатор затем пересматривает слой Р по затронутым условиям. Старую карту сохраняют: она остаётся свидетельством прежнего состояния, хотя уже может быть непригодна для текущего допуска.



Рисунок 4. Три карты одной области: обнаружение, наблюдаемость, доступ. Авторская схема трёх слоёв одной области. Д содержит зарегистрированные отметки; Н — фактический обзор и слепые участки; Р — разрешённые позиции и маршрут при указанных условиях. Геометрия условна. Пустой участок слоя Д не получает автоматически статуса безопасного.

Когда маршрут теряет основание

Маршрут задают не одной линией, а последовательностью проверенных участков и условий перехода. В его карточке указывают, чем подтверждается положение, какие защитные и наблюдательные функции необходимы, что известно о конечной позиции и при каком изменении разрешение прекращает действовать. Факт успешного предыдущего прохода не подтверждает обратный проход после изменения среды. Такое различие особенно существенно для условных моделей необычной связности из главы 18.

1. При изменении карты оператор сопоставляет текущую позицию с последней подтверждённой; неопределённое положение не подменяется прогнозом навигационной программы.
2. Координатор перечисляет затронутые участки, а не автоматически отменяет или сохраняет все маршруты. Отдельно проверяются пути людей, техники и переносимых материалов.
3. Если дальнейшее движение опирается на утраченное условие, новые перемещения по этому основанию не разрешают. Выполняют предусмотренный для текущей конфигурации переход; возврат сам нуждается в действительном основании.

4. Возобновление требует новой версии карты и подтверждения конкретных условий маршрута. Визуальное затихание не является достаточным подтверждением.

Вымышленный учебный пример: отметка сначала видна только на западной стене. После перенастройки второй камеры она появляется также на восточной. В карте M02 меняется слой H; расширение физической области пока не установлено. Затем связь со второй камерой пропадает. Версия M03 содержит потерю наблюдаемости восточного сектора, а не запись об исчезновении эффекта. Разрешение на размещение там оборудования, зависевшее от этого контроля, приостанавливается. Заполнение формы Ж1 делает каждое из трёх решений видимым без рисования произвольного безопасного круга.

Глава 8

Паспорт случая и происхождение данных

Паспорт случая объединяет наблюдения, решения и историю их изменения. Его задача — позволить другой группе понять, что именно произошло по имеющимся данным, какие действия были выполнены и какие выводы остаются допустимыми. Это рабочая структура, которую заполняют по мере поступления сведений. Неизвестное значение оставляют неизвестным, указывая способ, которым его можно было бы получить.

Идентификатор и границы случая

Идентификатор должен оставаться неизменным при пересмотре объяснения. В него не следует включать предполагаемую природу явления как обязательную часть. Метки TM, OP или AG можно менять отдельно. Для эпизода задают временной интервал и правило объединения записей; для территории — обследуемые границы; для образца — единицу хранения и связь с местом получения. Это предотвращает незаметное объединение разных событий под одним названием.

Если появляются основания разделить случай, создают связанные записи и сохраняют первоначальное объединение в истории. Аналогично несколько случаев могут быть объединены в серию по явному критерию. Общая внешняя форма, близость места или сходная дата становятся основанием для проверки связи, но не обязательно достаточны для заключения об общем механизме.

Содержание паспорта

Раздел	Обязательное содержание	Типичная ошибка
Регистрация	Кто, когда и каким способом передал сведения	Замена времени события временем записи
Наблюдение	Минимальные утверждения и исходные материалы	Причинное объяснение в поле фактов
Измерения	Приборы, режимы, единицы и ограничения	Сохранён только снимок экрана
Среда	Геометрия, фон, инфраструктура и изменения	Неизвестный фон считается постоянным

Раздел	Обязательное содержание	Типичная ошибка
Гипотезы	Предсказания, альтернативы и статус	Версия добавлена после результата без отметки
Решения	Автор, основания, режим и условия остановки	Нет причины продолжения работ
Материалы	Происхождение, передача и состояние образцов	Потеря связи между образцом и событием
Версии	Изменения выводов и причины пересмотра	Последняя версия стирает историю

К каждой записи привязывают источник и время её создания. Время события, время обнаружения, время сообщения и время включения в систему могут различаться. Если точный момент неизвестен, записывают интервал или относительный порядок с объяснением основания. Искусственно точная метка создаёт ложную возможность сопоставлять эпизоды, которые в действительности нельзя расположить с такой точностью.

Происхождение материала

Для цифровой записи важны первоначальный носитель, способ копирования, доступные метаданные и последовательность преобразований. Для физического образца — место, обстоятельства получения, упаковка, перемещения и изменения состояния. Общий смысл этих требований состоит в сохранении связи между изучаемым материалом и утверждением о его происхождении. Когда часть цепочки утрачена, это ограничение отражают возле соответствующего вывода.

Хранение цифровых доказательств требует учитывать целостность и историю обращения с файлами; руководство NIST рассматривает эти вопросы отдельно от всего процесса получения материала. [6] В предлагаемом паспорте контрольная сумма связывается с конкретной версией файла. Она помогает сравнивать сохранённые копии, но не восстанавливает достоверность события до момента фиксации.

Разделение доступа

Не все сведения нужны каждому участнику. Оператору может быть необходим план измерений без персональных данных очевидца. Независимому аналитику иногда полезно передать записи без предполагаемого объяснения, сохранив необходимую информацию о приборах. При этом ослепление не должно лишать исполнителя сведений, существенных для безопасности. Правила доступа задают до передачи и фиксируют вместе с версией набора.

Публичная карточка может содержать сокращённую географическую и личную информацию. Внутренний паспорт сохраняет основание сокращения и связь между версиями. Если невозможно предоставить проверяющему критические данные, вывод должен отражать предел независимой проверки. Наличие закрытого архива само по себе не делает утверждение более достоверным.

Учебный пример заполнения

Вымышленный случай получает идентификатор «Случай 0042». Первичная запись сообщает о двух вспышках в течение приблизительно пяти минут. Камера включилась после первой вспышки; её

часы ранее не проверялись. В паспорте первая вспышка остаётся свидетельским сообщением, вторая связывается с файлом. Вместо общего утверждения «два зарегистрированных события» сохраняются два разных основания. Позднее внешняя запись может уточнить интервал, не уничтожая исходную неопределённость.

В журнале решений указано, почему группа выбрала пассивное наблюдение и какие дополнительные данные ожидала получить. Через несколько дней обнаружена ошибка календарного времени камеры. Новая версия паспорта корректирует сопоставление, но исходный файл и прежнее решение остаются доступными. Такая история позволяет понять, какое знание существовало на каждом этапе.

При передаче набора данных полезно составлять перечень фактически полученных объектов. Получатель сопоставляет его с содержимым и отмечает недостающие элементы, прежде чем начинать анализ. Это позволяет отличить отсутствие записи в исходном исследовании от потери при передаче. Обнаруженная позднее копия добавляется как новая версия с описанием происхождения; она не должна незаметно заменять материал, на котором уже основаны решения.

Паспорт становится особенно полезным при передаче работы другой команде. Передающий перечисляет нерешённые вопросы, состояние приборов, действующие ограничения и условия следующего действия. Получающий подтверждает понимание этих пунктов. На этой основе первичная регистрация превращается в управляемую исследовательскую работу.

Глава 9

Первичная регистрация и выбор режима

Первичная работа должна сохранить сведения и определить допустимый следующий шаг. В этот момент ещё может не быть специалиста по предполагаемому классу явления, проверенного прибора или ясного объяснения. Поэтому предлагаемый порядок опирается на доступные наблюдения и известные свойства действий. Он не требует немедленно определить природу события.

Первый приоритет

При признаках обычной аварии действуют по соответствующей системе реагирования и передают сведения компетентной службе. Научная регистрация не должна задерживать необходимые действия по защите людей. Сведения о дыме, разрушении, повреждённой инфраструктуре или ухудшении состояния фиксируют конкретно, без добавления непроверенного объяснения. Если обстановка не требует немедленного реагирования, можно организовать первичную запись без приближения и изменения среды.

Пассивность означает отсутствие намеренного исследовательского воздействия, но не полное отсутствие влияния. Свет, звук, тепло оборудования, присутствие людей и движение транспорта могут менять условия. Поэтому даже первичное наблюдение описывают физически: где находится оператор, какое устройство работает и что изменилось после его появления. По возможности сначала используют уже доступные записи.

Пять режимов работы

Регистрация собирает сообщение и сохраняет материал. Дистанционное пассивное наблюдение проверяет повторяемость и фон при минимальном добавленном воздействии. Ограниченное исследование решает конкретную измерительную задачу в установленных условиях.

Контролируемое вмешательство намеренно изменяет параметр для проверки гипотезы. Остановка прекращает выбранную деятельность и переводит систему в предусмотренное состояние. Эти режимы не образуют обязательной последовательности: исследование может завершиться после регистрации или вернуться от опыта к наблюдению.

Переход обосновывается вопросом, измерительной пригодностью и условиями исполнения. Сам факт сохранения необычного эффекта не требует вмешательства. Иногда длительная пассивная запись лучше различает версии, чем новая активная операция. Иногда дальнейшее наблюдение бессмысленно без ремонта измерительного тракта. Решение относится к конкретному состоянию системы и пересматривается после существенного изменения.

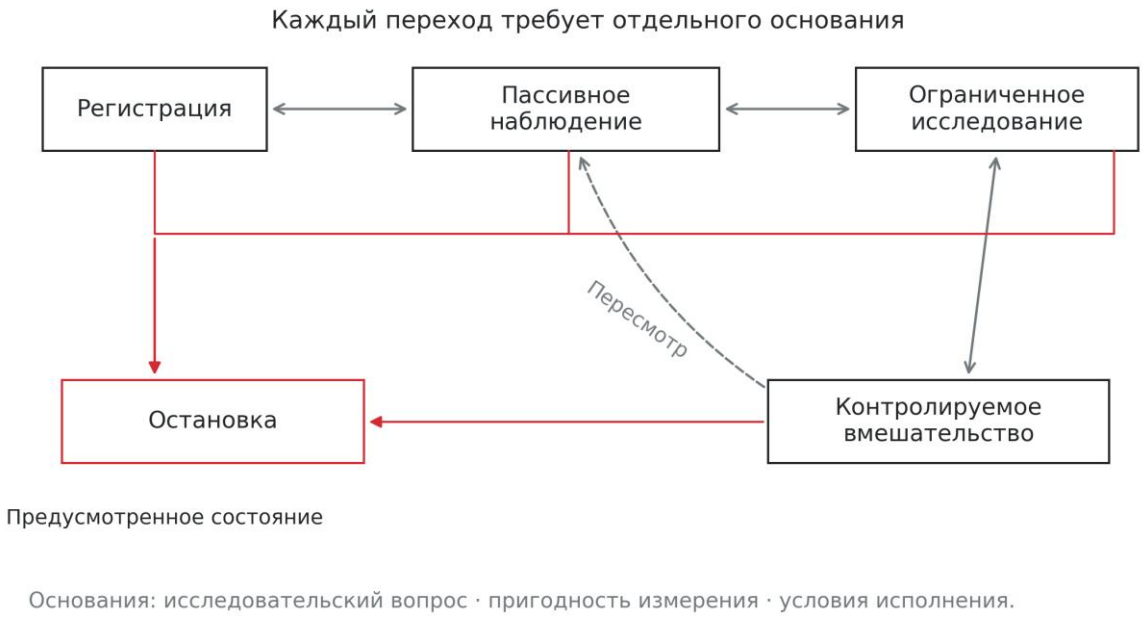


Рисунок 5. Пять режимов исследования и основания перехода. Авторская карта режимов. Переход к следующему действию требует отдельного обоснования; возможны возврат, пересмотр и завершение. Остановка относится к выбранной деятельности и приводит к заранее предусмотренному состоянию установки. Схема не предписывает обязательного вмешательства или полного отключения питания.

Авторская операционная карта первичного допуска

1. Регистратор фиксирует сообщение, время получения и доступный источник; сохраняет первоначальную формулировку отдельно от уточнений.
2. Ответственный за место сообщает об известных опасных условиях, действующих ограничениях и присутствующих людях.
3. Координатор безопасности определяет, допустимо ли продолжать выбранное наблюдение без добавленного контакта.
4. Оператор описывает прибор и режим, проверяет доступные признаки его работоспособности вне исследуемого воздействия.
5. Метролог формулирует минимальный вопрос, на который этот прибор способен ответить, и условия неинтерпретируемого результата.

6. Руководитель назначает режим и границы задачи; команда подтверждает связь, прекращение операции и порядок передачи данных.
7. После первой серии проводится разбор пригодности. Только затем принимается решение о продолжении, изменении метода или завершении.

Если перечисленные функции выполняет небольшая группа, названия ролей сохраняются в журнале как функции ответственности. Один человек может вести несколько записей, но не должен изображать независимое подтверждение собственного решения. Для действий с существенными последствиями необходимо заранее определить, какая внешняя компетенция и проверка потребуются.

Критерии остановки

Работу останавливают при утрате предусмотренной связи, отказе существенного защитного элемента, появлении непредусмотренного изменения, потере понятного маршрута завершения или ухудшении состояния участника. Конкретные пороги, если они нужны, берут из применимых требований и характеристик выбранной операции. Книга не назначает универсальных чисел для неизвестной среды. При отсутствии обоснованного порога действие ограничивают так, чтобы его допустимость не зависела от выдуманной величины.

Команда остановки должна задавать действие оператора, а не только слово. Для одной установки это прекращение подачи управляющего сигнала, для другой — сохранение питания регистратора при прекращении перемещения. Безопасное состояние нельзя автоматически приравнивать к полному отключению: отключение само может убрать наблюдаемость или поддерживающую функцию. Конкретная последовательность определяется архитектурой системы до запуска.

Учебный сценарий

Вымышленный сотрудник замечает необычную последовательность звуков в техническом помещении. Он сохраняет доступную запись и сообщает ответственному за оборудование. Первое исследование сопоставляет время звуков с режимами известных систем, не изменяя их работу. Отключение предполагаемого источника допускается только после выяснения его функций. Так научный вопрос не приводит к случайному прекращению вентиляции или иной необходимой системы.

После прекращения ложной тревоги также выполняют короткий разбор. Выясняется, какой признак вызвал решение, какие сведения были доступны и что помогло уточнить ситуацию. Если остановка соответствовала заранее принятому критерию, её нельзя объявлять ошибкой только потому, что предполагаемый вред не наступил. Улучшение процедуры состоит в повышении различающей способности и понятности условий, а не в запрете сообщать о неопределённости.

Если исходная запись недостаточна, итогом может стать план наблюдения с подходящим трактом, а не утверждение об отсутствии события. Если причина установлена, фиксируют условия её появления. Если возникает новый измеренный остаток, уточняют паспорт и профиль опасности. Первичная регистрация считается успешной, когда следующий шаг стал более обоснованным и проверяемым.

Человек пострадал или не учтён

Переход к помощи начинается по наблюдаемым обстоятельствам, даже если механизм события не определён. Сообщение о пострадавшем, отсутствие участника в предусмотренном месте или

невозможность подтвердить его состояние не являются очередной исследовательской серией. Координатор объявляет переход к реагированию, руководитель прекращает научные действия, способные мешать помощи, а назначенный связной обращается к компетентной службе по действующему местному порядку. Заполнение формы не должно задерживать обращение.

Организационное основание для раздельного планирования ролей, связи и взаимодействия с внешними службами имеется в стандарте Управления охраны труда США (OSHA) 29 CFR 1910.120, в пределах регулируемых этим документом работ [64]. Предлагаемая ниже карта является авторской адаптацией для организации исследования. Она не назначает медицинские действия, полномочия спасателей или способы входа в неизвестную среду.

1. Назвать фактическое событие: что наблюдается сейчас, кем и по какому каналу; отдельно указать непроверенное сообщение. Не заменять описание диагнозом или названием аномалии.
2. Сверить список участников с непосредственными подтверждениями. Для каждого записать: учтён в указанном месте; контакт установлен, положение требует уточнения; местонахождение не подтверждено. Потеря радиосвязи сама по себе не доказывает исчезновения человека.
3. Передать службе известное местонахождение события, число учтённых и неучтённых людей, наблюдаемые опасные признаки и ограничения доступа. Если координаты ненадёжны, назвать последний подтверждённый ориентир и способ связи с информатором.
4. Предоставить актуальные слои карты, последние достоверные наблюдения, сведения о действующих барьерах и поддерживающих функциях. Отметить, что может ухудшиться при полном отключении оборудования.
5. Согласовать канал дальнейших обновлений и лицо, принимающее информацию. Фиксировать содержание принятого сообщения и полученные указания; недоставленное уведомление не считать завершённой передачей.
6. Сохранять доступные записи без задержки помощи. Хранитель ведёт временную дорожку реагирования отдельно от исследовательских гипотез; позднее уточнение дополняет первоначальную запись.

Исследовательская должность не создаёт спасательной компетенции. Возможность конкретного приближения или извлечения определяется подготовленной системой реагирования и фактическими условиями. Самовольный вход следующего участника не становится допустимым из-за тревоги за первого. Вместе с тем неизвестность причины не служит основанием отказываться от доступной помощи, которую можно предоставить в пределах собственной подготовки и действующих указаний. Обе границы записывают до экспедиции: что группа умеет выполнять и какие действия требуют внешних возможностей.

Если ранее известный путь перестал подтверждаться, связной сообщает об этом прямо. Нельзя встречать прибывших людей предложением пройти «обычным путём», скрывая утрату его основания. Не следует и объявлять маршрут физически невозможным только из-за сбоя навигации. В форме Ж2 разделяются подтверждённое препятствие, потеря наблюдаемости и неоценённая возможность. Это позволяет профильной стороне выбрать собственную оценку без навязанного объяснения.

Передача считается организационно завершённой, когда принимающая сторона подтвердила получение существенных сведений и определено дальнейшее распределение функций. До этого группа сохраняет назначенный канал связи и доступный учёт людей. Исследование не возобновляется автоматически после восстановления контакта: отдельно рассматриваются

состояние участников, ограничения места, исправность управления и основания нового допуска. Отказ человека от дальнейшего участия не пересматривается как техническая неисправность.

Глава 10

Сочетание эффектов и развитие события

Необычное событие может проявляться сразу в нескольких каналах. Свечение сопровождается звуком, изменение температуры совпадает с отказом электроники, а участники сообщают о дискомфорте. Такое сочетание увеличивает объём информации, но не задаёт единственной причинной истории. Необходимо проверить, относятся ли наблюдения к одному процессу, имеют ли общую внешнюю причину или совпали в пределах выбранного временного окна.

Три структуры связи

В последовательной структуре один процесс создаёт условия для следующего: изменение среды влияет на прибор, затем на обработку данных. В структуре общего источника один фактор параллельно воздействует на несколько каналов. В структуре независимого совпадения события не связаны причинно, но объединены исследователем по времени или месту. Реальная система может содержать все три структуры одновременно.

Различить их помогает физически осмысленная временная последовательность. Однако порядок меток сам по себе не равен порядку причин. Каналы имеют разные задержки, частоты записи и способы формирования времени. Перед построением каскада метролог оценивает, какие различия во времени вообще разрешимы. Если неопределённость превышает предполагаемый интервал между событиями, направление связи остаётся неопределённым.

Общая причина

Общие причины способны одновременно нарушать работу резервных элементов. Инженерные материалы NASA подчёркивают пределы повышения надёжности простым увеличением числа одинаковых систем и значение разнообразия технологий, разделения питания и управления. [7] В исследовании аномалий эта логика применяется и к доказательствам: несколько записей могут быть разными проявлениями одной общей уязвимости.

Поэтому рядом с картой эффектов составляют карту зависимостей оборудования. Она включает физическое размещение, питание, синхронизацию, сеть, программную библиотеку и общий этап обработки. Для свидетельств учитывают возможность взаимного обсуждения и общий источник сведений. Наличие зависимости не делает запись бесполезной, но меняет степень независимости её подтверждающей роли.

Развитие процесса

Каскад предполагает изменение условий во времени. После первого события система может оказаться в другом состоянии: нагретой, повреждённой, перенастроенной или лишённой части контроля. Повторение той же операции в таком состоянии не обязательно воспроизводит первоначальный опыт. В журнале требуется отмечать изменения, которые способны влиять на последующие наблюдения, включая действия самой команды.

Полезно выделять исходное состояние, переход, новое состояние и условие возврата. Если возврат не подтверждён, следующая серия начинается с новой исходной точки. Такое описание препятствует ошибке, при которой десяток последовательных реакций одной изменяющейся

установки считается десятком независимых опытов. Схема серий должна соответствовать физической истории объекта.

Авторский протокол составного события

1. Сохранить отдельные исходные записи каждого канала и описать их временную привязку.
2. Определить, какие совпадения разрешимы с учётом задержек и неопределённостей.
3. Составить карту общих причин и общий журнал изменений установки и среды.
4. Разделить версии последовательной связи, общего источника и независимого совпадения.
5. Выбрать проверку, которая меняет один значимый участок схемы при допустимом добавленном воздействии.
6. После проверки обновить отдельно научную модель и профиль опасности; не переносить уверенность из одного в другое без основания.

Критерий остановки учитывает и потерю наблюдаемости. Если эффект вывел из строя канал, на котором основывался допуск, продолжение прежней операции больше не соответствует прежнему решению. Дополнительное оборудование вводят после оценки его совместимости, поскольку оно само может изменить цепочку зависимостей. Резерв полезен тогда, когда известно, какой отказ он способен пережить.

Учебный сценарий

В вымышленной серии опытов одновременно регистрируются световой импульс, скачок магнитного канала и потеря нескольких пакетов. Первая версия связывает все три признака с новым воздействием. Проверка показывает, что камера и сеть используют общий источник питания, а магнитометр расположен рядом с его проводкой. Это создаёт конкретную альтернативу. Независимая запись питания и раздельная регистрация позволяют проверить её без предположения о природе неизвестного объекта.

Если после устранения общей зависимости остаётся только один канал, исходное составное событие распадается на разные исследовательские задачи. Если согласованная последовательность сохраняется, появляется основание уточнить механизм и геометрию распространения. В обоих случаях полезен весь исходный материал, включая каналы, которые позднее были объяснены.

Выбор временного окна меняет число совпадений. Очень широкое окно объединяет процессы, между которыми нет установленной связи; слишком узкое может исключить физически возможную задержку. Его обосновывают моделью распространения и характеристиками каналов до анализа основной серии. Если окно подбиралось по данным, найденная последовательность становится кандидатом для отдельной проверки. В отчёте сохраняют также события, не вошедшие в выбранную комбинацию.

Результатом разбора становится причинная схема с отмеченными неопределёнными связями и перечнем проверенных зависимостей. Она связывает общую методологию с тематическими разделами книги. Следующая глава рассматривает происхождение и поддержание наблюдаемого режима. Затем исследование переходит к временным процессам, где различие между событием, сигналом и временной меткой становится особенно существенным.

Жизненный цикл и память состояния

Запись состояния должна включать предысторию, достаточную для сравнения следующих действий. Одинаковые текущие показания могут скрывать разную температуру внутренних частей, накопленную деформацию, состав, заряд, настройки или состояние программы. Гистерезисом здесь называется зависимость наблюдаемого ответа от пути, которым система пришла к текущим условиям. Указание этого свойства не объясняет его механизм и не доказывает необычную физику. Оно запрещает считать два режима одинаковыми только по одному показателю.

Карточка жизненного цикла различает обнаружение, уточнение условий, разрешённое изменение, удержание состояния, прекращение активных действий и последующее наблюдение. Это статусы работы с явлением, а не обязательные стадии его природы. Случай может быть зарегистрирован уже после пика; видимое затихание может смениться повторным проявлением. Ветвление карточки фиксирует такие возможности без предположения, что любой объект обязательно пройдёт весь цикл.

Запись перехода	Необходимое содержание
Исходное состояние S_i	Наблюдаемые величины, конфигурация, версия карты, предшествующие воздействия и неизвестные интервалы.
Событие или действие T_i	Что изменилось; кем замечено; команда, фактическое выполнение и побочные перемены.
Новое состояние S_j	Что подтверждено после перехода; какие прежние основания сохранились или утрачены.
Возврат	Какой наблюдаемый признак означал бы возвращение; допустима ли проверка; какие свойства могли остаться изменёнными.
Следующее наблюдение	Какой вопрос оно решает; условия сопоставимости; кому передана ответственность.

Вымышленный пример: при последовательном уменьшении управляющего параметра учебного стенда световой отклик сохраняется там, где при увеличении его ещё не было. В журнале остаются обе ветви, длительности выдержки и состояние измерительного тракта. Повторение только «успешного» направления не подтверждает устойчивую границу. Если обратный проход небезопасен или не разрешён, его не выполняют ради симметричного графика; вывод ограничивают одной ветвью. Отсутствующую предысторию обозначают как неизвестную, а не заполняют наиболее удобной реконструкцией.

Различие ветвей ещё нужно отделить от запаздывания самого измерения и переходного режима. Для этого в допустимых условиях сопоставляют отклик при известных последовательностях и выдержках, сохраняя сведения о скорости изменения. Если такого сравнения нет, результат называют зависимостью зарегистрированного ответа от проведённой последовательности. Это точнее, чем приписать объекту установленный гистерезис по единственной петле на графике.



Качественная схема без численного масштаба. Выдержку и задержку проверяют отдельно.

Рисунок 6. История состояния и две ветви отклика. Качественная учебная схема. Результат связывается с предысторией, последовательностью воздействий и временем выдержки. Различие ветвей при росте и снижении параметра ещё не отделено от задержки измерения и переходного режима. Кривые условны, численный масштаб не задан.

Реестр предпосылок исполнимого протокола

Даже осторожная процедура использует предпосылки: события различимы, команда имеет адресата, запись сохраняет происхождение, а проверка относится к нужному объекту. Их следует перечислить до выбора вмешательства. В методе системного анализа опасностей STPA рассматривается связь состояния управляемого процесса, управляющих действий и обратной связи; задержки или неполнота сведений способны сделать действие неподходящим для фактического состояния [62]. Здесь эта инженерная логика применяется к границам допуска, без утверждения, что она охватывает любое мыслимое изменение законов природы.

Предпосылка	Признак утраты	Какой вывод или допуск ограничивается
Восстановим локальный порядок	Перезапуск без связующей записи, конфликт номеров, неизвестное происхождение фрагмента.	Последовательность действий через разрыв; при сохранных отдельных фрагментах их самостоятельный анализ может продолжаться.
Известна существенная конфигурация	Неучтённая замена, изменение режима, несовпадающие версии.	Перенос калибровки и разрешения прежней конфигурации.
Подтверждена нужная пространственная связь	Потеря привязки либо несопоставимые наблюдения положения.	Допуск перемещения по прежнему маршруту и вывод о распространении.
Объект и канал различимы	Нельзя отличить замену образца, повтор данных или другой источник.	Сравнение «до — после» как история одного объекта.

Предпосылка	Признак утраты	Какой вывод или допуск ограничивается
Состояние доступно для решения	Неизвестная задержка или источник обратной связи, потеря обязательного канала.	Управление, требующее своевременного знания этого состояния.
Прекращение может быть подтверждено	Команда отправлена, но её исполнение и результат не наблюдаются.	Заявление об остановке воздействия и последующее действие, зависящее от неё.

Для каждой строки назначают свидетельство проверки и действие при утрате. Запрет распространяется на зависимое решение; он не обязан запрещать всякую деятельность. Например, локальный спектр может оставаться пригодным при потере глобальной шкалы времени, тогда как сопоставление причинного порядка уже не обосновано. Допустимый остаточный режим выбирается из фактически подтверждённых возможностей, а не из общего желания продолжать.

Если условная модель одновременно устраняет различимость состояний, сохранность следов и возможность подтвердить действие, исполнимый проверяемый протокол для неё не задан. Внешняя камера или механические часы не устраняют это логическое затруднение сами по себе. Сначала модель должна назвать сохраняющуюся подсистему и её связь с наблюдаемым процессом. Реестр предпосылок позволяет показать точное место ограничения, вместо обещания универсальной защиты от произвольной причинности.

Глава 11

Возникновение и поддержание аномальных режимов

Класс проявления указывает, что следует измерять. Объяснение возникновения должно дополнительно показать, каким путём система пришла к наблюдаемому состоянию. Для этого недостаточно назвать взаимодействие или предложить форму сигнала. Требуется связать исходные условия, процесс формирования, источник поддержания и наблюдаемую судьбу объекта. Такой разбор полезен и для обычного явления, впервые встретившегося исследовательской группе, и для условной новой физики. Различается подтверждённость предпосылок, а требование получать следствия остаётся общим.

Причина возникновения не обязательно совпадает с причиной дальнейшего существования. Короткий импульс может запустить процесс, который затем расходует внутренний запас; непрерывное внешнее воздействие может поддерживать состояние, невозможное после его прекращения. Условие наблюдаемости также является отдельным звеном. Изменение освещения способно сделать существующий объект видимым, не создав его. Поэтому в истории случая различают появление самого состояния, начало доступной регистрации и момент, когда наблюдатель признал событие необычным.

Четыре вопроса к происхождению

Сначала выбирают переменную состояния. Для нагрева это может быть запас внутренней энергии, для колебаний — амплитуда и фаза, для состава — количество определённых компонентов. Переменная должна быть связана с наблюдением через модель измерения. Яркость пикселя непосредственно не является запасом энергии, а показание часов — состоянием всей среды. Если

переменная пока доступна лишь косвенно, перечисляют дополнительные предположения, необходимые для её восстановления.

Затем задают границу системы и пути обмена. Поступление энергии, перенос вещества, механическая работа и информация о внешних воздействиях получают собственные записи. После этого описывают механизм перехода: что изменяется при запуске, какие связи становятся существенными и почему эффект имеет данный пространственный масштаб. Наконец, формулируют условия сохранения и завершения. Объяснение, которое описывает только красивый стационарный рисунок, ещё не объясняет его рождение или устойчивость.

Механизм в рабочей гипотезе	**Что поддерживает состояние**	**Различающее наблюдение**
Конечный внутренний запас	Расход первоначального ресурса	Согласованный спад и ограниченный интегральный выход
Внешнее питание	Измеримый поток через границу	Изменение выхода при естественном изменении этого потока
Переход режима	Новая устойчивая конфигурация связей	Порог, задержка и зависимость от предыстории
Движущаяся неоднородность	Перенос уже существующей структуры	Последовательность откликов на пространственно разнесённых узлах

Эти строки обозначают структуры объяснения, которые могут сочетаться. Например, движущаяся область может получать энергию извне и одновременно расходовать накопленный ресурс. В таком случае модель должна предсказать совместно скорость, длительность и изменение интенсивности. Добавление каждого механизма увеличивает число условий, которые требуется проверить. Оно полезно, когда объясняет новый независимый признак, а не только предоставляет ещё один свободный параметр.

От схемы к уравнению состояния

Простейшая авторская модель накопителя связывает запас E с мощностью поступления P и временем релаксации τ. При постоянных P и τ она имеет вид, приведённый ниже. E измеряется в джоулях, P — в ваттах, τ — в секундах. Термин E/τ обозначает выбранный модельный закон потерь; он не назначается любому неизвестному объекту по внешнему сходству.

$$\frac{dE}{dt} = P - \frac{E}{\tau}$$

$$E(t) = P\tau + (E_0 - P\tau)e^{-t/\tau}$$

Уравнение сразу разделяет несколько сценариев. Без питания запас убывает; при постоянном питании стремится к Pτ; после изменения питания переходит к новому уровню за характерное время τ. Это уже программа наблюдений: получить переходную кривую, оценить параметры на одной части записи и проверить другую. Если измеритель показывает только выходную мощность, первоначальный запас восстанавливается через дополнительную связь. Произвольное объявление неизвестной энергии не является независимым подтверждением модели.

Изменение режима требует иной динамики. Для иллюстрации рассмотрим безразмерную переменную x, например нормированное знаковое отклонение положения, и безразмерный управляющий параметр μ. Следующее уравнение является самостоятельной учебной моделью, а не универсальным законом аномалий. При μ меньше нуля единственное устойчивое состояние находится в нуле. При положительном μ возникают два устойчивых ненулевых состояния, а нулевое становится неустойчивым.

$$\tau \frac{dx}{dt} = \mu x - x^3$$

Действительно, производная правой части по x в стационарной точке определяет знак малого возмущения: в нуле она равна μ, а в точках ±√μ равна −2μ. Отсюда получается проверяемое изменение устойчивости. Вблизи порога меняются и характерные времена ответа. Однако такое уравнение ещё не называет физический источник энергии или вещество, реализующее нужные коэффициенты. Для конкретного объекта это следующий обязательный уровень объяснения. Нельзя принимать математический переход режима за готовую технологию его создания.

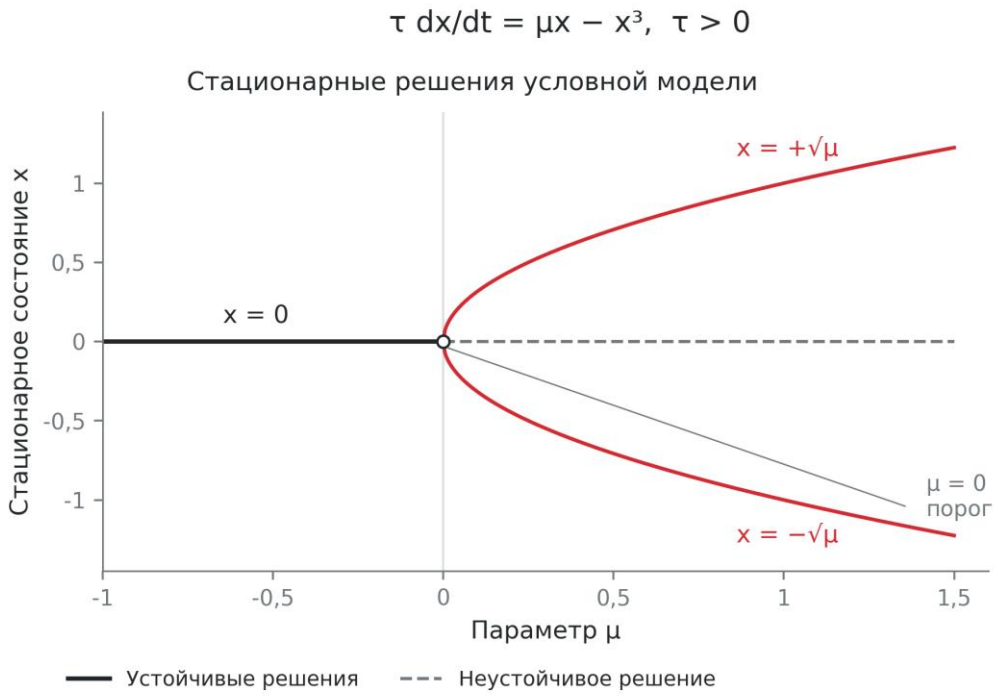


Рисунок 7. Порог и смена устойчивости режима. Условная математическая модель τ dx/dt = μx − x³ при τ > 0. При μ < 0 состояние x = 0 устойчиво. При μ > 0 оно неустойчиво, а две ветви x = ±√μ устойчивы. Точка μ = 0 — порог смены устойчивости; эта диаграмма не задаёт петлю гистерезиса и не является записью природного явления.

Локализация и продолжительность

Пространственный размер должен появляться из модели: из распределения источника, геометрии границы, длины переноса или устойчивого профиля поля. Если размер просто подбирается по фотографии, пока получено описание формы. Для перехода к механизму полезно предсказать, как размер изменится вместе с длительностью, интенсивностью или состоянием окружающей среды. Наблюдения разных масштабов особенно ценны, поскольку способны разрушить совпадение, полученное подгонкой одного эпизода.

Характерное время прохождения области ширины L со скоростью v имеет порядок L/v. Время затухания и время отклика датчика могут отличаться от него. Если все три величины смешаны, короткая запись не позволяет определить ни размер, ни скорость. Сетевая реконструкция в главах 13 и 17 показывает, как разделяются эти вопросы. Для неизвестного явления допустим итог в виде семейства совместимых размеров и скоростей; единственное число появляется лишь после достаточного числа независимых ограничений.

Существующие исследования дают примеры такого перехода от механизма к прогнозу. В модели шаровой молнии Abrahamson и Dinniss предполагаемое свечение связывается с окислением образовавшихся частиц; экспериментальное подтверждение отдельных агрегатов не означало воспроизведения всего объекта [33]. Для гипотетических доменных стенок исследователи вывели пространственно-временной рисунок возмущений часов и искали его в спутниковых данных, получив ограничения вместо обнаружения [65]. Обе постановки полезны тем, что название механизма сопровождается отдельными проверяемыми следствиями.

Паспорт механизма и следующий опыт

Паспорт механизма дополняет паспорт случая. В нём сохраняют исходное состояние, переменные и единицы, параметры, уравнения перехода, источники поддержания и наблюдаемые предсказания. Отдельно отмечают, какие параметры измерены независимо, какие оценены по тому же событию и какие лишь предположены. Эта граница позволяет отличить прогноз от повторного описания исходных данных. Протокол должен содержать хотя бы один результат, после которого предложенный механизм придётся изменить или отвергнуть.

Руководитель выбирает следующую проверку по различию прогнозов. Метролог оценивает, разрешимы ли ожидаемые масштабы и задержки. Профильный специалист определяет, какие естественные изменения или безопасные стендовые воздействия информативны. Оператор сохраняет историю действий, а координатор безопасности прекращает вмешательство при выходе за подтверждённую область. Отсутствие допустимого способа вызвать предполагаемый переход не закрывает наблюдательную программу: можно проверять форму, баланс, запаздывание и связи с естественно меняющимися условиями.

Установленный механизм может объяснить только часть жизненного цикла. Группа вправе уверенно описывать распад, оставляя происхождение открытым, или подтвердить поступление энергии без полной теории локализации. Такой результат становится основанием для следующей модели. Научное развитие начинается там, где новая версия принимает на себя дополнительные обязательства перед наблюдением: объясняет прежние данные, предсказывает ещё не проверенное и показывает область, в которой перестаёт работать.

Часть III

Время и причинность

Глава 12

Физическое время и показания часов

Сообщение о нарушении времени может содержать три совершенно разных наблюдения: человек не помнит часть событий, устройство записало неверную дату или два физических эталона накопили разные интервалы. Объединение этих случаев одним названием заранее скрывает причину. Исследование класса TM начинается с вопроса о том, какой именно процесс служил часами, кто считал его циклы и каким способом полученный результат сравнивали с другим результатом. Слово «время» в паспорте случая должно сопровождаться описанием наблюдаемой величины.

Часы состоят как минимум из периодического процесса, счётчика и правила представления показаний. Генератор может продолжать колебаться, пока программа теряет записи; счётчик способен работать без перерыва, пока пользовательский интерфейс переставляет дату. Обратная ситуация возникает при исправлении внешней синхронизации: на экране появляется скачок, хотя физический генератор не испытал соответствующего скачка частоты. Поэтому фотография циферблата устанавливает состояние интерфейса в момент съёмки, но сама по себе не описывает историю собственного времени прибора.

Собственное время и способы его сравнения

В теории относительности собственное время относится к конкретной траектории. Два исправных эталона, прошедших разные пути или находившихся в разных гравитационных условиях, могут при последующем сопоставлении показать неодинаковые интервалы. Это не дефект определения времени. Измерительный вопрос состоит в том, соответствует ли различие рассчитанной модели движения и поля. Применение часов для сравнения гравитационных потенциалов уже реализовано экспериментально; именно возможность предсказанного различия делает такие сравнения инструментом геодезии [8].

Для медленного движения в слабом поле стандартное приближение имеет вид:

$$\frac{d\tau}{dt} \approx 1 + \frac{\Phi}{c^2} - \frac{v^2}{2c^2}.$$

Здесь τ обозначает собственное время, t — согласованную координатную переменную, Φ — ньютоновский потенциал с обычным отрицательным знаком, а v — скорость в выбранной системе отсчёта. Формула описывает ограниченный режим, а не универсальный перевод любого необычного показания в характеристику пространства. Геодезический потенциал иногда уже включает вращение Земли; добавлять ту же поправку повторно нельзя.

Частота и фаза также требуют различения. Частота характеризует темп накопления циклов, фаза — положение внутри последовательности колебаний. Постоянное смещение фазы может сохраняться после краткого сбоя, когда частоты давно совпадают. Если относительная разность частот равна y и остаётся постоянной, накопленная разность времени приблизительно равна yT за интервал T. Этот простой расчёт помогает проверить, согласуются ли заявленные величина и длительность эффекта. Большой скачок метки без последующего расхождения наклонов временных рядов имеет иную структуру, чем устойчивое изменение темпа.

Передача времени добавляет ещё один измерительный тракт. Получатель видит часы источника с задержкой, которая зависит от пути сигнала и аппаратуры. В сетевых схемах оценка этой задержки требует предположений о симметрии направлений. Кроме того, сетевой протокол времени NTP, протокол точного времени PTP и другие протоколы не создают независимый эталон: разные сервисы могут получать исходное время от одной спутниковой системы [9]. Проверка должна доходить до происхождения опорного сигнала, а не останавливаться на названии приложения.

Построение измерительного утверждения

Полноценное утверждение выглядит конкретно: два автономных генератора, предварительно сравненных в одной точке, за определённый интервал накопили такую-то разность с указанной неопределённостью; известные поправки объясняют определённую её часть. В нём отдельно перечисляются пропуски данных, изменения режима и способ сравнения. Формулировка «в помещении время идёт медленнее» становится рабочей гипотезой лишь после такого описания и не заменяет его.

Полезен мысленный пример. Регистратор сохранил десять тысяч последовательных импульсов, но в журнале отсутствует минута. Если аппаратный счётчик продолжал возрастать равномерно, отсутствие строк требует прежде всего проверки записи. Если изменился интервал между импульсами на независимом измерителе, исследуется генератор и его среда. Если отклонение воспроизводится у разнородных эталонов и согласуется с геометрией поля, возникает третья задача. Эти варианты различаются данными, а не впечатляющим названием.

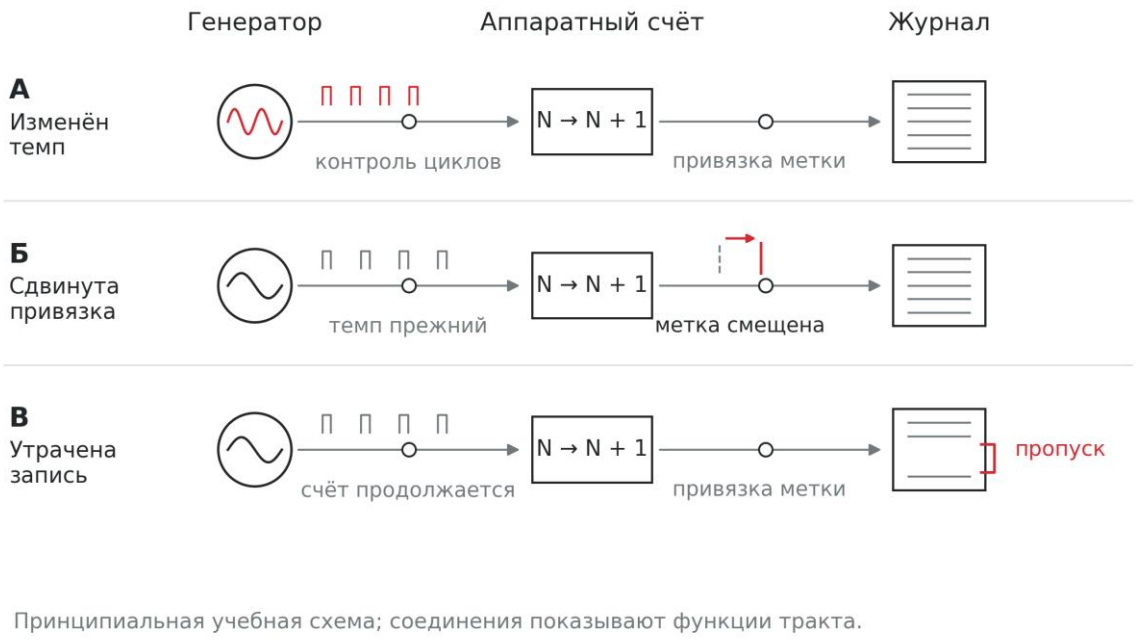


Рисунок 8. Генератор, счётчик и журнал: где возникает расхождение. Учебная схема трёх разных мест возникновения расхождения: генератор, привязка показания и сохранение журнала. Непрерывный аппаратный счёт не восстанавливает отсутствующие записи; показанный тракт является функциональной схемой, а не монтажной инструкцией.

Даже согласованное изменение нескольких часов не снимает вопрос об общем воздействии. Температура, питание, прошивка или единая опорная линия могут связать внешне разные устройства. Однако бесконечное перечисление возможных ошибок тоже не является объяснением.

Каждая существенная альтернатива должна предсказывать наблюдаемое различие: зависимость от материала эталона, места, режима питания, частоты опроса или способа передачи.

Авторский порядок первичной квалификации

1. Хранитель данных сохраняет исходный журнал, аппаратные счётчики и историю коррекций времени; обработанная копия получает отдельное обозначение.
2. Метролог определяет измеряемую величину и перечисляет источники опорного времени, включая скрытые зависимости между устройствами.
3. Оператор сопоставляет фазу, частоту и полноту записи на общей временной шкале, отмечая перезапуски и смену режима.
4. Руководитель исследования выбирает следующую проверку по различающему прогнозу; координатор безопасности подтверждает допустимость размещения аппаратуры.

Основанием для продолжения служит возможность восстановить последовательность измерений и оценить неопределённость сравнения. Если опорная шкала неизвестна, прибор перезапускался без журнала или две записи нельзя однозначно сопоставить, вывод о темпе времени останавливают. Само сообщение при этом сохраняют в реестре как недостаточно определённое. Утрата доказательной силы конкретного измерения не означает доказанного отсутствия события.

Граница этой главы проходит между переживанием, регистрацией и физическим сравнением. Следующая задача состоит в том, чтобы построить наблюдение, где эти уровни перестают подменять друг друга. Только после этого локальное временное расхождение получает координаты, длительность, измерительный смысл и проверяемую связь с окружающими условиями.

Глава 13

Проверка локальных временных расхождений

Локальность временного эффекта означает зависимость результата от расположения или траектории, а не просто от времени суток. Чтобы её проверить, недостаточно принести часы в предполагаемую зону и сравнить показания после возвращения. Во время переноса меняются температура, ориентация, механическая нагрузка и условия связи. Исследовательская схема должна разделять влияние места, конкретного прибора и процедуры перемещения. Иначе обнаруженный остаток нельзя уверенно отнести ни к одному из этих факторов.

Основу предлагаемого протокола составляют три позиции: исследуемая точка, контрольная точка с сопоставимыми обычными условиями и место совместного сравнения эталонов. Контроль выбирают по модели возможных помех. Соседний коридор может оказаться хорошим контролем температуры и плохим контролем электромагнитной обстановки. Удалённая лаборатория даёт независимый фон, но добавляет сложную линию передачи. Причину выбора каждой точки записывают до основной серии.

Контроль до переноса и после него

В совместной исходной записи оценивают постоянное смещение, дрейф и разброс разности частот. Эта запись не обязана делать часы идеально одинаковыми. Её назначение — установить ожидаемое поведение пары и предел, ниже которого изменение неразличимо. После основной серии эталоны снова сравнивают совместно. Если их относительное поведение изменилось и не восстановилось,

возможны повреждение, старение или переносный эффект; данные нельзя интерпретировать так, будто исходная калибровка оставалась неизменной.

При безопасной доступности позиций полезна перестановка приборов. Если отклонение следует за устройством, локальная гипотеза ослабевает. Если оно следует за местом и сохраняется после смены способа сравнения, возникает более содержательный результат. Однако перестановка не является обязательным физическим заходом в неопределённую среду. Когда доступ не обоснован, используют дистанционное размещение либо ограничивают вывод наблюдаемым внешним сигналом.

Полевые оптические часы показывают, что такая программа не сводится к фантастическому прибору. В работе Grotti и соавторов транспортируемый эталон участвовал в сравнении потенциалов двух площадок, причём местные и удалённые сопоставления позволяли проверять приборные смещения. Трудности надёжности и ограниченное время работы влияли на итоговую неопределённость [8]. Это важнее рекламной характеристики отдельного генератора: оценивать необходимо завершённую кампанию.

Развёртывание другого транспортируемого комплекса после перевозки на тысячи километров также было продемонстрировано; в описанном опыте аппаратура стала работоспособной в течение двух дней после прибытия [10]. Такой результат подтверждает возможность специализированной мобильной метрологии. Он не устанавливает способность прибора непрерывно работать при движении, переносить любую среду или мгновенно выдавать точный ответ после включения.

Что должно оставаться независимым

Желательно сочетать автономный ход с внешним сравнением. Автономная запись помогает отличать поведение генератора от поведения канала синхронизации, а внешний эталон связывает разные площадки. Эти функции не следует незаметно объединять: автоматическая подстройка способна устранить исследуемое расхождение и одновременно перенести ошибку внешней системы внутрь прибора. Все команды коррекции сохраняют вместе с необработанной фазой или частотой.

Отказ спутникового сигнала не превращает локальные часы в безошибочную замену. После потери опоры результат определяется собственным генератором и алгоритмом удержания хода [9]. Проверка ансамблем локальных генераторов может выявлять некоторые виды подмены внешнего времени, что показано в отдельной экспериментальной разработке [11]. В предлагаемом комплексе подобная проверка служит диагностикой конкретной зависимости, а не сертификатом неуязвимости.

Для каждой пары строят остаток между измеренным различием и расчётом известных эффектов. В бюджет входят неопределённости положения, движения, частотных поправок, передачи и пропусков. Соседние точки временного ряда обычно связаны поведением одного генератора; увеличение частоты записи не создаёт столько же независимых измерений. Значимость устойчивого остатка оценивают с учётом этой зависимости, а результат проверяют на другой серии.

Авторский протокол сравнения площадок

1. Руководитель исследования заранее задаёт проверяемую пространственную зависимость и минимальный различимый эффект; метролог подтверждает, что тракт способен его различить.

2. Оператор выполняет совместную исходную запись, затем размещает устройства по согласованной схеме и ведёт отдельный журнал перемещений, состояния и коррекций.
3. Хранитель данных сохраняет исходные отсчёты и контроль среды, включая интервалы без связи; потерянные интервалы не достраиваются как измеренные.
4. Метролог рассчитывает ожидаемые поправки и остатки, после чего сравнивает результат с контрольной точкой и заключительной совместной записью.
5. Руководитель разрешает повторение с изменённой конфигурацией только при сохранении диагностируемого состояния; координатор безопасности останавливает работу при появлении непредусмотренного воздействия.

Критерий остановки измерительного вывода отличается от критерия физической опасности. Потеря журнала синхронизации делает серию непригодной для точного сравнения даже при безопасной среде. Повреждение оборудования, неизвестный нагрев или нарушение связи с оператором требуют возвращения к безопасному режиму независимо от статистической привлекательности сигнала. Прибор не оставляют в более рискованном положении ради завершения красивой кривой.

Успешное завершение такой проверки даёт не универсальное утверждение о времени, а ограниченный результат: зависимость определённого наблюдаемого остатка от заданных условий. Для подтверждения локального эффекта особенно ценны сохранение знака и масштаба после перестановки, согласие независимых трактов и заранее предсказанное изменение при смене позиции. Именно эти признаки позволяют переходить от регистрации к модели, не подменяя модель названием территории.

Движущийся фронт как проверяемая сетевая модель

Локальное расхождение может перемещаться. Тогда полезно измерять моменты возникновения одного заранее определённого признака на разных узлах. Этим признаком может быть начало частотного сдвига, а не скачок даты в интерфейсе. Каждому каналу сначала назначают правило выделения начала и оценивают задержку самого измерителя. Исправление задержки выполняют по отдельной калибровке, сохраняя исходные метки. Общее программное время для нескольких датчиков не делает задержки их физических откликов одинаковыми.

Рассмотрим полностью синтетический пример плоского фронта, движущегося с постоянной скоростью. Пространственные координаты выражены в метрах, времена — в секундах одной согласованной шкалы. Четыре узла A–D используются для оценки, а узел E заранее оставлен проверочным. Координаты здесь задают расчётную геометрию; они не являются указанием размещать аппаратуру на неизвестной площадке.

Узел	Координаты (x; y; z), м	Начало отклика, с	Назначение
A	(0; 0; 0)	100,00	Оценка модели
B	(10; 0; 0)	102,40	Оценка модели
C	(0; 10; 0)	103,20	Оценка модели
D	(0; 0; 5)	101,50	Оценка модели

Узел	Координаты (x; y; z), м	Начало отклика, с	Назначение
E	(6; 8; 4)	105,24	Проверка прогноза

Для плоского фронта момент прихода описывается выражением ниже. Вектор s имеет размерность секунды на метр. Его направление совпадает с нормалью движения фронта; модуль равен обратной скорости в рассматриваемой модели. Параметр t_0 задаёт момент прохождения начала координат.

$$t_i = t_0 + \boldsymbol{s} \cdot \boldsymbol{x}_i, v = \frac{1}{|\boldsymbol{s}|}$$

Из первых четырёх строк получаются t_0 = 100,00 с и s = (0,24; 0,32; 0,30) с/м. Модуль s равен 0,50 с/м, поэтому скорость составляет 2,00 м/с, а единичная нормаль равна (0,48; 0,64; 0,60). Для E модель заранее даёт 105,20 с. Остаток проверочной строки составляет 0,04 с. Такая последовательность отделяет определение параметров от проверки: если E включить в первоначальную подгонку, его последующее согласие уже не будет той же независимой проверкой.

Пусть в учебном расчёте стандартная неопределённость каждого момента равна 0,02 с, ошибки узлов независимы, а неопределённость координат пока пренебрежимо мала. Прогноз для E выражается через обучающие метки как −1,2tA + 0,6tB + 0,8tC + 0,8tD. Поэтому стандартная неопределённость прогноза составляет около 0,035 с, а сравнения с наблюдением E — около 0,040 с. Полученный остаток совместим с моделью. Эти числа характеризуют синтетическую задачу; реальные общие временные поправки потребовали бы ковариаций.

Совместимость не устанавливает природу фронта. Изменение температуры, обычное распространяющееся воздействие и предполагаемое новое поле могут создавать похожий порядок. Следующая серия должна проверить дополнительные различия: форму отклика, относительную чувствительность разнородных узлов и независимые признаки среды. Реальные сетевые поиски также строят конкретный пространственно-временной шаблон, а затем ограничивают его параметры; существование такого поиска не означает обнаружения его гипотетического объекта [65].

Перед размещением метролог проверяет, что ожидаемые задержки превосходят неопределённость выделения начала и что сохранится достаточно независимых узлов. Оператор фиксирует потерю записи как потерю наблюдаемости, а не отсутствие фронта. При отказе проверочного узла результат остаётся оценкой по обучающим данным. Геометрические ограничения этой реконструкции разобраны в главе 17, а получение пригодных временных записей — в проекте 50.

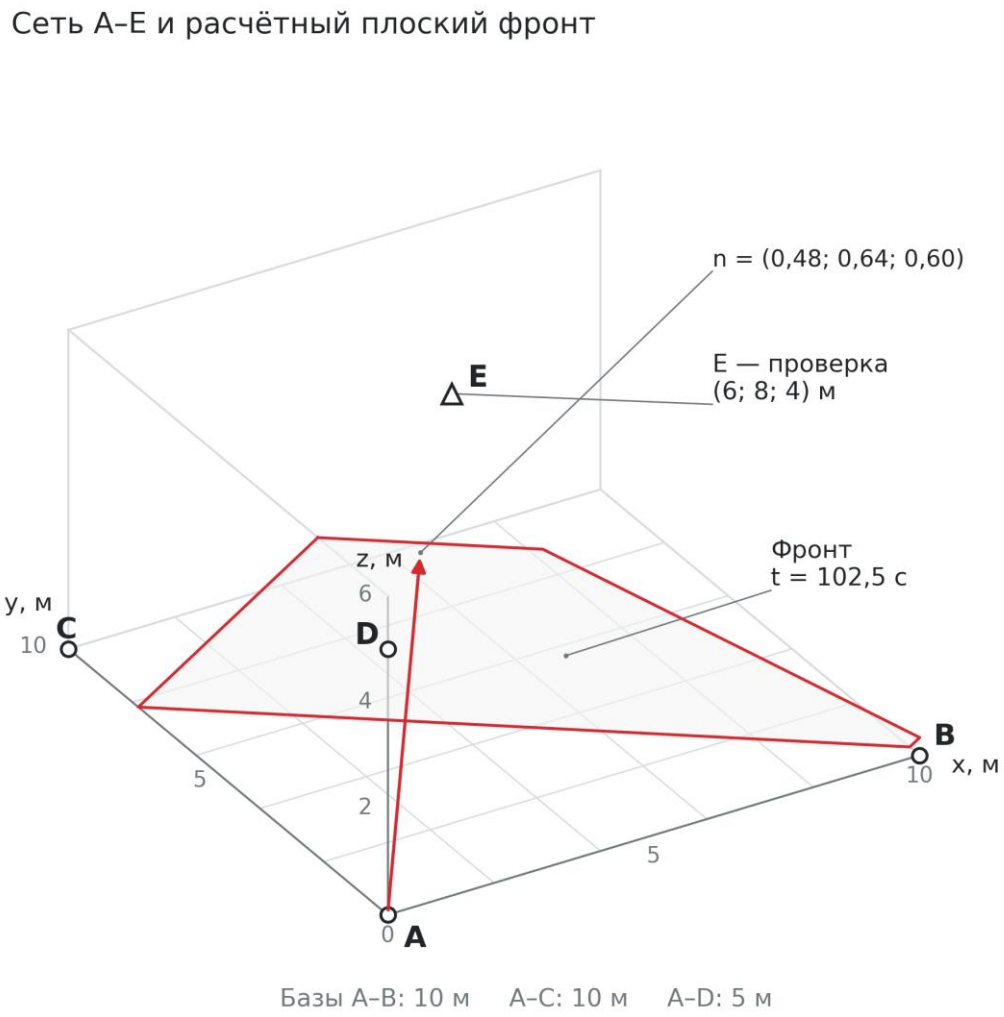


Рисунок 9. Трёхмерная сеть и проверочный узел E. Геометрия синтетической сети A–E. Узлы A–D задают трёхмерную модель плоского фронта, E сохраняется для проверки прогноза. Показаны рассчитанная нормаль и положение фронта при t = 102,5 с. Аксонометрия передаёт расположение; поверхность между узлами остаётся модельной интерполяцией.

Глава 14

Повторение событий и предполагаемые временные петли

Повторение является свойством множества обычных процессов: вращения, колебания, работы программного цикла, расписания и воспроизведения записи. Предположение о временной петле значительно сильнее. Оно утверждает не только сходство двух наблюдений, но и особую связь между состояниями мира и порядком событий. Поэтому исследование начинается с определения того, что именно повторилось: изображение, последовательность действий, показания нескольких приборов или доступная часть физического состояния.

Буквально одинаковые файлы прежде всего указывают на повторную выдачу одних данных. Сходные изображения при разных исходных файлах могут отражать циклическую сцену. Совпадение нескольких особенностей ещё не означает возвращения всей системы в прежнее состояние. Чем шире утверждение о повторе, тем больше независимых величин оно должно охватывать. Слово «точно» допустимо лишь вместе с разрешением, допусками и перечнем сравниваемых признаков.

Три значения повторения

Первый вариант — повтор представления. Камера, архив или интерфейс снова показывает уже записанный фрагмент. Второй — возврат наблюдаемой системы в похожую конфигурацию: например, механизм завершает цикл. Третий — условная модель, в которой траектория события замыкается в пространстве-времени. Переход между этими вариантами требует дополнительных данных. Потерянный номер кадра не является промежуточным доказательством третьего варианта.

Даже в условной модели замкнутой времениподобной кривой собственное время наблюдателя вдоль его локального движения не обязано идти назад. Необычность касается глобальной связи событий, а не обязательного обратного вращения часов на каждом участке. Следовательно, кинообраз «все стрелки пошли обратно» задаёт отдельный физический сценарий. Его надо объяснять через динамику механизмов и сохранённых записей, а не принимать за определение временной петли.

Особое ограничение возникает при рассказе о полном возврате мира к исходному состоянию. Если состояние действительно восстановлено полностью, память наблюдателя и состояние регистратора также должны быть восстановлены. Сохранившаяся запись о предыдущем цикле означает, что хотя бы этот носитель не вернулся. Тогда модель должна явно указать сохраняющуюся подсистему и её связь с остальным процессом. Это логическое требование к проверяемому утверждению, а не доказательство существования или невозможности петли.

Реальные временные кристаллы полезны здесь как пример точного употребления необычного термина. В одной экспериментальной реализации периодически возбуждаемая ионная система давала устойчивый субгармонический отклик [12]. Запрет определённых временных кристаллов в равновесии относится к другим условиям и конкретному определению [13]. Ни одно из этих утверждений не означает повторение произвольного исторического события. Физическое название описывает наблюдаемую динамику системы.

Как различать версии

Авторская схема проверки использует внешнюю регистрацию и заранее выбранные признаки. Внешней здесь называется запись, независимость которой обоснована архитектурой, а не только

расстоянием. Если две камеры передают данные в один сервер, повтор серверного буфера способен согласованно воспроизвестись на обоих экранах. Независимый локальный счётчик и отдельный архив позволяют проверить этот канал, но не гарантируют независимость от всех воздействий среды.

Сравнивать следует последовательности, а не один эффектный кадр. Заранее задают допустимое рассогласование, длительность фрагмента и признаки, которые должны изменяться при обычном ходе процесса. Новая метка внутри безопасной контрольной записи может помочь отличить повтор передачи от повторения сцены. Однако никакая метка не служит магическим доказательством: требуется проверить, когда она сформирована, где сохранена и могла ли попасть в оба сравниваемых набора одним путём.

Предложенный учебный сценарий иллюстрирует различие. На нескольких мониторах повторяется один и тот же проход человека через дверь, но автономный регистратор освещённости показывает непрерывно меняющийся фон. Совпадение кадров и несовпадение независимого физического ряда направляют проверку к видеотракту. Если же повторяются только действия человека, а шум, фон и метки различаются, исследуется цикличность поведения. Это вымышленные данные для выбора проверки, а не сообщение о наблюдавшейся петле.

Авторский протокол регистрации повторов

1. Хранитель данных блокирует перезапись исходных фрагментов и сохраняет их происхождение, последовательные номера и контрольные суммы.
2. Метролог определяет признаки повторения и допустимые расхождения до просмотра новых серий; оператор фиксирует физические каналы отдельно от экранных представлений.
3. Профильный специалист проверяет буферы, расписания, циклы оборудования и общие источники сигнала, формулируя ожидаемые отличия каждой версии.
4. Руководитель сопоставляет новые серии с зарегистрированными прогнозами; изменение определения повтора оформляется как новая исследовательская гипотеза.

Серию прекращают использовать как подтверждающую, если критерий сходства был подобран после просмотра всех данных или невозможно установить происхождение записи. При повторном отказе архивирования восстанавливают измерительную систему, сохраняя её ошибочное состояние для анализа. Если событие сопровождается опасным движением объектов, потерей ориентировки или нарушением связи, координатор безопасности прекращает приближение; проверка повторяемости продолжается только из допустимой позиции.

Условная петля остаётся содержательной моделью лишь тогда, когда предсказывает различия, недоступные более простому циклу, и объясняет судьбу памяти и данных. Неопределённое утверждение, которое при каждом несоответствии переносит границу петли на новый носитель, не позволяет закончить проверку. Для научного описания важнее удержать устойчивые условия опровержения, чем придумать всё более изобретательную защиту первоначального названия.

Глава 15

Предвидение и обратная причинность

Предвидение можно сформулировать как задачу об информации: содержит ли зафиксированный заранее ответ сведения о событии, которое ещё не было доступно отвечающему обычным путём? Обратная причинность — более сильное предположение о механизме. Даже необычная

предсказательная успешность не устанавливает направление причинной связи автоматически. Она может зависеть от закономерности генератора, утечки данных, порядка отбора или особенностей анализа. Эти возможности становятся конкурирующими моделями, когда для них заданы различающие проверки.

Бытовые рассказы обычно не содержат полного пространства возможных исходов. Запоминается совпавший сон, но не все несбывшиеся ожидания; описание события уточняется после того, как событие произошло. Такая запись может быть значимой для истории переживания, однако её трудно превратить в количественную проверку прогноза. Исследовательский переход состоит в фиксации содержания, времени, правил сопоставления и полного числа попыток до появления результата.

Что показали конкретные проверки

В Transparent Psi Project согласованный сторонниками и критиками протокол проверяли в нескольких лабораториях. Валидный набор включал 2 115 участников и 37 836 критических проб; доля верных выборов составила 49,89% вместо ожидаемого превышения случайного уровня 50% [14]. Этот результат относится к определённой задаче. Он даёт основание не воспроизводить исходное утверждение как установленный эффект, но не заменяет проверку всякой возможной формы предчувствия.

Работа 2025 года исследовала процедуру дополнительно в трёх исследованиях с 26 483 участниками. Исходное предсказание успешности выше случая не воспроизвелось. Отклонение ниже 50%, найденное в исследовательском анализе первого опыта, подтвердилось во втором, но не воспроизвелось в третьем [15]. Поэтому описание этой работы должно сохранять различие между исходной гипотезой, новым направлением эффекта и последующей проверкой. Слово «необычный» не объединяет разные статистические утверждения.

Из этих результатов следует методический урок для будущих исследований. Если знак эффекта меняют после просмотра данных, возникает новая гипотеза, которой нужна новая серия. Нельзя одновременно считать преимуществом как попадание, так и промах без заранее заданной модели. Иначе практически любое отклонение становится подтверждением, а совпадение со случайным уровнем объявляется скрытым сочетанием противоположных влияний. Такая схема теряет различающую способность.

Временной порядок должен быть измерен

Авторский протокол отделяет момент решения, момент необратимой фиксации ответа, момент формирования цели и момент её предъявления. Эти четыре события нельзя заменять одной экранной анимацией. Программа может показать стимул позже, чем он был выбран, а журнал — получить метку времени после задержки записи. Для проверки информационного порядка необходима схема фактического движения данных, включая промежуточные буферы и права доступа.

Непредсказуемость цели тоже является проверяемым свойством процедуры. Выбор из заранее известной последовательности отличается от формирования после фиксации ответа. При этом криптографическое закрепление записи подтверждает лишь её неизменность относительно выбранной системы доверия; оно не доказывает само по себе момент физического создания или отсутствие утечки. Сильный протокол сочетает независимые записи, контроль доступа и заранее описанную процедуру аудита.

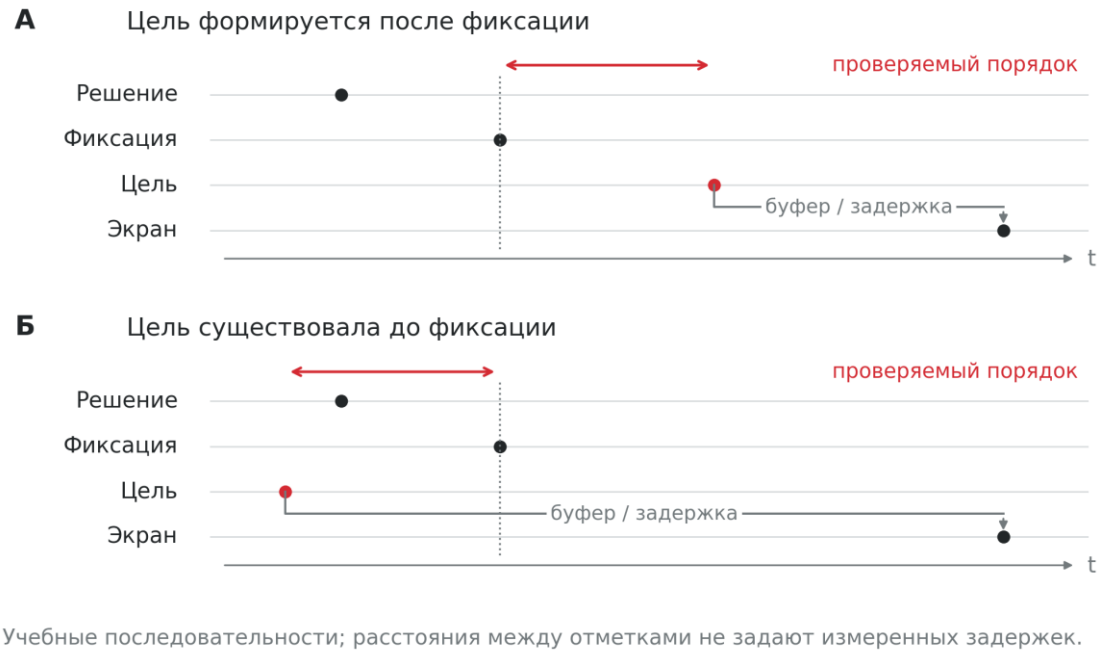


Рисунок 10. Когда цель сформирована, а когда предъявлена. Две учебные последовательности фактических событий. Позднее предъявление на экране совместимо как с формированием цели после фиксации ответа, так и с существованием цели до неё. Отрезки буфера обозначают отдельную задержку; схема сама по себе не устанавливает обратную причинность.

Единицей анализа может быть проба, участник или лаборатория, и эти уровни дают разные вопросы. Много ответов одного человека не равнозначно стольким же независимым участникам. Аналогично, разные площадки с одной программой разделяют часть ошибок. Поэтому отчёт показывает распределение результатов и структуру зависимости, а не только общий процент. Особое внимание уделяют исключённым пробам: если их удаление зависит от ответа или результата, процедура способна создать искусственный перекос.

Авторский порядок подтверждающего опыта

1. Руководитель и профильный специалист заранее фиксируют единственную основную гипотезу, направление эффекта, правила исключения и критерий окончания набора.
2. Хранитель данных организует необратимую фиксацию ответов и отдельный журнал формирования целей; оператор не получает будущую цель до завершения ответа.
3. Независимый проверяющий проводит контрольные прогоны и аудит информационных путей, не раскрывая экспериментатору закрытые результаты.
4. Статистический анализ выполняют по зарегистрированному правилу; дополнительные находки маркируют как исследовательские и проверяют на новых данных.
5. Координатор безопасности обеспечивает добровольность участия и прекращение нагрузки при выраженном неблагополучии; участнику не предлагают принимать жизненные решения на основании предполагаемого дара.

Остановку процедуры вызывают нарушение сокрытия цели, возможность редактирования ответа задним числом, неоднозначный временной порядок и сбой правил включения. Данные таких интервалов не удаляют бесследно: их сохраняют с причиной исключения и отдельно оценивают

влияние нарушения. Прерывание не считается ни успехом, ни неудачей гипотезы о предвидении, поскольку основная проверка в этих условиях не состоялась.

Даже устойчивый новый эффект потребовал бы последовательного уточнения механизма. Сначала проверяется воспроизводимая информационная зависимость. Затем — её сохранение при изменении обычных каналов, источника случайности и процедуры. Только после этого можно сравнивать причинные модели. Обратная причинность должна давать отдельные прогнозы, например о зависимости от временного разделения и способа формирования цели, которые нельзя свободно менять после каждого результата.

Научный итог может оказаться отрицательным и при этом содержательным: определённая процедура с известной чувствительностью не поддержала заявленное преимущество. Такой вывод задаёт границу дальнейшей программы. Он освобождает исследование от необходимости защищать конкретную историю и позволяет сосредоточиться на том, какие наблюдения действительно изменили бы оценку необычной причинной связи.

Прогноз как заранее записанное распределение

Для предполагаемого предвидения сначала фиксируют пространство возможных исходов и правило оценки прогноза. Фраза, подходящая многим будущим событиям, имеет другую проверочную силу, чем выбор одного из заранее определённых вариантов. В протоколе сохраняют каждый прогноз, срок его действия, все допустимые исходы и критерий соответствия. Истечение срока без события остаётся в наборе. Изменение трактовки после исхода записывают отдельно и не включают в подтверждающий показатель.

Условная новая модель может предсказывать небольшое изменение вероятности правильного ответа, а не безошибочное знание будущего. Тогда исследуются величина изменения, воспроизводимость между новыми заданиями и зависимость от процедуры. Различаются перенос между формулировками, перенос между участниками и перенос между установками. Успех одного переноса не подразумевает остальные. Число попыток и правило остановки задаются с учётом ожидаемого размера эффекта; соответствующие принципы изложены в главе 3.

Нарушение хронологии является отдельным утверждением. Даже воспроизводимая связь между записью прогноза и последующим исходом требует проверки временных меток, генерации заданий, утечки, отбора и полного порядка действий. При неизвестном порядке остаётся установленная статистическая связь в данной процедуре. Для утверждения о её направлении потребуется дополнительный опыт, в котором обычные пути передачи различимы и проверяемы.

Глава 16

Условная модель локального изменения темпа времени

Содержательная модель временной области должна связывать показания часов с другими измерениями. Произвольное допущение «здесь всё замедлено» не определяет, что увидит внешний наблюдатель, как пройдёт сигнал через границу и какие силы потребуются для удержания прибора. Ниже вводится авторская условная модель. Её назначение — получить согласованные проверяемые следствия, а не описать обнаруженный объект или предложить устройство, которое создаёт такую область.

Геометрическое допущение

Пусть пространство-время статично и сферически симметрично, а выбранные пространственные сечения имеют обычную евклидову геометрию. Зададим интервал:

$$ds^2 = -c^2 N(r)^2 dt^2 + dr^2 + r^2 d\Omega^2.$$

Функция N(r) определяет отношение собственного времени неподвижного наблюдателя к общей координатной переменной t. Угловая часть $d\Omega^2$ описывает направления на сфере. Плоские пространственные сечения здесь являются частью допущения: модель выделяет один эффект и не претендует на общность.

Выберем гладкий профиль:

$$N(r) = 1 + \varepsilon \, exp\left(-\frac{r^2}{L^2}\right),$$

где L положительно, а ε больше −1. Тогда N нигде не обращается в ноль, а вдали от центра стремится к единице. Для неподвижных часов $d\tau = N(r)dt$. Положительное ε означает более быстрое накопление собственного времени у центра относительно удалённого эталона; отрицательное — более медленное. Условие положительности сохраняет обычную лоренцеву сигнатуру и исключает попытку незаметно получить остановку времени подстановкой запрещённого значения.

Известная возможность сравнивать потенциалы по часам показывает физический смысл такого отношения темпов, но не подтверждает выбранный профиль [8]. Здесь параметры ε и L пока являются переменными мысленного эксперимента. Если модель используют для объяснения данных, их оценивают по одной части измерений, а затем проверяют на другой. Свободное изменение ширины области после каждого неудачного наблюдения лишило бы модель предсказательной роли.

Следствия для часов, света и удержания

В одной точке одинаковое метрическое изменение действует на идеальные часы через одну и ту же длительность собственного времени. Поэтому отношение двух разных локальных атомных переходов при неизменной обычной среде остаётся прежним. Между двумя неподвижными точками отношение темпов равно $\frac{N(r_1)}{N(r_2)}$. Это отличает чисто метрическую гипотезу от воздействия, которое выборочно сдвигает один переход или один тип генератора. Различие нельзя искать только среди устройств одинаковой конструкции.

Свет также входит в модель. Для радиального луча условие нулевого интервала даёт координатную скорость:

$$\frac{dr}{dt} = \pm c\, N(r).$$

Это не изменение локально измеренной скорости света: в малой области при использовании местных часов она остаётся c. Частота, сравниваемая неподвижными отправителем и получателем, меняется в отношении N отправителя к N получателя. Следовательно, модель одновременно предсказывает различие часов и согласованный с ним частотный сдвиг передаваемого сигнала.

Для отправки луча из точки R к центральному отражателю и обратно собственная длительность ожидания в точке R равна:

$$T_R = \frac{2N(R)}{c} \int_0^R \frac{dr}{N(r)}.$$

В этой записи присутствуют и распространение, и темп принимающих часов. Если учесть только одно из них, получится искусственное противоречие. При реальном сравнении к геометрической

модели потребуется добавить обычную оптическую среду и задержки аппаратуры; их нельзя объявить частью нового эффекта без отдельного обоснования.

Удержание неподвижного прибора тоже имеет цену. В модели величина требуемого собственного ускорения равна:

$$a = c^2\left|\frac{d\ ln\ N}{dr}\right|.$$

Поэтому резкий пространственный перепад темпа связан с динамическим предсказанием. Например, при условных $\varepsilon = 10^{-15}$ и L = 10 м центральные часы за сутки опережают достаточно удалённые примерно на 86 пикосекунд, тогда как максимальное удерживающее ускорение имеет порядок 8 м/с². Это расчёт модели, не экспериментальный результат. Он показывает, почему малый относительный временной эффект нельзя оценивать отдельно от его пространственного градиента.

Проверка совместимости с наблюдениями

Предложенная проверка сопоставляет сразу три группы данных: сравнение разнородных часов, задержки и частоты сигналов, механические признаки необходимого удержания. Параметры, подходящие одной группе, должны объяснять остальные в пределах неопределённости. Если часы показывают предсказанный профиль, но соответствующий динамический эффект исключён достаточной чувствительностью, отвергается данная модель. Это не повод произвольно отключать неудобное следствие или объявлять его скрытым.

1. Метролог определяет допустимый диапазон параметров по исходным данным и рассчитывает различимые прогнозы для независимых каналов.
2. Профильный специалист проверяет обычные механические и средовые объяснения; оператор получает только задания на безопасное дистанционное измерение.
3. Хранитель данных отделяет набор подгонки от проверочного набора; руководитель заранее фиксирует условия несовместимости модели с наблюдениями.
4. Координатор безопасности останавливает приближение при непредусмотренном ускорении, движении основания или потере надёжного положения аппаратуры.

Математическая гладкость ещё не делает область физически осуществимой. Подстановка метрики в уравнения Эйнштейна определяет требуемый тензор энергии и напряжений; ниже этот расчёт доведён до проверки энергетических условий. Физический механизм образования и устойчивость источника остаются самостоятельными вопросами. Выбор функции N сам по себе не предоставляет вещества, которое её создаёт. Здесь t сохраняет глобальный временной порядок; модель не содержит временной петли и не объясняет возврат информации из будущего.

Вмешательство ограничено проверкой следствий модели и устранением установленных приборных причин. Проектирование «выравнивания времени» требует воспроизводимого канала воздействия, который здесь не установлен. Ценность модели заключается в связанных предсказаниях для часов, света и удерживающих сил: их можно сопоставлять с измерениями, ограничивать или отвергать.

Источник выбранной метрики

Для этой модели вопрос об источнике можно довести до конкретного результата. Сохраним стандартные уравнения общей теории относительности и положим космологическую постоянную равной нулю. Тогда заданная геометрия определяет полный требуемый тензор энергии и напряжений. Речь идёт о том, какой источник понадобился бы для поддержания профиля, а не об обнаруженном веществе. Полный расчёт приведён в приложении 3.

В локальном ортонормированном репере неподвижного наблюдателя обозначим плотность энергии через ρE, радиальное давление через pr и одинаковые давления в двух поперечных направлениях

через pt. Все три величины имеют размерность энергии на объём; для давления это паскаль. Производные N берутся по радиальной координате. Получается следующий источник:

$$\rho_E = 0, p_r = \frac{c^4}{4\pi G}\frac{N'}{rN}, p_t = \frac{c^4}{8\pi G}\frac{N'' + N'/r}{N}$$

Нулевая плотность энергии здесь не означает отсутствие источника: ненулевые напряжения также участвуют в уравнениях Эйнштейна. Такой результат связан с особенно жёстким допущением модели — плоской пространственной геометрией на выбранных статических сечениях. Если разрешить меняться и пространственной части метрики, требования к источнику станут другими. Следовательно, полученный вывод относится к записанному профилю целиком, а не к любому способу создать различие хода часов.

Подстановка гауссова N даёт конечные давления в центре. Их общий предел равен $-c^4\varepsilon/[2\pi GL^2(1+\varepsilon)]$, а вдали от центра все компоненты источника стремятся к нулю. При учебных $\varepsilon = 10^{-15}$ и L = 10 м модуль центрального давления составляет около $1{,}9 \times 10^{26}$ Па. Малость относительного временного сдвига поэтому не равнозначна простоте материального источника. В том же примере максимальное удерживающее ускорение около 7,71 м/с² возникает приблизительно при r = 7,07 м; в самом центре оно равно нулю.

Нулевое энергетическое условие требует неотрицательности суммы плотности энергии и давления вдоль каждого пространственного направления. При положительном ε радиальная сумма отрицательна. При отрицательном ε, остающемся больше −1, отрицательной становится поперечная сумма в области r больше L. Значит, при любом ненулевом ε выбранная модель требует нарушения этого условия где-то. При ε = 0 источник исчезает и получается плоское пространство-время.

Такой вывод ограничивает физическую интерпретацию, но не является универсальной теоремой о невозможности временных областей. Квантовые ограничения на отрицательные энергетические вклады зависят от рассматриваемого поля и геометрии; применимость конкретного квантового источника пришлось бы доказывать отдельно [27]. Потребовались бы также модель формирования и анализ устойчивости. Условная метрика теперь получает более точный статус: она согласованно связывает наблюдения, одновременно предъявляя сильное и явно вычисленное требование к своему источнику.

При проверке данных это требование добавляется к связям часов, света и механики. Нельзя объявить предложенную область реализованной лишь потому, что одна частотная кривая похожа на гауссову. Напротив, несогласие независимого механического канала уже способно отвергнуть данную геометрию, как в деле 3, не дожидаясь решения всей задачи о допустимой материи. Исследователь получает два разных пути проверки: наблюдательную совместимость и теоретическую осуществимость источника.

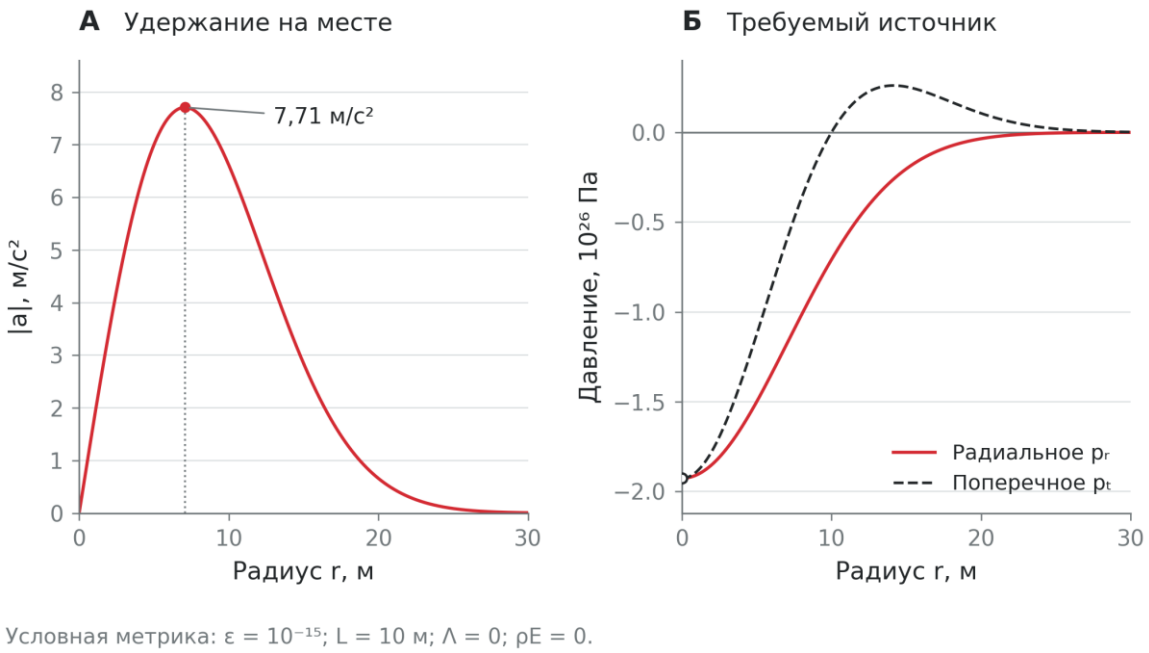


Рисунок 11. Удерживающее ускорение и требуемые напряжения. Расчёт условной метрики при $\varepsilon = 10^{-15}$ и L = 10 м. Максимум модуля удерживающего ускорения находится при $r \approx 7{,}07$ м и составляет около 7,71 м/с²; в центре ускорение равно нулю. Радиальное и поперечное давления имеют общий конечный центральный предел. Источник относится к выбранной статической геометрии ОТО при $\Lambda = 0$ и $\rho E = 0$; это расчёт допущения, а не наблюдательные данные.

Часть IV

Пространство и новые взаимодействия

Глава 17

Геометрия пространства и оптические пути

Пространственное несоответствие обнаруживается не непосредственно, а через след: изображение, дальность, направление, время прихода или положение объекта на карте. Между объектом и итоговой картиной находятся среда распространения, чувствительный элемент и алгоритм реконструкции. Поэтому исследование класса SP сначала устанавливает, на каком звене возникло расхождение. Изменившийся вид комнаты и изменившееся расстояние между её стенами — разные утверждения, даже если наблюдатель описывает их одними словами.

Геометрическая длина пути складывается из пространственных элементов ds. Оптическая длина в простой стационарной среде имеет вид $\int n(s)ds$, где n — показатель преломления. Измерение фазы или времени распространения связано со второй величиной и требует знания свойств среды; для импульсов существен соответствующий групповой отклик. Приравнивание такого результата к геометрической длине без модели распространения заранее создаёт возможность ложной пространственной интерпретации.

Разные каналы показывают разные свойства

Миражи служат установленным примером: распределение показателя преломления в воздухе изменяет пути света, создавая смещённые, перевёрнутые или множественные изображения реальных объектов [16]. Описание этого механизма не разрешает объявлять любое раздвоенное изображение миражом. Для конкретного случая потребуются положение наблюдателя, геометрия сцены и условия среды. Научное объяснение должно воспроизвести наблюдаемые особенности, а не просто предложить знакомое слово.

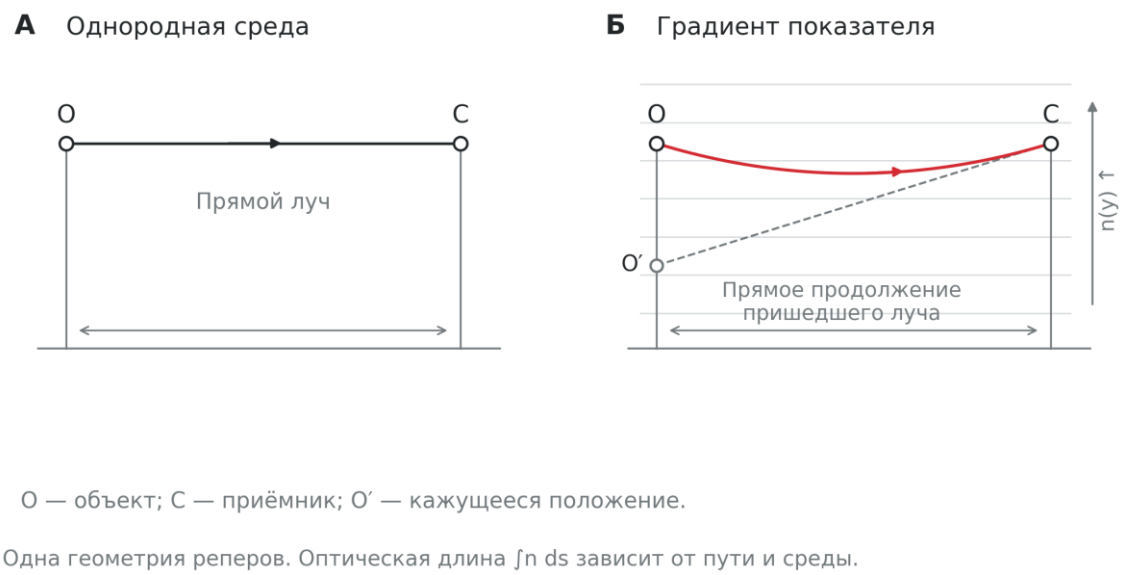


Рисунок 12. Неизменная сцена и изменившийся путь света. Расчётная учебная сцена с неизменными положениями объекта O и приёмника C. Справа луч рассчитан для безразмерного синтетического профиля n(y) = 1,2 exp(0,12y); обратное прямолинейное продолжение даёт кажущееся положение O′. Градиент выбран для наглядности и не является реконструкцией реального миража. Расстояние между реперами, длина луча и оптическая длина ∫n ds различаются.

В радиолокации также существуют условия, при которых распространение луча создаёт отметки, ошибочно похожие на исследуемые цели [17]. Кроме того, отражённые пути способны порождать ложные движущиеся объекты; это рассматривалось и проверялось на данных конкретной автомобильной радиолокационной системы [18]. Такие примеры показывают разнообразие механизмов. Совпадение оптической и радиолокационной необычности требует совместной модели, поскольку оба канала взаимодействуют со средой, хотя и по-разному.

Каждый пространственный результат нужно связать с системой координат. Камера измеряет направления относительно собственной ориентации; дальномер — путь до выбранного отражения; спутниковый приёмник — решение задачи по пришедшим сигналам. Перенос этих результатов на одну карту требует преобразований, временного согласования и оценки погрешностей. Неверная ориентация камеры может создать видимое ускорение цели, а несогласованные моменты наблюдения — ложное расхождение положения движущегося предмета.

Замыкание измерительной схемы

Авторская схема пространственного контроля строится вокруг устойчивых реперов и избыточных связей. Одну и ту же взаимную конфигурацию измеряют с нескольких направлений и, где возможно, разными физическими методами. Повторное замыкание контура помогает обнаруживать несогласованность. Но остаток замыкания не является универсальным индикатором искривления пространства: он зависит от модели геометрии, деформации основания и свойств всех измерительных линий.

Независимость методов оценивают по общим предположениям. Две программы, обрабатывающие одни кадры, дают проверку вычислений, но не второе наблюдение сцены. Две оптические системы разделяют часть условий распространения. Контактный эталон мог бы дать иной тип сравнения,

однако его применение допустимо только на уже доступной безопасной поверхности. Возможность получить более прямое измерение не является основанием пересекать необследованную границу.

Полезно сохранять три слоя результата: исходные отсчёты, геометрическую реконструкцию и наглядную визуализацию. В последней часто появляются сглаживание, интерполяция и автоматически заполненные поверхности. Эти операции делают карту удобной, но способны скрыть пробелы. Каждая построенная поверхность должна иметь признак происхождения: непосредственно измерена, восстановлена моделью или добавлена как графическое предположение. Неизмеренный промежуток нельзя рисовать как подтверждённый коридор.

Учебный пример: в дальномерном профиле появилась полость, отсутствующая на плане здания. Проверка должна различить реальное углубление, отражение от прозрачной поверхности, неверную привязку позиции и ошибку модели. Если полость исчезает после изменения направления, это ещё не объяснение, но полезный признак. Если она сохраняется в независимой геометрической съёмке и подтверждается доступным конструктивным обследованием, вопрос переходит из оптики в исследование сооружения.

Авторский протокол пространственной проверки

1. Профильный специалист описывает координатную систему, реперы и допустимые изменения основания; метролог оценивает неопределённость преобразований.
2. Оператор сохраняет исходные измерения, положение и ориентацию прибора, условия среды и режим работы, не ограничиваясь готовой картой.
3. Группа заранее выбирает контрольные линии и повторные ракурсы, которые различают гипотезы о геометрии и распространении.
4. Хранитель данных маркирует интерполированные участки; руководитель сравнивает прогнозы версий с новыми измерениями.
5. Координатор безопасности запрещает перемещение по участку, для которого карта остаётся неоднозначной; режим возвращают к дистанционному наблюдению.

Измерительную серию останавливают при потере репера, неопределённой ориентации или смене режима без регистрации. Если сцена меняется быстрее, чем выполняется последовательная съёмка, статическая реконструкция становится непригодной и требуется временная модель. Продолжение накопления несогласованных точек только увеличит видимую подробность ошибочной карты. Критерием качества служит согласованность наблюдений при раскрытых предположениях, а не плотность изображения.

Переход к гипотезе необычной геометрии возможен после того, как остаток определён относительно конкретной модели и пережил проверки существенных альтернатив. Такой результат ещё может иметь несколько объяснений. Задача главы — обеспечить язык, на котором эти объяснения сравниваются: длина, направление, задержка, частота, координатная связь и неопределённость. Без этого языка выражение «пространство изменилось» остаётся названием впечатления.

Геометрия сети и неопределённость движущейся границы

В сетевом примере главы 13 четыре обучающих узла не лежат в одной плоскости. Это существенно: неизвестными являются момент t_0 и три компоненты s, поэтому измерительная матрица должна иметь четыре независимых столбца. Несколько узлов в одной точке дают повторяемость, но не геометрию. Если все позиции находятся на полу, вертикальная компонента s

остаётся неопределённой. Скорость, восстановленная в плоскости, тогда не является полной скоростью трёхмерного фронта.

В данном примере матрица имеет строки (1; x_i; y_i; z_i). Для A–D её пространственная часть задаёт три независимые базы: 10 м вдоль x, 10 м вдоль y и 5 м вдоль z. Поэтому компоненты s находятся непосредственно из временных разностей. При одинаковой неопределённости меток короткая вертикальная база даёт худшую оценку соответствующей компоненты. Увеличение числа узлов полезно, если оно добавляет новое направление или проверяет прогноз, а не только уплотняет уже вырожденную конфигурацию.

Общая метка A входит во все три разности. Поэтому ошибки найденных компонент коррелированы, хотя исходные часы в учебном примере считались независимыми. С учётом этой связи стандартная неопределённость скорости из четырёх обучающих времён составляет около 0,022 м/с. Это результат распространения заданных ошибок, а не характеристика реального прибора. Добавление неопределённостей координат, задержек выделения сигнала и движения опор меняет бюджет и обычно ухудшает оценку.

$$u^2(t_i) = u^2_{\mathrm{time,i}} + \boldsymbol{s}^T \boldsymbol{C}_{x,i} \boldsymbol{s}$$

Последняя запись показывает геометрический вклад при независимости ошибок положения и времени. Матрица C_x описывает неопределённость координат узла. Если ошибки общие или положение оценивается по тем же сигналам, добавляются соответствующие перекрёстные члены. Из формулы также видно, почему нельзя назначать одинаковую допустимую ошибку расстояния всем скоростям: одна и та же пространственная неопределённость по-разному влияет на быстрый и медленный процесс.

Проверочный узел E следует выбирать до просмотра события. Его назначение — испытать форму фронта, предполагаемые задержки и применимость восстановленной геометрии. Остаток может возникнуть из-за кривизны границы, ускорения, иной формы локального отклика или ошибки конкретного узла. Поэтому заметное расхождение сначала отвергает простую модель плоского равномерного движения. Оно не доказывает необычную топологию и не разрешает автоматически вводить новую независимую поправку для каждой станции.

Физический прототип сети сначала проверяют на известном безопасном движущемся образе или на синтетических временных рядах, явно разделяя две квалификации. Программная проверка испытывает восстановление геометрии; реальный образ дополнительно испытывает датчики и правило выделения начала. Если размещение по третьей координате недоступно, результат честно ограничивают плоской реконструкцией. Полезная карта показывает наблюдённые пересечения фронта и область неопределённости между ними; гладкая поверхность на иллюстрации сохраняет статус модельной интерполяции.

Глава 18

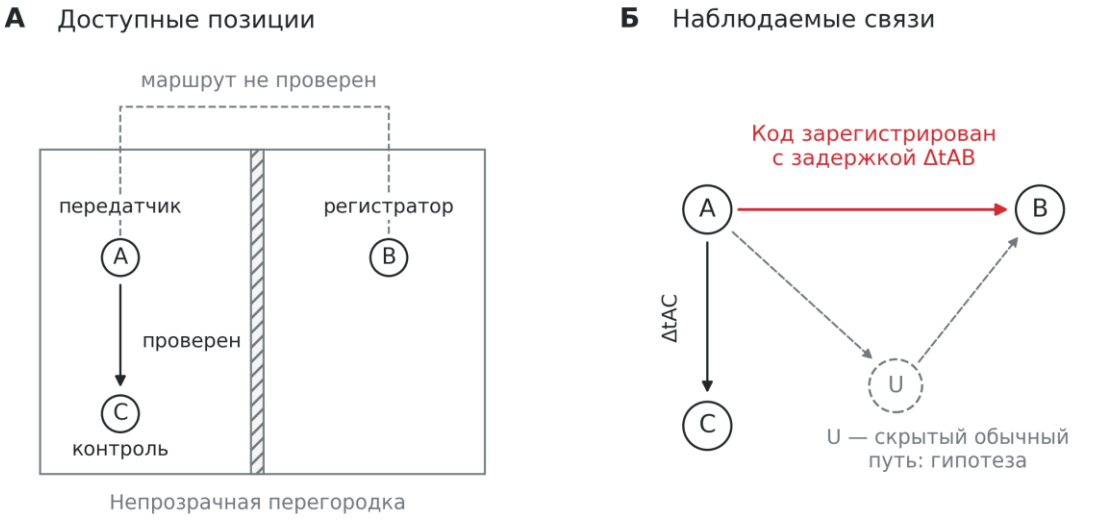
Проверка необычной связности и пространственных переходов

Предполагаемый пространственный переход представляет более сильное утверждение, чем искажение изображения. Он касается доступности пути между областями: может ли сигнал, предмет или наблюдатель оказаться в другой точке способом, который не объясняется известной конфигурацией среды? Разные виды переноса нельзя объединять. Оптический канал не доказывает проход для вещества, передача данных не доказывает перемещение источника, а отсутствие видимого пути не доказывает отсутствия скрытого обычного пути.

В этой главе пространственный переход рассматривается как условная модель. Реальная задача начинается с регистрации неожиданной связи между точками. Утверждение о портале не принимается как готовое описание объекта. Сначала нужно установить, что передано, где сформирован сигнал, где он зарегистрирован и какие альтернативные маршруты остаются возможными. Это позволяет исследовать необычный случай без необходимости заранее решать вопрос о его окончательной природе.

Описание связей вместо образа двери

Удобна карта, в которой узлы обозначают доступные позиции, а связи — наблюдаемые каналы передачи. Для каждой связи указывают тип сигнала, направление, задержку, условия появления и уверенность в происхождении. Такая карта может содержать неожиданное ребро между двумя областями, но граф наблюдаемых связей ещё не является физической топологией пространства. Скрытый кабель, отражение, общий передатчик и вычислительная ошибка способны создавать похожую запись.



Учебная сцена. Ребро графа означает перенос сигнала; физический маршрут ещё не установлен.

Рисунок 13. План наблюдения и граф зарегистрированных связей. Учебные план и граф с общей нумерацией позиций. Сплошное ребро A–C обозначает проверенную обычную связь, алое A–B — зарегистрированный перенос кода с задержкой ΔtAB. Пунктирный обход через U остаётся версией скрытого обычного маршрута; его положение на графе не задаёт геометрию. Такая запись не устанавливает проход для вещества или новую топологию пространства.

Необычная связь должна проявляться в свойствах, которые заранее выбраны для проверки. Если меняется код безопасного контрольного сигнала, регистрируемая последовательность должна меняться согласованно с его реальным происхождением. Если предполагается направленность канала, проверяют её в разрешённой конфигурации. Если заявлено сокращение пути, измеряют задержку независимо от алгоритма, который определил координаты. Каждая такая проверка относится к каналу, а не автоматически ко всему предполагаемому переходу.

Требуется особенно внимательно различать перенос состояния и перенос объекта. В протоколе квантовой телепортации неизвестное состояние восстанавливается с использованием запутанности и классического сообщения [19]. Из этого не следует перемещение материального тела через

скрытую дверь. Термин может быть технически корректным в своей области и вводить в заблуждение при переносе на бытовую сцену. В паспорте случая поэтому записывают физическое содержание операции, а не только её название.

Что способно различить обычный и необычный путь

Внешние измерения должны охватывать предполагаемый вход, предполагаемый выход и возможные обычные маршруты. Полное исключение всех мыслимых путей практически недостижимо; вместо этого формируют набор существенных версий и оценивают доступную чувствительность контроля. Например, отсутствие сигнала у промежуточного датчика имеет смысл только при доказанной способности этого датчика зарегистрировать предполагаемый обычный путь. Пустая запись без такой проверки не закрывает альтернативу.

В учебном сценарии два пункта регистрируют один и тот же изменяемый световой код, хотя между ними указана непрозрачная перегородка. Первое содержательное заключение состоит в наличии необъяснённого оптического канала при данных условиях. Оно ещё не устанавливает изменение пространства. Различающие проверки касаются независимости передатчика и регистратора, отражающих поверхностей, отверстий, программного повторения и временного порядка. Этот пример вымышлен и предназначен для логики исследования.

Отдельная задача — изменение самого канала во времени. Условная связь может появляться лишь при определённой ориентации или состоянии среды. Тогда нужно заранее определить окно наблюдений и фиксировать все неуспешные попытки. Выбор только удачных совпадений способен создать впечатление устойчивого прохода из редких случайных событий. Граница предполагаемой области также должна быть результатом измерения с неопределённостью, а не линией, нарисованной по нескольким впечатлениям.

Авторский протокол проверки связности

1. Руководитель исследования формулирует минимальное утверждение о передаче и запрещает незаметно расширять его до переноса вещества или человека.
2. Метролог и профильный специалист строят карту наблюдаемых каналов и обычных альтернатив; оператор ведёт синхронную независимую регистрацию доступных позиций.
3. Хранитель данных сохраняет происхождение контрольных последовательностей и все попытки, включая отсутствие регистрации.
4. Контрольные воздействия применяются только в пределах уже установленной безопасности оборудования и среды; приближение к неизвестной границе не является необходимым этапом.
5. Координатор безопасности останавливает проверку при потере определённости положения аппаратуры, связи или наблюдения за доступной частью установки.

Обрыв регистрации возле предполагаемой границы не означает исчезновения прибора. Сначала различают отказ питания, потерю канала, выход за поле наблюдения и реальное изменение положения. Трос, радиомаяк или автономный накопитель дают дополнительные сведения, но сами могут внести связь, нагрузку и общую причину отказа. Их использование обосновывают как часть конструкции исследования, а не как универсальную защиту от неизвестной геометрии.

Некоторые теоретические модели допускают проходимые связи при специальных предпосылках [20]. Однако соответствие одной внешней особенности математическому образу не определяет всю модель. Для содержательного сопоставления потребуются согласованные прогнозы о задержках, частотах, движении и энергетических условиях. До этого момента корректным результатом

остаётся характеристика наблюдаемого канала. Проверенная необычная связь была бы существенным открытием уже без преждевременного обещания доступного пространственного прохода.

Глава 19

Гравитация и инерционные отклонения

Гравитационная аномалия в измерительном смысле представляет отклонение поля от выбранной модели. Такое отклонение может сообщать о распределении обычной массы. Инерционное несоответствие относится к движению и силам в выбранной системе отсчёта. Эти два языка связаны, но не тождественны показанию любого акселерометра. Чтобы исследовать класс GF, необходимо сначала установить, что измеряется: ускорение свободного падения, поддерживающая сила, градиент поля или движение платформы.

Акселерометр, закреплённый на опоре, реагирует на собственное ускорение своего чувствительного элемента относительно свободного движения. При свободном падении его показание может приближаться к нулю, хотя гравитационное поле не исчезло. Весы измеряют силу взаимодействия с опорой; изменение этой силы также не определяет единственную причину. Поэтому фраза «прибор перестал видеть тяжесть» требует уточнения устройства и условий, иначе механическая разгрузка будет ошибочно принята за изменение гравитации.

Поле, градиент и источник

Градиометр сравнивает поле на разделённых позициях. Он чувствителен к пространственному изменению ускорения, а не только к его среднему значению. Полевой атомный градиометр в конкретном исследовании обнаружил тоннель; авторы сообщили статистическую неопределённость 20 E и отношение сигнал/шум 8, где E обозначает 10^{-9} $с^{-2}$ [21]. Эти величины характеризуют данную демонстрацию. Они не задают универсальную дальность обнаружения любой полости или чувствительность во всех режимах движения.

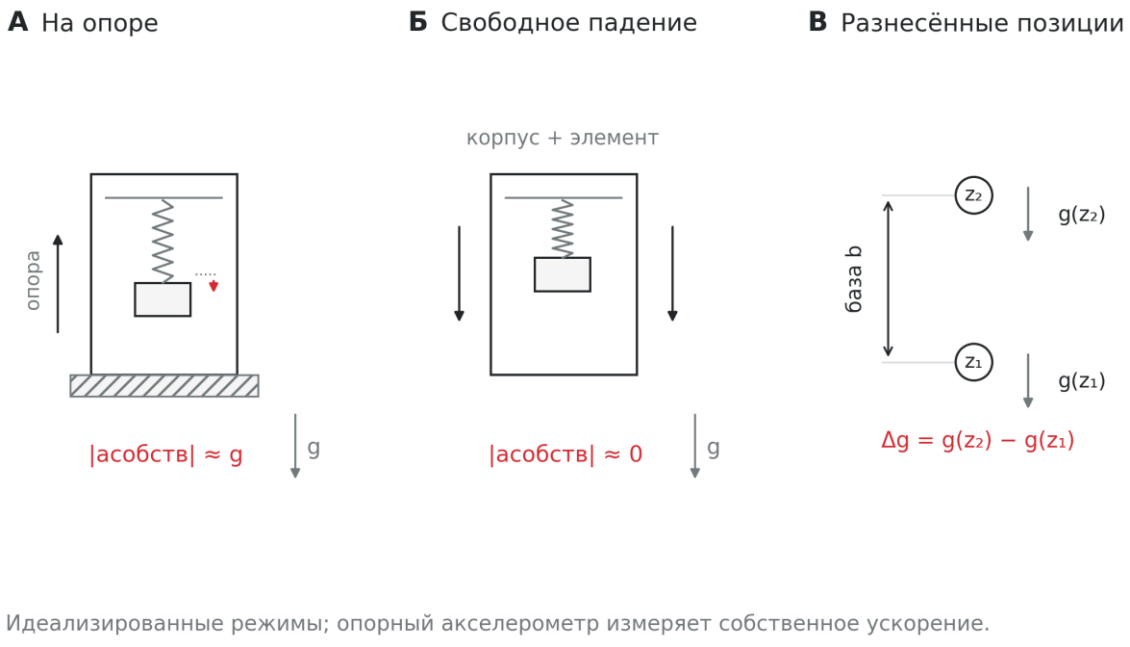


Рисунок 14. Что измеряют опорный акселерометр и градиометр. Три идеализированные схемы принципа измерения. На неподвижной опоре чувствительный элемент испытывает действие связи с корпусом; при совместном свободном падении собственное ускорение стремится к нулю, хотя гравитационное движение сохраняется. Разнесённое сравнение даёт Δg на базе b и требует учёта движения платформ. Эскиз не воспроизводит конструкцию конкретного градиометра и не задаёт его чувствительность.

Даже хорошая карта поля не определяет источник единственным образом. Разные распределения плотности могут давать сходные внешние гравитационные данные; геологическая информация и независимые методы сужают множество решений [22]. Поэтому модель подземного объекта должна включать неопределённость размеров, глубины и плотности. Избыточно подробная картинка, построенная без достаточных ограничений, создаёт ложное ощущение прямого наблюдения.

Гравитационные измерения также требуют учёта изменения окружающих масс, высоты и движения основания. В рассматриваемом исследовании записывают положение оборудования, транспорта и иных заметных источников, если они способны повлиять на ожидаемый уровень сигнала. Не всякий небольшой сдвиг относится к новому взаимодействию. Но и простое упоминание возможного транспорта не объясняет остаток: необходимо проверить, мог ли конкретный источник дать соответствующий знак, масштаб и временную форму.

Отделение тяжести от других сил

Предмет, удерживаемый без видимой опоры, не обязательно демонстрирует ослабление гравитации. Например, диамагнитная сила в подходящем неоднородном поле способна уравновешивать тяжесть [23]. Для исследования важен общий принцип: равновесие означает баланс действующих сил, а не исчезновение одной из них. При неизвестной сцене сначала устанавливают электромагнитные, механические и аэродинамические связи, не воспроизводя потенциально опасную конфигурацию своими средствами.

Различающая программа может сравнивать отклик нескольких контрольных объектов, но только в валидированном безопасном стенде. Зависимость от проводимости, магнитных свойств, формы

или площади поверхности помогает выявлять обычные взаимодействия. Гравитационная интерпретация, напротив, должна согласоваться с соответствующей моделью движения для разных тел после учёта остальных сил. Отдельное совпадение не считается окончательным тестом: материал и геометрия могут менять несколько свойств одновременно.

Если источник неизвестен и его нельзя безопасно помещать на стенд, предпочтительны наблюдение и контроль естественных изменений. Устанавливают, связан ли сигнал с движением объекта, наклоном прибора или окружающими условиями. Необоснованное внесение тяжёлых масс, мощных полей или вибрации способно изменить саму сцену и создать новые риски. Управление исследованием здесь заключается в выборе различимых пассивных признаков, а не в усилении воздействия ради ответа.

Авторский протокол сопоставления сил

1. Метролог описывает физический отклик каждого прибора и переводит показания в сравнимые величины без смешения ускорения, силы и градиента.
2. Профильный специалист строит модель известных масс и движения; оператор фиксирует наклон, вибрацию и конфигурацию установки вместе с основным рядом.
3. Группа повторяет доступный профиль и контрольную линию, проверяя, следует ли остаток за местом, прибором или состоянием источника.
4. Руководитель выбирает следующую проверку по различию прогнозов; хранитель данных сохраняет все версии поправок и исключённые интервалы.
5. Координатор безопасности прекращает работу при необъяснённом движении опоры, потере устойчивости или выходе прибора за диагностируемый диапазон.

Для численного результата нужен бюджет, который различает повторяемость и систематическое смещение. Малый разброс нескольких измерений не устраняет постоянный наклон, общий температурный дрейф или неверную высоту. Кроме того, соседние точки пространственного профиля могут разделять одну ошибку привязки. Увеличение числа точек улучшает описание формы только в той мере, в какой известны их зависимости и реальные пространственные разрешения.

Авторская граница принятия результата формулируется заранее. Остаток должен превышать обоснованный диапазон неопределённости, сохраняться в повторной конфигурации и не исчезать после исправления установленной обычной причины. Если выполнены лишь первые условия, случай остаётся открытым. Он не получает автоматически ни геологическое, ни фундаментальное объяснение. Полезный отчёт показывает, какие версии ограничены данными, а какие пока не были различимы.

Глава о гравитации тем самым завершает переход от впечатляющего движения к физическому сравнению. Наблюдаемый подъём, падение или изменение веса становится задачей о силах и траекториях; пространственный остаток — задачей об источниках поля. Только на этой основе можно обсуждать новое взаимодействие, которое будет рассмотрено далее через измеримые параметры и согласованные отклики различных систем.

Глава 20

Новые поля и изменение фундаментальных параметров

Новое поле становится предметом измерения тогда, когда предложена его связь с наблюдаемой системой. Название поля само по себе не определяет показания прибора. Необходимо указать, что меняется: энергия перехода, сила, скорость распада, оптическое свойство или другое измеримое отношение. Затем требуется связать изменение с величиной поля и отделить его от обычной среды. Без этого «детектор неизвестного» регистрирует только собственные отклонения, которым ещё не дано физическое толкование.

Фундаментальный параметр также нельзя обсуждать отдельно от процедуры сравнения. Численное значение размерной величины зависит от единиц. Поэтому утверждение об изменении константы требует операционального содержания: какое безразмерное отношение изменилось и какие элементы измерительной системы приняты неизменными. На это различие обращает внимание теоретическая работа Duff [24]. Практическое следствие состоит в необходимости измерять отношения и раскрывать модель, а не запрещать исследование любых возможных изменений законов.

Дифференциальный отклик

Отношение частот двух переходов удобно тем, что разные переходы могут по-разному зависеть от предполагаемого параметра. В линейном приближении малое относительное изменение отношения представляют суммой относительных изменений параметров, умноженных на коэффициенты чувствительности. Эти коэффициенты относятся к конкретной физической модели. Если обе системы реагируют одинаково, отношение не изменится: отсутствие отклика тогда ограничивает выбранный способ наблюдения, а не обязательно все формы воздействия.

Сеть оптических часов BACON сравнивала частоты разных атомных систем и использовала данные для ограничений определённой модели ультралёгкого поля [25]. В другой работе сопоставляли кварцевый генератор и переходы рубидия и диспрозия, получая ограничения на заданные взаимодействия [26]. Эти исследования дают образец постановки задачи: сначала известны чувствительные системы и модель связи, затем данные превращаются в ограничения параметров. Из них не следует существование универсального датчика всех неизвестных полей.

Главная трудность состоит в различимости. Если одно наблюдаемое отношение зависит от трёх неизвестных параметров, бесконечно много сочетаний может дать тот же результат. Добавление второго прибора помогает лишь тогда, когда его зависимость действительно отличается. Два одинаковых сенсора с одинаковой температурной чувствительностью могут подтвердить повторяемость сигнала и одновременно сохранить неразрешимую неоднозначность между новым полем и общим нагревом.

Матрица прогнозов

Авторская программа строит таблицу ожидаемых откликов. Строки соответствуют измерительным каналам, столбцы — существенным гипотезам: определённому полю, температуре, магнитному воздействию, механической деформации, ошибке опорного генератора. Для каждого столбца задают знак, относительный масштаб и характерную временную зависимость там, где они выводятся из модели. Пустая ячейка обозначает неизвестность, а не нулевой отклик. Новая конфигурация выбирается так, чтобы различать наиболее похожие столбцы.

Реальная частотная полоса должна входить в прогноз. Медленный дрейф, короткий импульс и устойчивое колебание по-разному проходят через усреднение, сервосистему и запись. Если предполагаемый эффект короче интервала интегрирования, прибор может показать лишь ослабленный средний след. Если частота лежит за рабочей полосой, отсутствие обнаружения не даёт ожидаемого ограничения. Поэтому предел чувствительности указывается вместе с формой и длительностью проверяемого сигнала.

Корреляции требуют отдельного анализа. Отношения A/B и C/B содержат общий знаменатель, поэтому колебание B создаст согласованное изменение обоих рядов. Такое согласие не является двумя независимыми свидетельствами нового поля. Полезно добавлять проверочные связи и сохранять исходные частоты, когда это технически возможно. Важна также архитектура обработки: общий алгоритм коррекции способен перенести один артефакт сразу во все итоговые каналы.

Авторский протокол поиска взаимодействия

1. Руководитель исследования фиксирует измеряемое отношение и конкретную модель связи; профильный специалист задаёт коэффициенты и область применимости.
2. Метролог сопоставляет прогноз с реальной полосой, шумом и систематическими сдвигами; неразличимые параметры объединяют или исключают из заявляемого результата.
3. Оператор ведёт основную и средовую запись, а хранитель данных сохраняет необработанные каналы и историю коррекций.
4. Анализ проверяют на синтетических сигналах отдельно от калибровки физических датчиков; окончательный прогноз испытывают на отложенной серии.
5. При изменении модели после просмотра данных руководитель переводит результат в исследовательский режим и назначает новую подтверждающую проверку.

Причиной остановки служит потеря чувствительности в нужной полосе, насыщение, неизвестная смена режима или разрушение независимости каналов. Продолжать расчёт границы параметра по такой серии нельзя: красивое число будет относиться к несуществующим условиям измерения. Безопасность определяют по установленным физическим воздействиям, а не по предполагаемому названию поля. Необъяснённый сигнал не является основанием увеличивать энергию воздействия на объект.

Если предсказанный сигнал не найден, результат формулируют условно: при заданной модели, диапазоне частот и правилах анализа параметры выше определённой границы несовместимы с наблюдениями на принятом уровне доверия. Если сигнал найден, сначала проверяют его устойчивость к независимой конфигурации. Только сочетание правильного временного поведения, относительных откликов и воспроизводимости позволяет обсуждать конкретный новый механизм.

Управление новым полем не следует автоматически из его обнаружения. Для вмешательства требуется отдельная связь между регулируемым воздействием и измеренным результатом, включая обратимость и возможные побочные каналы. Иногда доступным оказывается только наблюдение. Это полноценный научный итог: прибор может устанавливать ограничения и помогать строить теорию задолго до появления технологии, способной изменять исследуемый процесс.

Явная модель дополнительной силы

Конкретную программу поиска удобно построить на дополнительном взаимодействии формы Юкавы. Для двух точечных масс введём потенциал ниже. α — безразмерная относительная сила

добавки, λ — положительная длина её действия, а r — расстояние между массами. Это семейство проверяемых альтернатив, а не утверждение, что выбранное взаимодействие обнаружено. При α = 0 возвращается ньютоновский закон.

$$U(r) = -\frac{G m_1 m_2}{r}\left(1 + \alpha e^{-r/\lambda}\right)$$

Радиальная сила получается дифференцированием потенциала. Дополнительный множитель 1 + r/λ существен: умножение ньютоновской силы только на экспоненту дало бы другой закон. Для положительной α добавка притягивает; знак радиальной компоненты ниже принят положительным от источника.

$$F_r = -\frac{G m_1 m_2}{r^2}\left[1 + \alpha\left(1 + \frac{r}{\lambda}\right)e^{-r/\lambda}\right]$$

Форма закона определяет выбор расстояний. При расстояниях значительно больше λ добавка подавлена. При узком наборе малых расстояний она может быть плохо различима с изменением масштаба силы. Поэтому полезна серия, охватывающая область ожидаемого изменения формы. Независимое знание масс и расстояний входит в проверку наравне с измерением силы. Если каждый раз разрешать произвольно менять положение источника, точность датчика сама по себе не восстановит различимость α и λ.

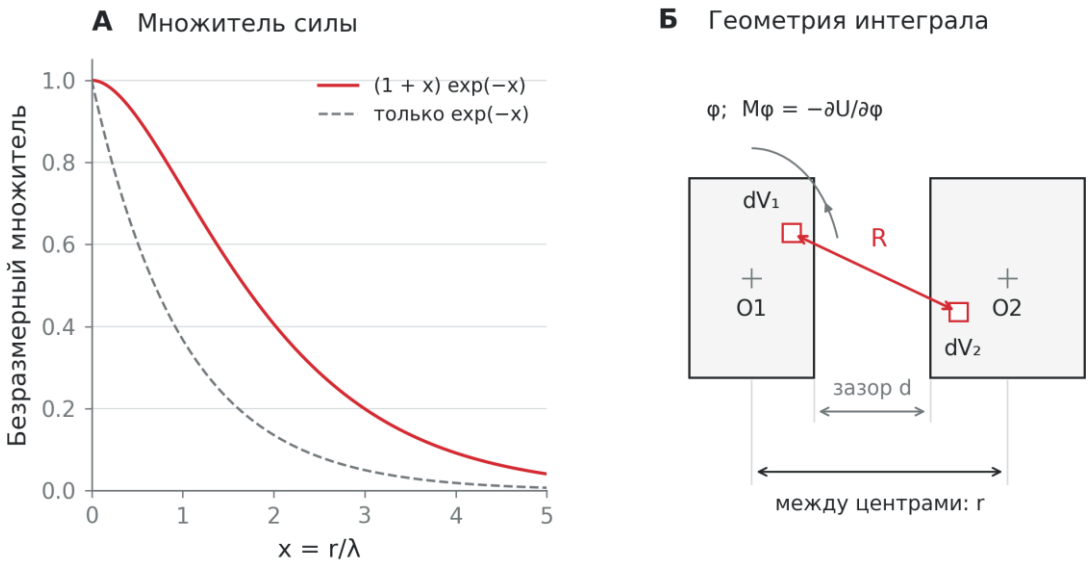
Протяжённые тела и наблюдаемый момент

Реальная установка содержит объёмы вещества. Для них потенциал складывается по парам элементов массы. В модели ниже плотности и области интегрирования задаются по измеренной геометрии; расстояние R относится к паре элементов внутри разных тел. Для крутильного прибора наблюдаемый момент получается изменением этой энергии при повороте на угол φ.

$$U = -G\int_{V_1}\int_{V_2}\frac{\rho_1(\boldsymbol{x})\rho_2(\boldsymbol{x}')}{R}\left(1 + \alpha e^{-R/\lambda}\right)d^3x\,d^3x'$$

$$M_\varphi = -\frac{\partial U}{\partial \varphi}$$

Расстояние между поверхностями нельзя без преобразования подставлять вместо r точечной модели. Существенны также распределение плотности, форма подвеса и перемещение центра масс при повороте. Численный расчёт проверяют на простых геометриях и при измельчении разбиения. Это самостоятельная часть измерительной модели. В реальной работе Lee и соавторов наблюдаемые крутящие моменты сопоставлялись с расчётом геометрии и ограничивали дополнительное взаимодействие; согласие с обычной гравитацией стало количественным результатом [66].



Расчётная форма условной добавки Юкавы; экспериментальные границы не показаны.

Рисунок 15. Форма добавочной силы и геометрия протяжённых тел. Слева рассчитан множитель (1 + r/λ) exp(−r/λ), возникающий в добавочной силе при дифференцировании потенциала Юкавы; одна экспонента показана для сравнения. Справа учебное сечение отличает поверхностный зазор d, расстояние между центрами r и переменное расстояние R между элементами объёма. Для протяжённых тел требуется интеграл по геометрии; наблюдаемый момент связан с производной энергии по углу φ. График не является кривой экспериментального исключения.

Учебный расчёт чувствительности

Пусть в учебном пределе точечных масс m_1 = 0,010 кг, m_2 = 1,0 кг, r = 0,10 м и λ = 0,050 м. Эти величины задают расчёт масштаба; реальный стенд потребовал бы объёмной модели. Ньютоновская сила равна примерно 0,0667 нН. При α = 0,10 дополнительная сила составляет лишь 0,00271 нН, то есть 2,71 пН. Проект с неопределённостью 0,30 нН не способен проверять такую добавку. Улучшение графика или числа знаков на дисплее это ограничение не меняет.

Если измеренный остаток равен нулю, λ заранее фиксирована, а единственная ошибка в упрощённом расчёте нормальна со стандартной неопределённостью 0,30 нН, двусторонняя 95%-полоса даёт ограничение |α| примерно 22. Это слабая, но осмысленная граница в заданной модели. Для проверки α порядка 0,10 при той же геометрии потребовалась бы неопределённость около 1,4 пН или лучше. Заявленный диапазон проекта 51 поэтому нельзя выдавать за характеристики передовых испытаний короткодействующей гравитации.

Для серии расстояний при фиксированной λ модель добавки линейна по α: вектор остатков описывается как αK, где K вычислен для единичной добавки. При известной ковариационной матрице C оценка и её стандартная неопределённость имеют следующий вид. Неопределённости геометрии и обычных сил либо включают в совместную модель, либо учитывают отдельными параметрами; их нельзя спрятать в одну удобную ошибку датчика.

$$\hat{\alpha} = \frac{\boldsymbol{K}^T \boldsymbol{C}^{-1} \Delta \boldsymbol{F}}{\boldsymbol{K}^T \boldsymbol{C}^{-1} \boldsymbol{K}}, u_\alpha = \left(\boldsymbol{K}^T \boldsymbol{C}^{-1} \boldsymbol{K}\right)^{-1/2}$$

Если λ также подбирается, результатом становится область параметров и отдельная проверка выбранной формы на новых данных. Обнаруженная зависимость, похожая на обратный квадрат

расстояния, ещё не устанавливает гравитационное происхождение. Дело 2 сохраняет именно такой ограниченный положительный результат. Сильная модель должна предсказать следующий опыт при неизменных параметрах и выдержать различение с обычными силами, имеющими доступные каналы воздействия.

Глава 21

Кротовые норы и пределы физических моделей

Кротовая нора — понятие геометрической модели пространства-времени, а не общее имя для любого необъяснённого прохода. Чтобы сопоставлять такое понятие с наблюдением, необходимо знать, какие области соединены, как проходят причинные кривые, какие источники поддерживают геометрию и каким образом она могла возникнуть. Отдельное необычное изображение не определяет эти свойства. Научная ценность модели заключается в связанных следствиях и ограничениях, которые можно проверить или хотя бы вычислить.

Четыре уровня осуществимости

Первый уровень — математическая корректность. Метрика должна иметь требуемые свойства, а выбранные поля — удовлетворять соответствующим уравнениям. Второй уровень — допустимость источника: заданные энергии, давления и состояния должны быть совместимы с применяемой физической теорией. Третий — возможность формирования и устойчивого существования. Четвёртый — согласие с наблюдаемыми ограничениями. Успех на одном уровне не заменяет остальные.

Специальная модель Gao, Jafferis и Wall показывает проходимость моста в определённой конфигурации чёрной дыры в трёхмерном пространстве-времени (BTZ) после введения связи между границами; существенную роль играет отрицательная усреднённая нулевая энергия. Авторы отдельно отмечают, что эта конструкция не позволяет нарушать причинность [20]. Содержательный результат состоит в установлении возможности внутри указанных предпосылок. Перенос его на земной объект потребовал бы обоснования, почему именно эти предпосылки реализованы.

Отрицательная энергия в квантовой теории также не означает свободно доступный материал с любыми свойствами. Ford и Roman рассмотрели ограничения на величину и длительность отрицательной плотности энергии и применили их к определённым статическим проходимым геометриям. Полученные условия существенно сужают допустимые масштабы и распределения [27]. Это сильное ограничение конкретного класса моделей, но не универсальная теорема обо всех возможных теориях пространства-времени.

Сходная аккуратность нужна при обсуждении времени. Аргументы Hawking в пользу защиты хронологии связывают попытку формирования замкнутых времениподобных кривых с условиями энергии и квантовой обратной реакцией [28]. Последующая математическая работа Kay, Radzikowski и Wald выявляет трудности стандартного квантового описания у определённого класса горизонтов, где соответствующие величины становятся сингулярными или не определены [29]. Нельзя автоматически превращать предел приближения в расчёт конкретного взрыва или гарантированного разрушения объекта.

Модель должна пережить неудобные вопросы

Для любой предлагаемой геометрии полезно составлять паспорт предпосылок. Он включает размерность, асимптотическое поведение, граничные условия, типы полей и способ описания источника. Если модель требует внешней связи между удалёнными границами, эта связь не должна исчезать из популярного пересказа. Если устойчивость проверена только для определённых возмущений, нельзя утверждать устойчивость ко всем воздействиям. Точное описание границ делает теорию сильнее, потому что показывает, где действительно возможна проверка.

Численная или квантовая имитация может воспроизводить отдельную динамику математической модели. Однако подобие уравнений не устанавливает тождество всех физических свойств. Система, имитирующая распространение сигнала, может иметь совершенно обычную геометрию и иной энергетический баланс. Для вывода о пространственном проходе нужно отдельное обоснование именно этого свойства. В описании указывают, какая величина смоделирована и какое наблюдение доступно непосредственно.

Проверяемая гипотеза о пространственном объекте обязана согласовать геометрию и динамику. Расчёт пути сигнала должен соответствовать задержкам и частотным изменениям; источник геометрии — механическим и энергетическим наблюдениям; изменение состояния — предполагаемому механизму управления. Если модель объясняет только один аспект ценой свободного выбора всех остальных, её предсказательная сила мала. Это можно оценить до обсуждения инженерной реализации.

Авторский порядок экспертной оценки

1. Профильный теоретик формулирует минимальные предпосылки и отделяет точные результаты от приближений; руководитель фиксирует область заявляемого вывода.
2. Метролог переводит предсказания в наблюдаемые величины и проверяет, доступны ли нужная точность, длительность и независимость.
3. Независимый специалист ищет обычные модели, дающие те же доступные наблюдения; различающие проверки ранжируют по информативности и допустимости.
4. Хранитель данных сохраняет версию модели, параметры и исходные расчёты; изменение предпосылок после проверки отмечается явно.
5. Переход к вмешательству рассматривается отдельно и требует подтверждённого канала управления; теоретическая возможность сама по себе такого перехода не разрешает.

Критерий остановки теоретического вывода возникает при выходе за применимость уравнений, необоснованной подстановке параметров или отсутствии измеримого различия между версиями. В таком случае допустим результат «модель пока не различима», а не произвольный выбор наиболее впечатляющего объяснения. Практическое исследование может продолжаться как сбор данных, если оно сохраняет самостоятельную ценность и установленную безопасность.

Нейтрализация гипотетической геометрии требует особой осторожности в языке. Нельзя заключать, что изменение электромагнитного поля закроет проход, только потому что модель содержит слово «квантовый». Необходимо уравнение связи регулируемого параметра с состоянием объекта и проверка побочных эффектов. Пока такого канала нет, доступны ограничение контакта, наблюдение и устранение известных сопутствующих опасностей. Это реальные способы управления ситуацией, хотя они не изменяют предполагаемую топологию.

Физическая модель ценна и тогда, когда показывает высокую цену допущения. Она может потребовать недоступного источника, предсказать отсутствующий динамический эффект или обнаружить собственную неустойчивость. Эти результаты сужают пространство объяснений.

Поэтому глава о кротовых норах завершает не каталог возможностей, а дисциплину сравнения: каждое расширение картины мира должно приносить дополнительные обязательства перед наблюдением.

Часть V

Физические процессы в среде

Глава 22

Электромагнитные отклонения

Величина прежде названия

Сообщение о «сильном поле» ещё не задаёт предмет измерения. Электрическое поле, магнитная индукция, радиочастотное излучение и напряжение на проводнике описываются разными величинами. У них различаются пространственная структура, временной ход и способы регистрации. Поэтому случай получает класс ЕМ по наблюдаемому отклонению конкретного канала, а не по ощущению исследователя или надписи на универсальном индикаторе. Первичная запись должна позволять восстановить, что именно преобразовал датчик, в каких единицах выражен результат и какие процессы оставались за пределами его чувствительности.

Установленный пример обычной аномалии даёт геофизика: глобальная сетка EMAG2v3 объединяет магнитные измерения разного происхождения. Такой продукт показывает крупномасштабную структуру поля, но не заменяет обследование отдельной комнаты или небольшого участка [30]. Слово «аномалия» здесь означает отклонение от выбранного представления фона. Если сравнивать локальное измерение с картой иной высоты и разрешения, различие может возникнуть уже в процедуре сопоставления. Отсутствие детали на общей карте не делает найденную деталь нарушением физических законов.

Измерительная модель и наблюдательная сеть

Предлагаемый авторский протокол начинается с трёх вопросов: меняется ли величина во времени, зависит ли она от положения и следует ли результат за прибором. Для ответа фиксируют координаты и ориентацию датчика, его полосу, режим усреднения, температуру, состояние питания и ближайшие работающие устройства. Скалярное показание и компоненты вектора не смешивают. Поворот датчика способен изменить одну компоненту при неизменном поле; такую перемену нельзя автоматически описывать как появление или исчезновение источника.

Наблюдательную сеть строят вокруг проверяемого различия. Один канал остаётся на опорном месте, второй проходит заранее определённые доступные позиции, третий при необходимости использует иной принцип преобразования. Одновременные записи помогают отделить изменение во времени от изменения по координате. Перестановка приборов допустима лишь после оценки самой операции и сопровождается отметкой о новом положении. Метролог заранее определяет, насколько различие должно превосходить неопределённость сравнения. В измерительную модель входят существенные влияющие величины и зависимости, а не только паспортная точность датчика [2].

Записи сохраняют до фильтрации. Вместе с графиком амплитуды нужны временная шкала, частотное представление и признаки перегрузки. Узкий пик может соответствовать реальному источнику, внутреннему генератору прибора или преобразованию частоты при обработке. Различающая проверка состоит в сопоставлении независимого канала и документированных режимов оборудования, а не в последовательном включении всё более мощных воздействий. Если отключение устройства допускается его штатной процедурой и не затрагивает защитные функции, заранее записывают ожидаемое изменение и сопутствующие изменения среды.

Развилки объяснения

Если отклонение перемещается вместе с датчиком, проверке подлежат его собственные материалы, питание и обработка. Если оно остаётся в месте, но следует расписанию оборудования, исследуется техногенная связь. Если сохраняется пространственный профиль при разных приборах и режимах, формируется модель внешнего источника. Эти ветви могут сочетаться: реальный фон способен взаимодействовать с ошибкой прибора. Несколько распределений источников могут согласоваться с одной магнитной картой; геологические и конструктивные сведения помогают ограничить такую неединственность [22].

Учебный сценарий: возле закрытой двери магнитометр регулярно показывает скачок, а камера одновременно теряет кадры. Первое объяснение объединяет события одним необычным полем. Однако журнал здания обнаруживает работу исполнительного механизма; автономная камера сохраняет изображение, тогда как прежняя камера и регистратор делили питание. Этот вымышленный пример не доказывает конкретную причину реального случая. Он показывает необходимое различие между физическим возмущением, восприимчивостью аппаратуры и общим отказом инфраструктуры.

Допуск и результат

Руководитель исследования утверждает вопрос и доступные позиции. Метролог отвечает за пригодность диапазонов; профильный специалист оценивает электрическую установку и совместимость оборудования со средой; координатор безопасности определяет условия прекращения. Сам измеритель должен подходить для условий применения: наличие измерительной функции не подтверждает допустимость прибора в опасной атмосфере [31]. Людей с медицинскими устройствами не используют как индикаторы поля. Допуск человека и пригодность его техники рассматриваются отдельно от интереса к наблюдению.

В оперативной записи полезно отдельно показывать достоверность научного вывода и допустимость следующего действия. Механизм может оставаться невыясненным, хотя установленный профиль уже позволяет обоснованно ограничить конкретный контакт. Возможна и обратная ситуация: источник хорошо понятен, но имеющаяся аппаратура непригодна для безопасной работы рядом с ним. Эти две оценки нельзя сводить к одной отметке. Метролог сообщает, что способен подтвердить канал, а координатор безопасности — какое действие остаётся допустимым при таком качестве информации.

Работу прекращают при выходе канала из подтверждённого диапазона, нарушении разрешённой границы доступа, потере защитной функции либо изменении установки вне рассмотренного сценария. Остановка исследования не означает произвольного обесточивания объекта. Итог формулируют как установленный профиль поля, приборный эффект, объяснённый техногенный источник или сохраняющееся отклонение с перечисленными неопределённостями. Для гипотезы нового взаимодействия потребуется дополнительное предсказание: какая величина изменится, в каком сравнении и почему известные модели этого не предполагают. Одной необычной карты для такого перехода недостаточно.

Глава 23

Необычные световые объекты

Светящаяся область и материальный объект

Световое пятно на записи не тождественно отдельному телу. Камера регистрирует распределение излучения после прохождения среды, оптики и электронной обработки. Видимая граница может принадлежать источнику, освещённой поверхности, рассеянию в воздухе или насыщенному участку матрицы. Исследование начинается с разделения этих возможностей. Слово «объект» допустимо как удобное обозначение отслеживаемой области изображения, пока её материальная самостоятельность ещё проверяется. Размер, скорость и расстояние нельзя выводить из углового размера без дополнительных геометрических данных.

Инструментальные исследования редких свечений существуют. Cen, Yuan и Xue зарегистрировали после разряда облако–земля эпизод, интерпретированный как шаровая молния; наблюдение двумя бесщелевыми спектрографами содержало признаки элементов почвы [32]. Это узкий результат одного события. В модели Abrahamson и Dinniss источником энергии служит окисление сетей наночастиц. Их лабораторные опыты выявили цепочечные агрегаты, однако светящийся шар в описанных опытах не получился [33]. Поддержка части механизма и воспроизведение всего явления являются разными уровнями доказательства.

Другой масштаб представлен наблюдением прибора ASIM — монитора взаимодействий атмосферы и космоса на Международной космической станции: грозовая гамма-вспышка сопоставлялась с ультрафиолетовым свечением типа elve в нижней ионосфере и другими каналами регистрации [34]. Такой результат не означает общего происхождения всех световых фигур. Для близкого шарообразного свечения и высотного краткого события нужны разные геометрические модели и приборные диапазоны. Внешнее сходство цветных изображений не объединяет процессы, разделённые условиями возникновения и способом передачи сигнала.

Регистрация, сохраняющая различия

Авторская наблюдательная схема включает общий вид сцены, канал с известным угловым масштабом и, когда это оправдано вопросом, спектральную регистрацию. Положение площадок, направление оптических осей и временные метки проверяют независимо от самого события. До наблюдения записывают безопасные контрольные сцены, позволяющие установить насыщение, блики и особенности автоматической экспозиции. Настройки, которые способны меняться автоматически, сохраняют вместе с кадрами. Если получить исходные данные камеры нельзя, это ограничение включают в паспорт случая.

Для геометрии особенно полезны разнесённые точки наблюдения с перекрывающимся полем зрения. Однако два изображения не гарантируют триангуляцию: требуется доказать, что сопоставлены одна и та же деталь и один временной интервал. У быстро меняющегося свечения разные наблюдатели могут видеть разные участки распределённого источника. В журнале поэтому отделяют координату яркого максимума от границы области и от предполагаемого центра материального тела. Невязку геометрии сохраняют, не исправляя её подбором удобной траектории.

Спектр проверяют на фон, чувствительность, насыщение и связь с изображением. Наличие линии помогает обсуждать излучающий компонент, но не определяет автоматически общий состав и источник энергии. Отсутствие линии имеет смысл лишь в пределах зарегистрированной полосы и чувствительности. Временная последовательность спектров иногда различает охлаждение, изменение состава и перемещение относительно фона; при недостаточной временной точности эти

версии остаются совместимыми. Спектр, полученный после исчезновения свечения из предполагаемого следа, оформляют как отдельное измерение с собственной цепочкой происхождения.

Конкурирующие объяснения и безопасность

Для каждой версии задают отличительный признак. Отражение должно согласовываться с положением возможного источника и поверхности. Приборный блик связывают с оптической системой и её ориентацией. Атмосферная рефракция допускает смещённые и многократные изображения реальных объектов, однако конкретный мираж требует проверки геометрии и условий воздуха [16]. Самостоятельно излучающий процесс должен объяснять не только видимость, но и длительность, спектр и изменение яркости. Отсутствие готового объяснения оставляет случай открытым; оно не выбирает за исследователя наиболее необычную версию.

Режим по умолчанию для непредсказуемого светового события — доступное пассивное наблюдение, а не приближение ради лучшего кадра. Гроза, неизвестная электрическая установка или подозрение на ионизирующее излучение рассматриваются профильными специалистами как самостоятельные основания ограничения работ. Спектрограф не служит защитным прибором. Оператор прекращает наведение или перемещение, если задача требует выхода за согласованную позицию, а координатор безопасности останавливает исследование при нарушении условий наблюдения. Инициировать разряд для проверки сходства с редким явлением такой протокол не предлагает.

Условная модель и предел результата

Если подтверждено автономное свечение, но известные версии не объясняют его длительность, допустима условная модель скрытого накопителя энергии. Она должна назвать переменную состояния, путь поступления или высвобождения энергии и наблюдаемое следствие истощения. Исследователь сравнивает рассчитанный ход яркости с новой серией, сохраняя альтернативу внешнего питания. Модель считается полезной, когда заранее различает возможные результаты. Название «шаровая молния» само по себе не задаёт ни конструкцию источника, ни способ его безопасного подавления.

Заключение разделяет надёжно зарегистрированное свечение, реконструированную геометрию и гипотезу механизма. В нём перечисляют интервалы насыщения, потерянные кадры, доступную спектральную область и причины исключения альтернатив. Неудавшееся воспроизведение фиксируют с тем же вниманием, что и удачное совпадение признаков. В результате даже неповторившийся эпизод может дать содержательный научный результат: ограничить расстояние, исключить конкретный оптический артефакт или сформулировать проверку, которую следующая наблюдательная установка действительно способна выполнить.

Законченная модель конечного запаса энергии

Развернём условную гипотезу накопителя в проверяемый расчёт. Пусть после момента t = 0 внешнее питание отсутствует, вся модельная потеря запаса E превращается в излучение и её мощность равна E/τ. Допустим также, что в выбранной спектральной полосе выходит постоянная доля b полной мощности. Это три самостоятельных предположения. Они должны проверяться по динамике и спектру; ни одно не следует только из того, что камера показывает светящийся шар.

$$E(t) = E_0 e^{-t/\tau},\ P_{\mathrm{rad}}(t) = \frac{E_0}{\tau} e^{-t/\tau},\ P_{\mathrm{band}} = b P_{\mathrm{rad}}$$

В полностью учебном примере E_0 = 12 Дж, τ = 4 с и b = 0,20. Тогда начальная полная мощность составляет 3 Вт, а мощность в наблюдаемой полосе — 0,60 Вт. В таблице приведён расчёт, а не запись природного события. Эти значения доступны сравнению лишь после установления геометрии излучения и радиометрической калибровки. Сигнал одного приёмника на неизвестном расстоянии ещё не определяет мощность всего объекта.

Время, с	Оставшийся запас, Дж	Мощность в полосе, Вт
0	12,000	0,6000
4	4,415	0,2207
8	1,624	0,0812
12	0,597	0,0299

Интеграл полной мощности от нуля до бесконечности равен 12 Дж, а полосовой — 2,4 Дж. Эти два следствия должны быть согласованы с одним набором параметров. Если τ оценили по первым четырём секундам, оставшийся участок проверяет форму затухания. Отдельная серия спектров проверяет постоянство b. Изменение цвета или непрозрачности пути может нарушить полосовой прогноз, сохранив исходный энергетический закон; поэтому световую кривую нельзя рассматривать вне модели распространения.

Конкурирующая версия добавляет постоянное питание 3 Вт. При том же начальном запасе и τ = 4 с запас остаётся равным 12 Дж, а полосовая мощность — 0,60 Вт. Если питание затем прекратится, начнётся рассчитанный спад. Наблюдать такое переключение можно при естественном изменении установленного обычного источника или на квалифицированном безопасном стенде. Опыты с разрядами или произвольным воздействием на неизвестное свечение из этих уравнений не следуют.

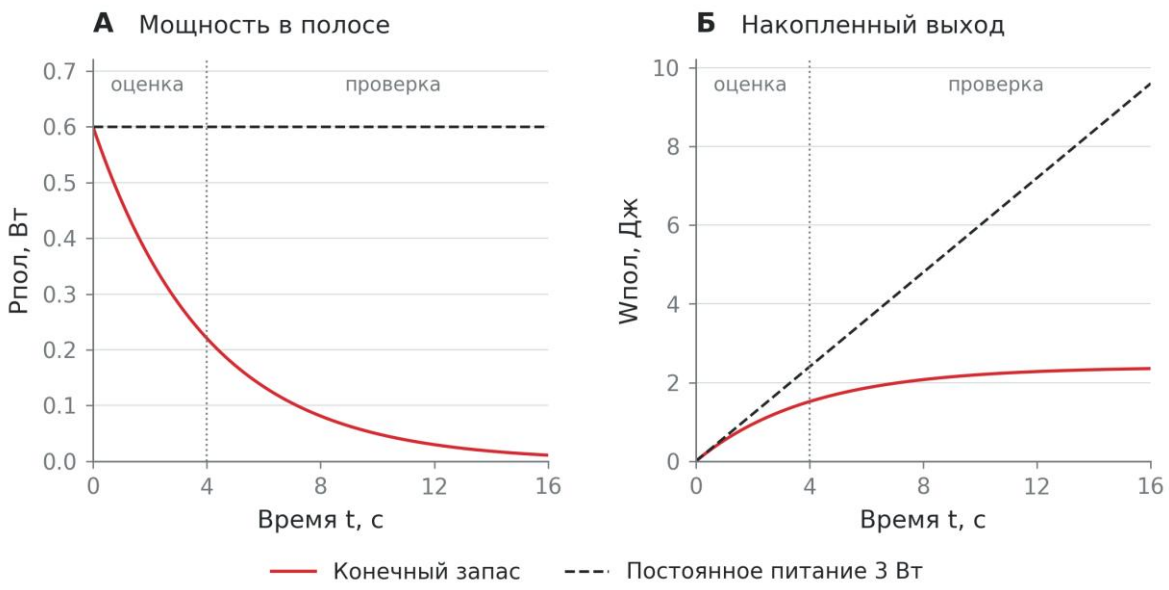


Рисунок 16. Конечный запас и поддерживаемое свечение. Синтетический энергетический пример главы: E_0 = 12 Дж, τ = 4 с, b = 0,20. Без питания полосовая мощность равна 0,60 exp(−t/4) Вт, а накопленный выход — 2,4[1 − exp(−t/4)] Дж. При постоянном питании 3 Вт запас остаётся 12 Дж: мощность в полосе равна 0,60 Вт, выход — 0,60t Дж. Первые четыре секунды выделены для оценки параметра, последующий интервал — для проверки различающего прогноза. Погрешности измерений не моделируются.

Устойчивое свечение само по себе не опровергает конечный запас: можно предложить очень большой E_0 и иное τ. Поэтому ограничение начального ресурса должно иметь независимое основание, а закон потерь — проверяться отдельно. В отсутствие такого основания вывод становится более узким: данная экспоненциальная модель с оценёнными параметрами не описывает запись. Это полноценный результат, после которого выбирают между изменением закона потерь, внешним питанием и иной интерпретацией измеренного света.

Хранитель сохраняет исходные радиометрические отсчёты, спектральную полосу, геометрию и все насыщенные интервалы. Метролог оценивает неопределённость интегрального выхода и её связь с калибровкой мощности. Руководитель фиксирует область подгонки до проверки позднего участка. Если наблюдение не охватывает начало события, E_0 относится к началу доступной серии, а не к моменту рождения объекта. Такое уточнение сохраняет полезность модели даже для неполной записи.

Глава 24

Акустика и механические колебания

Два пути одного сообщения

Гул, дрожание предметов и ощущение давления могут относиться к разным физическим каналам. Микрофон измеряет изменения давления воздуха в определённой полосе; акселерометр измеряет собственное ускорение чувствительного элемента, связанного с точкой крепления; запись жалобы характеризует переживание человека. Эти данные можно сопоставлять, но нельзя заменять одни другими. Акустический случай получает класс АС по установленному сигналу или обоснованной

гипотезе его наличия. Пока зарегистрировано только переживание, физический канал остаётся исследовательским вопросом, даже если описание кажется очень определённым.

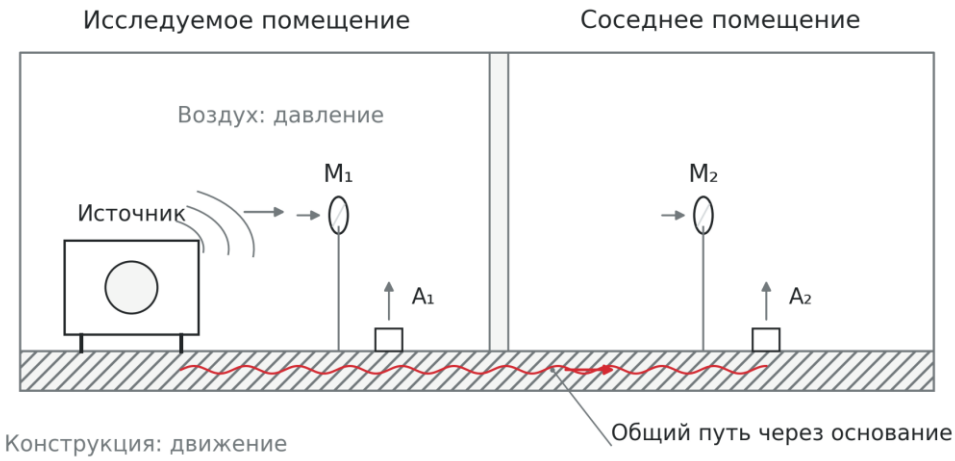
Главная трудность низкочастотного наблюдения состоит в том, что привычная запись звука может не сохранять искомую величину. Полосу определяет весь тракт: чувствительный элемент, усилитель, фильтры, преобразователь и программа. Усиленный при воспроизведении шум не доказывает существование такого же давления в исходной среде. Напротив, пустая дорожка бытового устройства не исключает сигнал за пределами его диапазона. Поэтому метролог описывает проверенную частотную характеристику и пределы применимости, включая зависимости между существенными влияющими величинами [2].

План регистрации

Предлагаемый протокол разделяет воздушный и конструкционный каналы. На доступной опорной позиции устанавливают измеритель звукового давления, а на разрешённых конструкциях — подходящие датчики движения. Способ крепления фиксируют фотографией и записью, поскольку измеряется движение конкретной точки в конкретном направлении. Нужны также временная привязка и журнал работы оборудования. Если источник предположительно перемещается, сначала проверяют движение самой измерительной платформы. Ветер, прикосновение к датчику и действия оператора отмечают как события, способные изменить запись.

Частотный анализ сопровождают просмотром исходного временного ряда. Короткие удары, устойчивый тон и медленное изменение фона могут давать похожее значение усреднённого показателя, хотя требуют разных объяснений. Для каждого расчёта указывают интервал, окно и способ усреднения. Изменение метода после обнаружения интересного пика допускается как поисковый анализ, но новый результат проверяют на другой записи. Параметры сбора выбирают под ожидаемые длительности и частоты; обнаруженная форма, которую тракт не мог корректно зарегистрировать, не становится доказательством благодаря подробному графику.

Контрольную позицию выбирают по предполагаемому пути передачи. Соседняя комната может разделять тот же фундамент и потому не быть независимым контролем механической вибрации. Уличная точка может иметь другой воздушный фон. Полезно заранее объяснить, какое различие между позициями должно сохраняться при каждой версии источника. Одновременные наблюдения защищают от смешения пространственного эффекта с изменившимся режимом машины. Повторные записи в разные периоды проверяют устойчивость связи, но не считаются независимыми лишь потому, что сохранены в отдельных файлах.



M — микрофон; A — закреплённый датчик движения. Масштаб и уровни воздействия не заданы.

Рисунок 17. Воздушный и конструкционный пути передачи. Учебное сечение помещений с общим основанием. Микрофоны M_1 и M_2 наблюдают давление в воздухе, закреплённые датчики A_1 и A_2 — движение конструкции в показанном направлении. Алый путь выделяет общую механическую связь через основание: соседнее помещение поэтому не становится независимым контролем вибрации. Геометрия не задаёт расстояний безопасности, частотной характеристики или конструкции изоляции.

Ощущения и причинный вывод

Для человеческих сообщений составляют отдельную временную последовательность без навязывающего перечня симптомов. Связь с физическим каналом оценивают после фиксации исходных описаний. Отрицательный результат одного исследования нельзя превращать в отрицание любых переживаний. В двойном слепом перекрёстном исследовании Marshall и соавторов испытанный режим имитации инфразвука не ухудшил изученные показатели относительно имитационного контроля; вывод ограничен участниками, воздействием и выбранными исходами [35]. Он не задаёт универсального безопасного уровня и не объясняет все ситуации с низкочастотным шумом.

Если переживание совпадает со включением оборудования, остаются несколько причинных путей: звук, вибрация, сопутствующие изменения помещения и знание участника о работе машины. Их различают подходящими наблюдениями и, при необходимости, одобренным исследованием человека, а не домашним усилением воздействия. Клиническую оценку состояния проводят отдельно от физической реконструкции. Отсутствие акустического объяснения не обесценивает сообщение, но и не подтверждает внешний источник с необычными свойствами.

Развилки и прекращение

Когда сигнал присутствует в микрофоне и связан с режимом источника, уточняют воздушный путь. Когда сильнее меняется конструкционный канал, исследуют механическую связь. Когда меняется только обработанная дорожка, возвращаются к исходной записи и настройкам. Когда разные датчики дают несовместимые результаты, сначала проверяют диапазоны, ориентацию и синхронизацию. На каждом этапе руководитель формулирует следующий вопрос; оператор не

выбирает новую стимуляцию по впечатлению от звука. Установление причины и снижение воздействия могут идти с разной скоростью.

Координатор безопасности прекращает исследовательское вмешательство при выходе за утверждённые условия, неожиданной реакции людей, нарушении устойчивости конструкции или потере контроля источника. Численные ограничения берут из применимой оценки для конкретной среды и задачи. Остановка должна сохранять необходимые защитные функции здания. Если установленный источник можно штатно перевести в безопасный режим, профильный специалист задаёт переход, а группа проверяет изменение обоих физических каналов и возвращение измерителей к нормальной работе.

Учебный сценарий завершает логику: на полу замечают периодическое движение лёгкого предмета и слышат гул. Одновременная запись показывает, что движение следует за механическими импульсами, тогда как тон сохраняется непрерывно. Общая подпись «акустическая аномалия» скрыла бы два процесса. Разделённый анализ позволяет адресовать механическую передачу и продолжить изучение воздушного шума отдельно. Даже при успешном устранении движения заключение не обещает исчезновения всех ощущений: оно называет проверенный результат, оставшиеся каналы и условия последующего наблюдения.

Глава 25

Тепловые процессы и энергетический баланс

Температура, поток и запас энергии

Холодная область изображения, быстрое нагревание предмета и предполагаемый избыток энергии образуют три разные задачи. Температура описывает тепловое состояние в рамках выбранной модели; поток характеризует передачу энергии; энергетический баланс требует учитывать изменение запаса и обмен через границы системы. Низкая температура сама по себе не доказывает отбор энергии неизвестным механизмом. Высокая температура не устанавливает мощность источника. Первое решение главы состоит в выборе утверждения, которое предстоит проверить, и масштаба системы, к которому оно относится.

У тепловизора между объектом и числом на экране находится модель преобразования излучения. В отчёте NIST о калибровке тепловизионной камеры отдельно рассматриваются процедуры измерений и неопределённость, включая пространственное размытие сигнала [36]. В исследовательской практике поэтому сохраняют радиометрические данные и сведения об обработке, когда они доступны. Изменение палитры лишь перестраивает отображение. Появление выразительного синего пятна на автоматически растянутой шкале не равнозначно появлению нового физического холода.

Проверка теплового наблюдения

Авторская схема начинается с доступного неподвижного обзора. На нём обозначают исследуемую поверхность, устойчивые ориентиры и контрольные области. Записывают направление наблюдения, расстояние в пределах установленной геометрии, состояние воздуха и особенности поверхности. Отражённое излучение и изменение излучательной способности рассматривают как конкурирующие объяснения изменения сигнала. Контактный датчик, если его применение допустимо, даёт иной канал сравнения, но сам меняет условия локального теплообмена. Разногласие двух способов измерения анализируют через их физические модели, а не голосованием приборов.

Для повторного наблюдения восстанавливают положение камеры и сравнивают одинаковые участки. Временные ряды совмещают с учётом задержки отклика: камера и установленный датчик могут по-разному сглаживать быстрый процесс. При смене материала поверхности, влажности или геометрии прежнее преобразование сигнала проверяют заново. Сигнал на границе небольшого объекта может включать соседний фон; увеличение изображения на экране не восстанавливает потерянное пространственное разрешение. Протокол прямо отмечает области, для которых численная оценка температуры не подтверждена.

Баланс с обозначенными границами

Для проверки энергетической гипотезы рисуют границу системы и перечисляют пересекающие её потоки. Учитываются теплообмен, работа внешних устройств и перенос энергии с веществом, если вещество входит или выходит. Удобная запись имеет вид: $R = \Delta E - E_{вх} + E_{вых}$. Здесь ΔE — оценка изменения запаса энергии внутри границы за выбранный интервал, Евх и Евых — суммарные поступление и отток, R — остаток принятого баланса. Знак и определения всех слагаемых фиксируют до анализа; разные виды переноса не включают дважды.

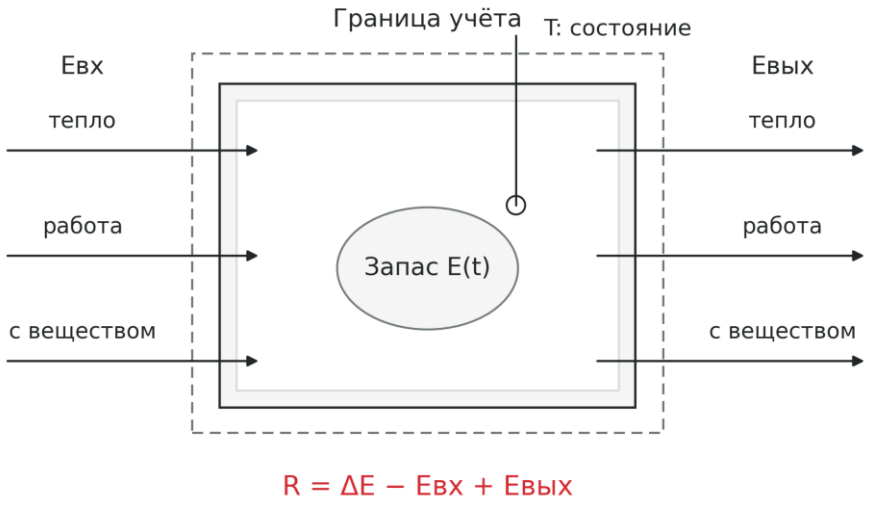


Рисунок 18. Контрольный объём и остаток энергетического баланса. Схема учёта для условного контрольного объёма. Тепло, работа и энергия, переносимая веществом, входят в Евх и Евых за один и тот же интервал; каждый перенос включают один раз в согласованную модель. Температурный канал наблюдает состояние. Алый остаток R = ΔE − Евх + Евых вынесен за границу как результат расчёта и не изображён новым источником энергии. Набор стрелок показывает категории учёта, а не уже измеренные потоки.

Ненулевой R сначала характеризует несогласованность данных и модели. Чтобы обсуждать новый источник, необходимо показать, что остаток сохраняется при уточнении границы, измерений и известных путей переноса. Неопределённость остатка не получается простым перечислением точностей: общие датчики, поправки и фон способны связывать оценки слагаемых [2]. Если существенный поток вообще не измерен, красивое численное значение R не имеет статуса замкнутого энергетического доказательства. В отчёте остаётся незавершённый баланс, а не обнаруженная энергия неизвестного происхождения.

Проект калориметрической проверки составляют для материала, уже допущенного к соответствующей лабораторной процедуре. Руководитель определяет ожидаемое различие между гипотезами; теплотехник задаёт модель накопления и потерь; метролог назначает контрольные измерения; оператор фиксирует каждый переход режима. До неизвестного объекта проверяют саму систему на разрешённом эталонном процессе. Параметры установки выбирают по требуемой чувствительности и свойствам задачи. Перенос объекта в замкнутую камеру не считается нейтральным действием: он может изменить теплоотвод, газообмен и состояние материала.

Развилки вмешательства

Если независимое измерение подтверждает изменение температуры, но баланс объясняется обычным теплообменом, управление направляют на установленный путь. Если меняется только радиометрическая оценка, исследуют поверхность и тракт регистрации. Если подтверждены оба канала, а баланс неполон, сначала уточняют потоки. Лишь после этого остаточную гипотезу формулируют количественно: при каком изменении допустимых условий она предсказывает иной результат, чем известные модели. Ни одна ветвь не требует произвольного нагрева неизвестного вещества или проверки воздействия на человеке.

Остановку объявляют при утрате контроля температуры установки, непредусмотренном изменении материала, повреждении удерживающей системы или потере критического измерения. Она означает переход к заранее определённому безопасному режиму с сохранением необходимого охлаждения и наблюдения. Возвращение показаний к фону проверяют после восстановления работоспособности канала. Если поверхность стала оптически иной, исчезновение пятна может отражать изменение наблюдения, а не прекращение источника. Поэтому подтверждение результата опирается на тот путь воздействия, ради которого принималось решение.

Учебный разбор

В вымышленном опыте закрытый корпус медленно нагревается, хотя видимая нагрузка выключена. Первая оценка учитывает только температуру стенки и делает вывод об избытке энергии. Расширенный журнал обнаруживает продолжающееся питание внутреннего регистратора; контрольный корпус показывает отличающийся теплоотвод из-за иной установки на столе. После учёта этих различий остаток исчезает в пределах неопределённости. Такой исход не является неудачей исследования: получена объясняющая модель и установлены требования к следующему испытанию. Если остаток сохранится, именно эти требования сделают новый результат содержательным.

Глава 26

Движение предметов и кажущаяся левитация

От изображения к механике

Наблюдаемое движение требует указания системы отсчёта. Предмет может менять положение относительно камеры, стола, здания или земной поверхности; это разные утверждения. Камера, закреплённая на колеблющейся опоре, способна приписать окружающей сцене собственное движение. Поэтому первое измерение класса MV относится к координатам и времени, а вывод о силе появляется только после анализа геометрии, массы и взаимодействий. Кажущаяся неподвижность в воздухе также нуждается в проверке: удержание положения ещё не сообщает, чем уравновешены действующие силы.

Бесконтактное удержание известно физике. Berry и Geim рассматривают диамагнитную левитацию, при которой магнитное взаимодействие в подходящем неоднородном поле может уравновешивать тяжесть [23]. Этот пример важен как проверка логики вывода: отсутствие видимой опоры не устанавливает экранирование гравитации. Описанные условия не являются предложением построить полевую установку с сильным магнитным полем. Для неизвестного случая требуется собственная реконструкция; внешнее сходство с опубликованным опытом не доказывает совпадение механизма.

Траектория и полнота сцены

Авторский протокол начинает с неизменяемой записи общего вида, включающей предмет, предполагаемые опоры и окружающие ориентиры. Крупный план дополняет её, но не заменяет: потерянная периферия может скрывать движение платформы или внешний контакт. При нескольких камерах отдельно подтверждают время и геометрию. Для каждой траектории сохраняют исходные координаты изображения, правила выделения объекта и оценку неопределённости положения. Сглаживание и вычисление ускорения оформляют как производные операции; резкий пик ускорения может возникнуть из небольшой ошибки локализации.

Если используется радар, полезно помнить о самостоятельной ветви приборных объяснений. В исследовании автомобильного радара с несколькими передающими и приёмными каналами (MIMO) отражённые многолучевые пути создавали ложные движущиеся цели; распознавание зависело от модели сцены, а некоторые способы фильтрации удаляли также реальные прямые сигналы [18]. Поэтому траекторию, оставшуюся после алгоритмической очистки, сопоставляют с исходными данными. Согласие камеры и радара усиливает аргумент лишь после проверки того, что оба канала относятся к одному объекту и не разделяют ошибочную временную привязку.

Измерение силы планируют отдельно. Датчик на опоре оценивает взаимодействие с этой опорой; акселерометр — собственное ускорение чувствительного элемента; координатное движение восстанавливают с учётом ориентации и гравитации; ни один из них в одиночку не описывает все силы на теле. Для статического удержания составляют предполагаемый баланс, для движения — модель изменения импульса в обозначенной системе отсчёта. Воздушные потоки, электрические и магнитные взаимодействия, механические связи и наклон опоры рассматривают как проверяемые каналы. Запись «силы не обнаружены» заменяют перечнем измеренных каналов с пределами чувствительности.

Что следует за эффектом

Если исследование разрешает ограниченное изменение условий, заранее выбирают, какой признак будет различать место, материал, прибор и источник. Перестановка доступного инертного контрольного предмета может проверить геометрию наблюдения; изменение положения камеры — оптическую версию. Любое перемещение неизвестного объекта рассматривают как отдельное вмешательство, а не как обычную подготовку опыта. Для полевых карт также сохраняется неединственность: разные распределения источников способны согласоваться с одинаковыми измерениями поля [22]. Одна карта не заменяет механический баланс.

Особенно осторожно трактуют зависимость от наблюдателя. Оператор одновременно меняет освещение, положение тела, потоки воздуха, нагрузку пола и момент запуска записи. Если эффект исчез при удалении человека, ещё не установлено участие сознания. Сначала исследуют изменившиеся физические условия и способ запуска. Слепая обработка записей помогает отделить знание об условии от выделения траектории, но не исправляет плохую съёмку. Исследование

человеческого участия требует отдельного этического основания и не предполагает присутствия человека в зоне движущихся предметов.

Предел допустимого опыта

Перед вмешательством профильный специалист рассматривает возможное падение, захват, вращение и передачу нагрузки соседним конструкциям. Руководитель фиксирует измерительную цель, координатор безопасности — границы доступа и признаки прекращения, оператор — последовательность разрешённых действий. Наблюдение прекращают при незапланированном движении, потере контроля над источником силы, изменении опорной системы или утрате канала, от которого зависит безопасность. Условия выбирают для конкретной массы, геометрии и среды; одинаковая «дистанция от левитации» для всех случаев физически не обоснована.

Управление воздействием связывают с подтверждённым механизмом. Если движение создаёт штатный привод, используют его инженерно предусмотренный безопасный переход. Если источник неизвестен, отсутствие команды на движение не считается фиксацией. Погасить камеру или подавить сигнал алгоритмом означает лишиться наблюдения, а не остановить предмет. После любого ограничения проверяют фактическое положение, состояние удерживающих средств и новые механические нагрузки. Обратимость управляющей команды не гарантирует обратимости повреждения, которое могло произойти во время перехода.

Содержательный остаток

Учебный сценарий: лёгкая пластина кажется неподвижной над поверхностью, но боковая съёмка выявляет регулярные касания, неразличимые с верхнего ракурса. Прежняя модель свободного удержания заменяется моделью движения с контактами; исследовательский вопрос переносится к механизму периодичности. Если контакты и известные поля исключены лишь в ограниченных диапазонах, заключение сохраняет эти границы. Рабочая гипотеза нового взаимодействия должна предсказать зависимость от доступного параметра и выдержать независимое повторение. Сильное впечатление от движения не отменяет необходимости такого предсказания.

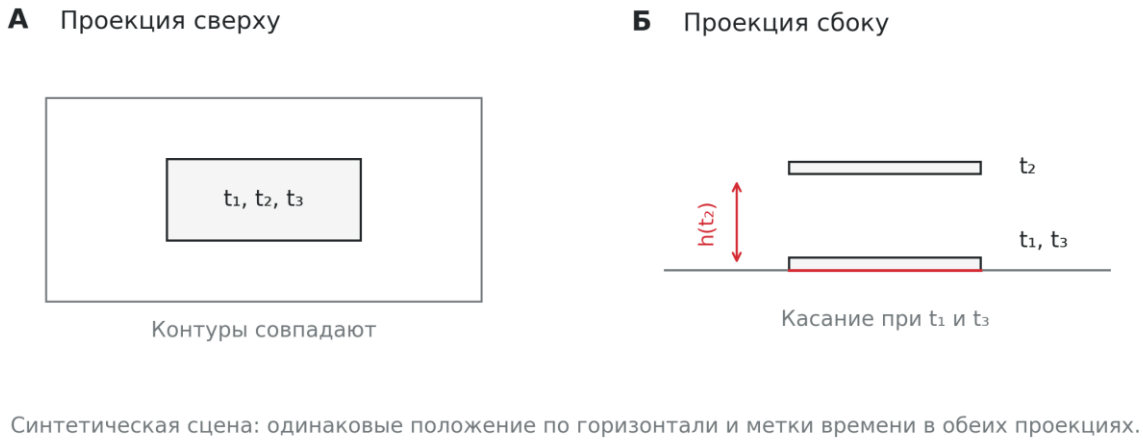


Рисунок 19. Одна пластина в двух ракурсах. Две программно построенные проекции одной синтетической сцены. Пластина сохраняет положение по горизонтали, поэтому её контур сверху совпадает при t_1, t_2 и t_3. Боковая проекция обнаруживает зазор при t_2 и касания при t_1 и t_3. Положения условны и не задают амплитуду реального опыта; рисунок уточняет полноту наблюдения, не устанавливая механизм движения.

Часть VI

Вещество и живые системы

Глава 27

Изменения массы и состава

Что изменилось на самом деле

Показание весов не является непосредственной записью количества вещества. Измерение связывает взаимодействие с опорой, условия среды и модель прибора. Даже когда результат выражен в единицах массы, необходимо установить, что именно сравнивалось и какие поправки применялись. В руководстве NIST по калибровке масс рассматриваются воздушная плавучесть, эталоны и условия измерений [37]. Эти основы особенно существенны для заявления об исчезновении или появлении вещества: такое заявление намного сильнее, чем наблюдение изменения показания одного устройства.

В авторском протоколе сначала задают объект учёта: отдельный предмет, содержимое сосуда или систему «сосуд, содержимое и закрывающие элементы». Историю этой границы фиксируют. Если между измерениями открывали крышку, добавляли метку или переносили предмет влажным инструментом, последовательность уже содержит возможный обмен веществом. Изменение массы, химического состава и пространственного распределения исследуются раздельно. Совпадение одного показателя не доказывает неизменность двух остальных, а различие разных частей неоднородного материала не обязательно означает преобразование во времени.

Сравнение массы

План включает исследуемый объект, допустимую контрольную тару и подходящий эталон сравнения. Порядок измерений выбирают так, чтобы дрейф прибора не совпал автоматически с различием условий. Для каждой записи сохраняют время, идентификатор объекта, конфигурацию тары, условия среды и состояние установки. Сохраняют также все допустимые повторные измерения, а не только наиболее необычную пару. Результат выражают как изменение относительно определённой исходной конфигурации; неустановленный момент потери материала не заменяют предположением о мгновенном исчезновении.

Если изменяется эталон, первоочередной становится проверка измерительной системы. Если изменяются тара и образец сходным образом, исследуют общий фактор. Если различие устойчиво только у образца, проверяют доступные пути обмена с окружающей средой и состояние его поверхности. Предположение о замкнутости системы проверяют по фактической конструкции и истории, а не по слову «закрытый». Запаянная или герметичная оболочка тоже является частью объекта и собственной инженерной задачей; неизвестный материал нельзя заключать в неё без оценки возникающих условий.

Состав и спектральные признаки

Состав устанавливают методами, отвечающими на конкретный вопрос: о химических элементах, соединениях, фазах или структуре. Элементная спектрометрия не отвечает автоматически на все эти вопросы. В описании энергодисперсионной рентгеновской спектрометрии (EDS), опубликованном NIST, указаны необходимость эталонов и матричных поправок, а также артефакты спектра, включая пики выхода и совпадения [38]. Поэтому один нераспознанный пик не

получает названия нового элемента. Сначала проверяют калибровку, фон, модель отклика и согласованность всей группы ожидаемых признаков.

Для проверки изменения состава нужны сопоставимые участки или обоснованная схема отбора. Хранитель образцов отмечает положение каждой порции относительно исходного объекта и все этапы подготовки. Разрушающий анализ может дать качественные данные о своей порции, но исключить последующее измерение её прежнего состояния. Если повторное исследование разрешено, оставшуюся часть распределяют по заранее определённым задачам. Независимый метод выбирают за отличающуюся физическую основу и иной набор ошибок, а не просто за название второго прибора.

Контрольные материалы проходят сопоставимый путь, когда это возможно без дополнительного риска. Пустая тара помогает обнаружить вклад контейнера; контроль процесса — изменения, внесённые подготовкой; повторное измерение проверенного эталона — состояние аналитического канала. Их функции различаются. Если загрязнение обнаружено только после доставки, реконструируют всю цепь до лаборатории. При неопределённом происхождении состава нельзя уверенно приписать его месту находки, даже если сам спектр получен безупречно.

Сохранение и ограничения действий

До анализа профильный специалист устанавливает допустимость хранения, перевозки и выбранного способа исследования. Вид, отсутствие запаха или отсутствие сигнала одного датчика не дают общего разрешения обращаться с материалом. Обработка ради безопасности может изменить исследуемые признаки; рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) подчёркивают зависимость обеззараживания от материала, условий и валидированного процесса [39]. В паспорте поэтому отдельно записывают исходное наблюдение и состояние после обработки. Научная ценность образца не является основанием сохранять опасную операцию вне возможностей лаборатории.

Работу прекращают при непредусмотренном изменении контейнера, признаках нарушения удержания, несоответствии фактического материала условиям допуска или потере происхождения пробы, делающей следующий шаг бессмысленным. Последний случай не всегда требует аварийных действий, но требует остановки интерпретации. Руководитель может назначить повторную регистрацию или отказаться от разрушительного анализа. Решение о возобновлении подтверждает профильный специалист вместе с координатором безопасности; хранитель образцов передаёт сведения о том, что осталось неизвестным.

Как формулируется необычный результат

Учебный сценарий: две пробы из одного камня дают разный элементный состав, а масса остатка уменьшается после серии операций. Сначала возникает версия преобразования вещества. Карта отбора показывает, что пробы принадлежали разным включениям; журнал обнаруживает неучтённую порцию, израсходованную при подготовке. Полученный баланс объясняет наблюдение без превращения элементов. Если подобные версии проверены и остаток сохраняется, формулируют рабочую гипотезу с предсказанием нового независимого сравнения. Необычный состав сам по себе ещё не устанавливает ни процесс возникновения материала, ни его происхождение.

Заключение содержит величину и неопределённость изменения, определение системы учёта, распределение проанализированных участков и перечень выполненных преобразований. Отдельно указывают, какие исходные свойства уже невозможно проверить. Такой отчёт может сохранить

статус открытого случая без драматического названия. Научный результат состоит в воспроизводимом различии и ограничении объяснений; слова «материализация» или «трансмутация» становятся обоснованными лишь при выполнении существенно более сильных требований, чем изменение массы или неожиданная линия спектра.

Доказательная лестница изменения вещества

Более сильное заявление требует новых наблюдений, а не только более уверенного описания прежнего результата. Изменение массы определённой системы, изменение химических связей и изменение состава ядер относятся к разным физическим вопросам. Поэтому переходы между ними оформляют явно. Таблица задаёт авторскую исследовательскую лестницу; она не является разрешением выполнять анализ материала, для которого не установлен допустимый маршрут обращения.

Утверждение	Дополнительное основание	Что ещё не установлено
Изменилось показание весов	Сохранённый исходный отсчёт и состояние прибора	Масса системы и причина изменения
Изменилась масса заданной системы	Сопоставимая граница; эталон; поправки; неопределённость	Путь переноса или преобразования
Изменилось распределение компонентов	Представительный отбор и пространственная карта	Изменение общего состава
Изменились соединения или фазы	Метод, чувствительный к соответствующей структуре	Изменение химических элементов
Изменился элементный или изотопный состав	Независимые методы; баланс проб; контроль примесей и подготовки	Механизм изменения ядер
Поддержана конкретная модель ядерного процесса	Согласованные продукты, баланс и предсказанные дополнительные признаки	Другие процессы вне области проверки

Первый переход хорошо показывает численный пример. Пусть синтетические измерения одной системы дали 100,0000 г и 99,9996 г, каждое со стандартной неопределённостью 0,0002 г. При независимости ошибок разность равна −0,0004 г, а её стандартная неопределённость — около 0,00028 г. Такая пара не даёт убедительного основания обсуждать исчезновение вещества. Если ошибки коррелированы, бюджет разности необходимо пересчитать по их происхождению; число повторений не заменяет этой работы.

Даже уверенная потеря массы открытой части ещё не означает потерю массы всей установки. Конденсация на стенке, отделившаяся порция или перенос в другую фазу меняют локальное распределение. Поэтому параллельно ведут учёт предмета, контейнера, выделенных фракций и расходованных проб. Для исходного и конечного состояния составляют одинаковую схему. Если часть материала невозможно безопасно учесть, результат ограничивают незамкнутым балансом, сохраняя количественную оценку недостающего звена.

Следующие ступени требуют методов с разными задачами. Элементный состав, молекулярные связи, кристаллические фазы и изотопные отношения не являются четырьмя названиями одного

анализа. Уже описание EDS связывает достоверность элементного результата с эталонами, матричными поправками и проверкой спектральных артефактов [38]. Для более сильного вывода выбирают дополнительный метод, действительно чувствительный к нужному различию, и заранее выясняют, какие преобразования подготовки способны это различие изменить.

Изотопное отличие тоже нуждается в причинной проверке. Сравнение разных включений неоднородного образца или изменившееся соотношение фракций может изменить измеренное отношение без предлагаемого превращения ядер. Поэтому модель должна предсказать изменение количества конкретных компонентов в обозначенной системе и согласоваться с историей отбора. Анализ двух порций одного материала является проверкой неоднородности и процедуры, но не автоматически независимым повторением события.

Если предложен определённый ядерный механизм, из него выводят ожидаемые продукты, энергетический вклад и те виды излучения, которые он действительно предусматривает. Универсального требования «обязательно должен быть любой радиационный сигнал» не существует в этой исследовательской схеме: проверяется прогноз выбранной реакции. Нужная чувствительность и время регистрации рассчитываются до анализа результата. Отсутствие канала, способного заметить предсказанный признак, означает неполноту проверки, а не подтверждение необычного способа скрыть его.

Положительный итог может оставаться на промежуточной ступени. Например, независимые анализы подтверждают изменение определённой фазы после наблюдаемого события, тогда как элементный состав остаётся совместимым с исходным. Это содержательный физический результат с собственной программой изучения условий образования. Преждевременный переход к слову «трансмутация» сделал бы вывод менее точным. Ступень сохраняют вместе с тем, что требуется измерить для следующего перехода, а материалы безопасного и прослеживаемого обращения передают по главе 31.

Глава 28

Ионизирующее излучение и отказ детектора

Показание и опасность

Радиационный случай начинается с точного названия измеряемой величины. Число зарегистрированных событий, оценка активности, спектр и дозиметрический показатель не взаимозаменяемы. Прибор преобразует взаимодействия, доступные его конструкции, и может не отвечать на другой вид или энергетический диапазон излучения. Поэтому класс IR присваивается по подтверждённым данным или обоснованному подозрению, а решение о безопасности принимает профильный специалист с учётом всей ситуации. Надпись «радиация не обнаружена» без диапазона, условий и исправности средства измерения не определяет безопасный режим.

Особенно опасна ошибка, при которой отсутствие показаний воспринимается как улучшение. Руководство Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) SSG-8 предупреждает: некоторые измерители со счётчиками Гейгера — Мюллера (GM), прежде всего старые, при насыщении могут показывать ноль [40]. Это характеристика определённых приборов и режимов, а не всех современных дозиметров. Практический вывод заключается в обязательном знании поведения конкретного канала при перегрузке. Неожиданное падение показаний после их роста требует диагностики и безопасного решения, а не приближения для подтверждения предполагаемого исчезновения источника.

Квалификация измерительного канала

Авторский протокол начинается до выхода на площадку. Метролог и специалист по радиационной защите согласуют измеряемую величину, тип прибора, диапазон, геометрию наблюдения и признаки недостоверного результата. В паспорт вносят идентификатор, сведения о подтверждении характеристик, допустимые условия, статус питания и предусмотренные изготовителем сигналы неисправности. Работоспособность проверяют штатными безопасными средствами в компетентной организации. Такая проверка не должна превращаться в самостоятельный поиск или использование неизвестных источников для испытания прибора.

При регистрации сохраняют не только усреднённое число, но и интервал накопления, положение, временную метку и все предупреждения. Изменение результата может отражать изменение источника, геометрии, экранирующих объектов или состояния датчика. Если оператор переместился одновременно с переключением диапазона, два влияния уже смешаны. В исследовательской записи выделяют участки стабильной конфигурации, переходы и интервалы, для которых интерпретация невозможна. Пропуск данных не заполняют предположением о фоновом уровне.

Для уверенного сравнения требуется модель фоновых колебаний и ошибок тревоги. NIST рассматривает испытание ложных тревог отдельно от характеристик обнаружения; применяемые статистические модели требуют своих предпосылок [3]. Поэтому серия без тревог не даёт права считать вероятность пропуска нулевой. План испытаний формулируют для конкретной функции и условий. Искусственно очищенный ряд, из которого удалены необычные отсчёты, не подходит для независимой оценки именно тех событий, ради которых велось наблюдение.

Три ветви решения

Первая ветвь — показание в подтверждённом диапазоне согласуется с независимым пригодным каналом. Тогда профильный специалист интерпретирует величину и определяет меры по реальной радиационной задаче. Вторая ветвь — каналы расходятся, прибор сообщает перегрузку или ведёт себя непредусмотренно. Тогда результат признаётся недостоверным для разрешения доступа, исследовательский шаг прекращается и сохраняется ранее обоснованный защитный режим. Третья ветвь — показания совместимы с фоном при исправной аппаратуре. Вывод ограничивается чувствительностью, местом, интервалом и теми видами излучения, которые действительно контролировались.

Независимость приборов проверяют по устройству всей системы. Разные корпуса могут делить питание, программный расчёт или одну временную шкалу. Общая причина способна нарушить несколько резервных каналов, поэтому число устройств не равно числу независимых подтверждений [7]. Если все регистраторы одновременно теряют данные, это отдельное событие DI, требующее собственной проверки. Радиационное объяснение электронного сбоя тоже не принимают автоматически: NASA различает единичные и накопленные эффекты в электронике, но описание космических систем не устанавливает причину произвольного земного отказа [41].

Исследование без опасной эскалации

Сигнал радиационного прибора не является приглашением отыскать предмет вручную. Руководитель исследования передаёт оценку профильной службе и ограничивает научную задачу доступными данными. Координатор безопасности вправе остановить работу при потере контроля, изменении обстановки или недостаточности приборов. Перемещение, вскрытие, экранирование и обработка предполагаемого источника рассматриваются как специальные действия с

установленной ответственностью. Универсальный радиус, материал защиты или порядок приближения из названия класса IR не выводятся.

Если исследуемое явление исчезло, сначала подтверждают работоспособность тракта и сохранение условий сравнения. Источник мог уйти из поля наблюдения, оказаться закрытым препятствием или изменить режим. Ни один из этих исходов сам по себе не равен устранению опасности. Проверка возможного загрязнения является иной задачей, чем измерение внешнего поля; она требует соответствующего профессионального плана. Научная неопределённость о механизме не отменяет организационных ограничений, основанных на уже установленной категории риска.

Учебный сценарий: после роста показаний один прибор выдаёт ноль, а журнал одновременно фиксирует признак недопустимого режима. Ошибочная интерпретация объявила бы нейтрализацию. Корректная запись выделяет отказ измерения, приостанавливает следующий шаг и сохраняет ограничения до независимой оценки. Если позднее подтвердится реальное снижение поля, это станет отдельным выводом с собственной временной границей. В итоговом отчёте различаются полученные измерения, недоступные интервалы, принятые защитные решения и то, какие вопросы остаются открытыми.

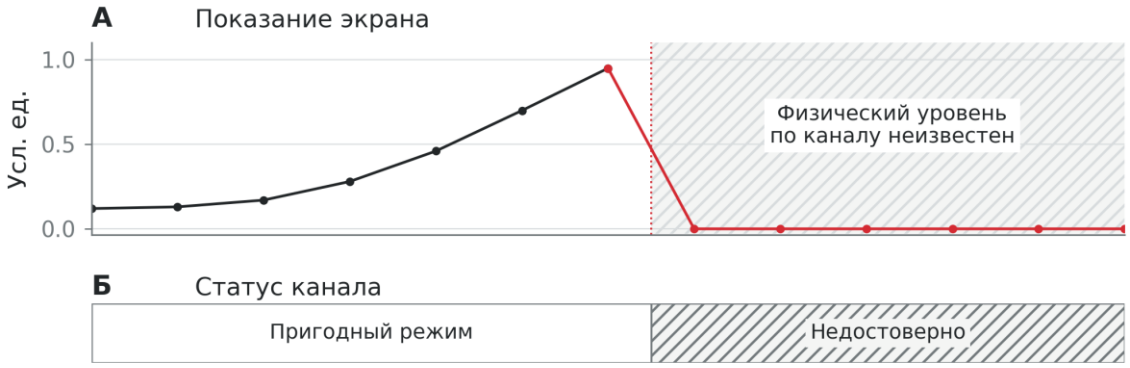


Рисунок 20. Нулевое показание при утрате пригодности канала. Синтетические показания одного условного канала и отдельная полоса его пригодности. После признака недопустимого режима отображаемое число падает к нулю, а интерпретация физического уровня по этому каналу становится недоступной. Скрытая доза не дорисована; пример не задаёт общей характеристики насыщения детекторов и не устанавливает порог допуска.

Глава 29

Биологические и экологические отклонения

Уровни живой системы

Необычная окраска растения, массовая гибель организмов, сдвиг поведения животных и неизвестный результат лабораторного анализа относятся к разным уровням организации. Класс BI объединяет предметную область, но не задаёт единую причину. Наблюдение описывают через организм, популяцию, сообщество или экосистему и конкретный показатель: численность, распределение, повреждение, активность либо состав. Внешняя необычность не устанавливает инфекционность, а отсутствие знакомых признаков не даёт общего заключения о безопасности. Первой задачей становится разграничение биологического события, состояния среды и ошибки регистрации.

Работу строят от известных земных механизмов: изменения воды и питания, температуры, химических воздействий, заболеваний, естественной динамики и влияния человека. Перечень превращают в проверяемые альтернативы, выбирая измерения под каждую. Обнаружение формы, не определённой наблюдателем, означает ограничение идентификации. Оно не подтверждает внеземного происхождения, особой жизненной основы или разумного поведения. Для таких гипотез потребуются дополнительные признаки, которые нельзя получить простым переименованием неизвестного организма.

План экологического наблюдения

Авторская схема начинается с карты наблюдений, истории участка и сопоставимых контрольных мест. Фиксируют единицу учёта, площадь или длительность наблюдения, сезон, погоду и правила обнаружения. Один и тот же участок может казаться опустевшим из-за изменения времени съёмки или видимости. Поэтому сохраняют также нулевые наблюдения и усилие поиска. Контрольный участок выбирают по сходству значимых условий, а не только по удалённости. Если различается водный режим или состав растительности, простое сравнение численности способно смешать несколько причин.

В руководстве Агентства по охране окружающей среды США (EPA) по мониторингу водно-болотных угодий схема BACI («до — после / контроль — воздействие») сопоставляет изменения до и после воздействия на исследуемом и контрольном участках. Повторные наблюдения нужны для учёта природной изменчивости; отсутствие исходного периода и различия участков ограничивают причинный вывод [42]. Перенос этой логики на неизвестный случай является авторской адаптацией. Если событие уже произошло, прежние фотографии и журналы оценивают как исторические данные с иной полнотой. Их нельзя объявлять равнозначной заменой заранее спланированной исходной серии.

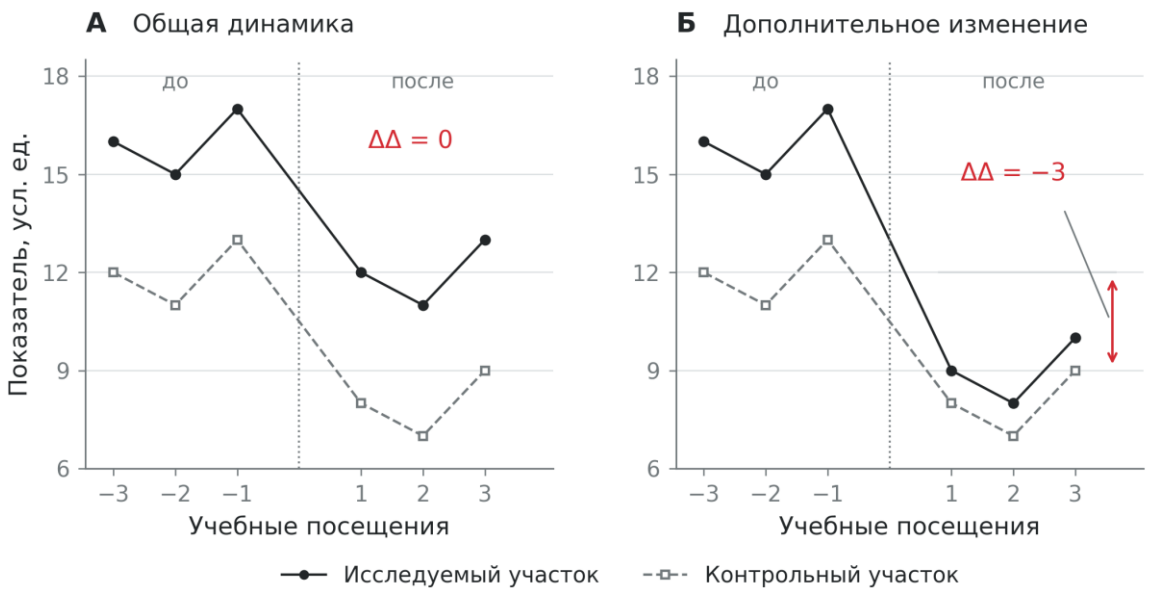


Рисунок 21. Общая тенденция и изменение только исследуемого участка. Два синтетических сопоставления повторных наблюдений при одинаковом учебном усилии учёта. Слева среднее уменьшается на четыре единицы на обоих участках: разность изменений ΔΔ равна нулю. Справа контроль уменьшается на четыре, исследуемый участок — на семь: ΔΔ = −3. Это иллюстрация расчёта, не данные EPA и не доказательство причины. Вывод зависит от сопоставимости участков и исходного периода; без наблюдений до воздействия эти сравнения недоступны.

Полезно разделить показатель ответа и предполагаемую причину. Например, изменение покрытия растительностью регистрируют независимо от измерений воды, освещения и физических свойств среды. Временной ход помогает выбрать модель: мгновенная видимая перемена, постепенное повреждение и восстановление после изменения условий требуют разных объяснений. При этом задержка ответа не доказывает скрытый агент. В плане заранее задают, какое сравнение поддержит конкретную версию, какое ослабит её и какие результаты останутся неоднозначными.

От наблюдения к образцу

Отбор не является обязательным первым действием. Сначала определяют, изменит ли предполагаемый анализ решение и может ли компетентная лаборатория принять материал в известной конфигурации. ВОЗ связывает оценку биологического риска с агентом, процедурой, оборудованием, условиями и компетентностью персонала; пробелы сведений влияют на выбор мер [43]. Поэтому неизвестность нельзя устранять назначением произвольного универсального комплекта защиты. Вопрос о допустимости отбора решается до его проведения, вместе с обращением с отходами и возможным изменением самой среды.

Руководство «Биобезопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях» (BMBL), подготовленное Центрами по контролю и профилактике заболеваний США (CDC) и Национальными институтами здоровья США (NIH), рассматривает оценку риска как основу лабораторной работы и распределённую ответственность руководителей, специалистов по биобезопасности и участников процедуры. Рекомендации имеют консультативный характер; они не перечисляют все возможные сочетания угроз и мер [44]. Этот принцип обосновывает необходимость требовать отдельного заключения принимающей лаборатории, а не приписывать

любому биологическому материалу вымышленный уровень «аномальной защиты». Известные профессиональные требования сохраняются независимо от необычности истории находки.

Если отбор разрешён, хранитель фиксирует место, время, наблюдаемое состояние, связь с фотографией и все изменения до передачи. Контрольные образцы и фоновые наблюдения назначают по вопросу исследования. Обработка, нужная для безопасного обращения, может изменить признаки, которые планировали анализировать; это отражают в выборе метода и заключении. Самостоятельное культивирование неизвестного материала, пробное заражение организмов и проверка на человеке не входят в исследовательский маршрут. Они не являются необходимым условием получения полезных полевых данных.

Развилки и границы вмешательства

Когда отклонение совпадает с измеренным изменением среды, оценивают механизм и независимые альтернативы. Когда обнаружена общая временная тенденция на всех участках, исследуют региональный фактор. Когда эффект устойчив только в отдельной зоне, уточняют локальные пути воздействия и качество контрольного сравнения. Если лабораторный результат расходится с полем, проверяют представительность и сохранение материала. Отрицательный результат конкретного анализа ограничивает проверенный признак; он не доказывает отсутствия любой биологической опасности.

Работу останавливают при признаках непредусмотренного переноса материала, нарушении удержания, несоответствии пробы условиям приёма или возникновении угрозы людям и среде. Координатор безопасности инициирует предусмотренное реагирование, а профильные службы решают практическую задачу. Уничтожение организмов или обработка территории не назначаются ради проверки красивой гипотезы. Даже действие, уменьшающее один вид воздействия, способно изменить сообщество и помешать восстановлению причины. Вмешательство нуждается в экологическом и биологическом обосновании отдельно от научной любознательности.

Учебный сценарий: необычное цветение появляется возле одного берега, а через неделю уменьшается после изменения погоды. Без контроля это выглядело бы успешной нейтрализацией последним действием группы. Сопоставимые наблюдения показывают одновременную перемену и на участке, где никто не вмешивался. Правильный вывод ограничивает причинную роль вмешательства и сохраняет задачу изучения условий. Завершённый биологический протокол описывает состояние системы, возможный перенос, достоверность сравнения и ответственного за дальнейшее наблюдение; он не подменяет эти сведения названием неизвестного существа.

Глава 30

Смешанные процессы и каскадные изменения

Несколько классов в одном случае

Событие может одновременно сопровождаться светом, изменением температуры, движением предметов и сбоями записи. Перечень классов OP, TH, MV и DI описывает проявления, но ещё не объясняет их связь. Возможны единый источник с несколькими путями воздействия, цепь последовательных изменений или независимые процессы, случайно совпавшие во времени. Исследование должно различать эти структуры. Назначение одному случаю многих классов не означает открытия многих новых взаимодействий и не даёт права объединять неопределённости в один выразительный рассказ.

Авторская модель представляет процесс как сеть причинных предположений. Узлы обозначают измеримые состояния: режим устройства, поле, температуру, поток воздуха, положение объекта, состояние канала данных. Стрелка означает конкретное предполагаемое влияние и сопровождается ожидаемым направлением изменения или задержкой. Отдельные узлы описывают действия группы. Такая схема не обязана быть окончательно верной; её задача — показать, какие связи проверены, какие лишь предполагаются и где измерений не хватает для выбора между версиями.

Общая причина и последовательность

Синхронность не всегда означает непосредственную передачу воздействия. Три датчика могут одновременно изменить показания из-за общего питания, общего времени или единого алгоритма обработки. NASA отдельно рассматривает общий отказ, способный преодолеть резервирование [7]. Поэтому в схеме исследования присутствует инфраструктура приборов, включая условия окружающей среды. Зависимости между каналами выясняют до подсчёта подтверждений. Если общая причина ещё не проверена, согласованность нескольких экранов получает меньшую доказательную силу, чем независимые измерения разных физических величин.

Последовательность событий также требует осторожности. Измеренная задержка включает отклик датчика, накопление данных, передачу и присвоение временной метки. Ранний сигнал в журнале может быть поздним физическим процессом, если другой канал сообщает результат после усреднения. Сначала оценивают порядок с учётом этих неопределённостей, затем обсуждают причинность. Если интервалы возможного начала перекрываются, в отчёте сохраняют неопределённый порядок. Его нельзя исправить выбором тех пиков, которые лучше соответствуют желаемой модели каскада.

Вмешательство исследовательской системы

Дистанционность уменьшает некоторые контакты, но не делает наблюдение физически отсутствующим. В исследовании системы измерения загрязнения на беспилотной платформе винты меняли распределение шлейфа и показания; влияние зависело от конфигурации и режима [45]. Поэтому движение робота, подсветку, работу вентилятора и передачу радиосигнала включают в журнал воздействий. Прибор, который одновременно наблюдает и меняет среду, может создать положительную обратную связь: изменение его режима вызывает новый сигнал, а новый сигнал провоцирует следующее изменение режима.

Для различения версий заранее выбирают наблюдаемую связь, которую можно проверить без опасной эскалации. Пассивный этап способен показать устойчивую последовательность. Разрешённый контрольный режим оборудования помогает проверить его участие. Сравнение с автономным регистратором оценивает роль общей инфраструктуры. Не следует менять несколько условий сразу, если именно их причинный вклад является вопросом. Однако ради чистоты опыта нельзя отключать защитную функцию: недоступность такого сравнения честно ограничивает вывод, а не оправдывает риск.

Смешанный случай особенно требует проверки обычных опасностей. Полевые газовые датчики обладают ограниченной селективностью и зависят от условий применения; некоторые типы могут давать ошибочно низкие показания в неблагоприятной атмосфере [31]. Значит, совпадение необычного света с нормальным показанием одного прибора не отменяет оценку среды. Класс UN сохраняют для недостаточно определённого остатка, а установленные факторы рассматривают по своим профессиональным правилам. Неизвестная причина не должна вытеснять уже обнаруженный практический риск.

Управление каскадом

Для каждой связи задают последствия разрыва. Остановка привода может уменьшить вибрацию, но прекратить нужный теплоотвод; закрытие пути переноса способно изменить накопление вещества. Руководитель исследования и профильный специалист выбирают действие по всей схеме, а координатор безопасности проверяет, остаются ли наблюдаемыми критические состояния. Предпочтение получает изменение с понятным механизмом и проверяемым результатом. Если ожидаемая польза зависит от сразу нескольких неподтверждённых связей, вмешательство остаётся недостаточно обоснованным, даже когда его название звучит как нейтрализация.

Признаки остановки относятся не только к одному каналу. Ими становятся непредусмотренное сочетание процессов, ускорение изменения, распространение за согласованную границу, потеря независимого контроля и отклонение защитной системы от разрешённого режима. Оператор переводит установку в предусмотренное состояние, сохраняющее необходимые функции. Хранитель данных фиксирует последнюю достоверную конфигурацию и момент каждой команды. После остановки проверяют, не возникла ли другая ветвь каскада, которую прежняя схема считала несущественной.

Учебная реконструкция

В вымышленном помещении световой индикатор мигает, лёгкая лента движется, камера прерывает запись, а температура корпуса повышается. Сначала события связывают с единым неизвестным полем. Журнал показывает изменение режима вентиляции и общей электрической линии; автономная камера сохраняет запись, а движение ленты следует за воздушным потоком. Температурная задержка согласуется с теплообменом корпуса. Эта реконструкция не требует утверждать, что все смешанные события обычны. Она демонстрирует, как одна проверяемая сеть заменяет неопределённое объединение признаков.

Если часть проявлений остаётся необъяснённой, схема сокращает пространство задачи. Установленные связи сохраняют, неподтверждённые помечают, а следующую серию направляют на наиболее различающий узел. Итогом может быть несколько механизмов с разной уверенностью, а не единый ответ. Такая структура полезна и для управления: ограничение подтверждённого пути воздействия возможно раньше окончательной теории, если собственные риски ограничения оценены. Научное объяснение и практический контроль связаны, но не обязаны завершаться одновременно.

Глава 31

Образцы и сохранение исследуемого состояния

Что именно сохраняется

Образец является частью процесса, перенесённой в другую исследовательскую ситуацию. Удаление с места меняет окружение, опору, освещение, температуру, газообмен или другие связи. Поэтому выражение «сохранить объект неизменным» недостаточно определённо. Нужно назвать свойства, которые важны для следующего вывода: состав, структуру, распределение компонентов, форму поверхности или временную динамику. Если неизвестно, какая связь поддерживает наблюдаемое состояние, сначала предпочтительна регистрация на месте в пределах допустимого режима. Перенос не считается способом по умолчанию доставить аномалию в более удобную лабораторию.

Авторский протокол разделяет три задачи: ограничить воздействие на людей и среду, сохранить научно значимые свойства и доказать происхождение материала. Эти задачи могут конфликтовать. Безопасная обработка способна разрушить исследуемый признак; оптимальное аналитическое хранение может не соответствовать условиям удержания. Решение принимает компетентная группа до отбора. Отказ от образца при сохранении качественных наблюдений является полноценным исходом, если безопасный и научно содержательный путь обращения не установлен.

Условия допуска

Руководитель формулирует вопрос анализа и объясняет, почему он не решается уже имеющимися данными. Профильный специалист оценивает предполагаемые свойства и опасности, принимающая лаборатория подтверждает доступные процедуры, координатор безопасности проверяет обращение на всех этапах. В биологическом контексте BMBL связывает риск с агентом, материалом и самой деятельностью; изменение методики способно изменить необходимые меры [44]. Такой принцип не даёт универсального разрешения обращаться с любым неизвестным веществом: он требует конкретного описания задачи и возможностей учреждения.

До отправки согласуют идентификаторы, ожидаемое состояние, допустимый контейнер и ответственного получателя. Условия перевозки и обязательные требования определяются компетентными специалистами по реальной категории материала и применимой юрисдикции. В книге они не заменяются условной маркировкой «аномальный образец». Если исходных данных недостаточно для назначения допустимого обращения, дальнейший отбор приостанавливают. Неизвестность не исчезает после помещения предмета в закрытую коробку; она просто переносится к другому человеку, если не описана явно.

Цепочка происхождения и преобразований

На месте каждому образцу назначают устойчивый идентификатор и связывают его с общей записью участка. Фиксируют время, положение, ориентацию, наблюдаемое состояние, исполнителя и основание выбора именно этой части. Изображение должно показывать связь с исходным объектом, когда такая регистрация возможна без дополнительного риска. Разделение на порции создаёт дочерние идентификаторы с сохранённой связью. Переименование файла или лабораторная внутренняя нумерация не должны обрывать эту историю.

При каждой передаче отмечают отправителя, получателя, время и фактическое состояние упаковки. Несоответствие не исправляют молча: его описывают как отдельное событие. В журнал включают изменение режима хранения, обработку, открытие, разделение и расходование материала. Важна последовательность преобразований, а не только список владельцев. Если измерение проводилось после обработки, результат относится к обработанному состоянию; предположение о состоянии до неё требует отдельного основания.

Контрольную схему подбирают по возможному источнику примеси или изменения. Контроль тары показывает вклад контейнера, контроль переноса — часть событий пути, контроль подготовки — воздействие лабораторной процедуры. Повторные порции полезны для проверки неоднородности, но не являются независимыми исходными объектами. Содержание и число контролей обосновывают задачей и допустимостью действий. Большое число проб не компенсирует отсутствие записи о том, откуда они получены и как изменялись.

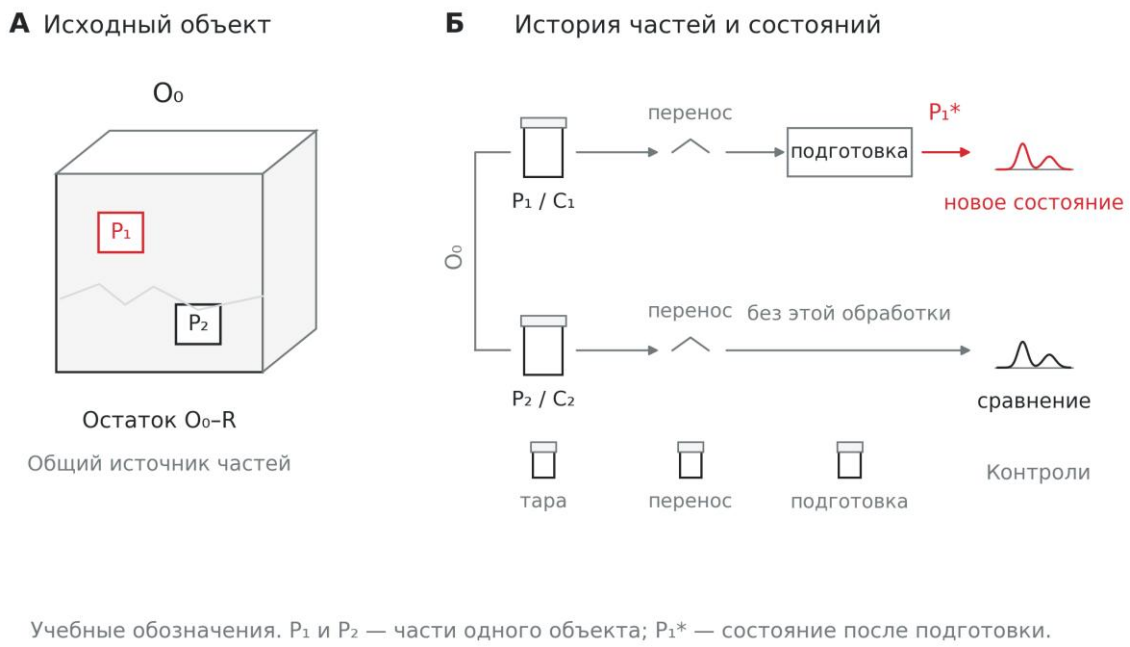


Рисунок 22. Карта образца, дочерние части и изменения состояния. Учебная карта одного исходного объекта O_0, дочерних частей P_1 и P_2 и остатка O_0–R. История сохраняет связь каждой части с контейнером, переносом и последующим состоянием. P_1* обозначает часть после подготовки, а схематические значки отклика не являются спектральными данными. Контроли тары, переноса и подготовки относятся к разным этапам. Две части одного объекта не превращаются в независимые исходные объекты; способ обращения с неизвестным материалом рисунком не задаётся.

Безопасная обработка и сохранение признаков

ВОЗ подчёркивает необходимость выбора и подтверждения процесса обеззараживания для конкретных условий; свойства материала и фактическое выполнение влияют на результат [39]. В исследовательской цепи поэтому различают заданный процесс, свидетельство его выполнения и проверку эффективности. Внешняя чистота не заменяет последнюю. Одновременно документируют, какие аналитические свойства обработка могла изменить. Сохранение доказательств не требует отказа от необходимой безопасности; оно требует честного обозначения утраченных возможностей вывода.

Если гипотеза относится к переходному состоянию, полезен проект синхронной регистрации до отбора, во время разрешённого переноса и после приёма. Временные метки описывают не только часы, но и фактические события: изменение опоры, закрытие контейнера, начало измерения. Такая последовательность позволяет отличить исчезновение эффекта при переносе от его естественного затухания, если данных достаточно. Само исчезновение не доказывает привязанность явления к месту: причиной могли стать изменившиеся условия или потеря чувствительности наблюдения.

Остановка и итог материала

Операцию останавливают при нарушении удержания, неожиданном изменении образца, несоответствии согласованным условиям или утрате возможности безопасного приёма. Если проблема состоит в идентификации, материал не переименовывают догадкой, а сохраняют как объект с нарушенной прослеживаемостью до решения. Если продолжение создаёт угрозу, действия определяет установленный план реагирования. Хранитель данных фиксирует, какие записи

остаются достоверными; руководитель не требует продолжить перенос только ради завершения серии.

Учебный сценарий: необычный налёт теряет цвет после доставки, а лабораторный анализ обнаруживает только обычные компоненты. Без истории этот исход кажется опровержением исходного наблюдения. Полная цепочка показывает изменение освещения, состояния поверхности и обработку перед анализом. Корректное заключение говорит, что исследованное состояние не воспроизводит исходный признак, и перечисляет возможные причины. Проверка первоначального цвета сохраняется как отдельная задача; лабораторный результат не получает силы, которой выбранный путь обращения не мог обеспечить.

Конечный статус образца включает местонахождение, условия дальнейшего обращения, остаток, разрешённые исследования и ответственного хранителя. Уничтожение, передача или длительное хранение являются самостоятельными решениями с документированным основанием. Архив данных может сохранять научную ценность и после утраты материала, если он позволяет восстановить пределы вывода. Хорошая цепочка хранения не делает неизвестный образец безопасным сама по себе; она делает видимыми изменения, ответственность и те вопросы, на которые ещё можно ответить.

Реестр выходящих предметов

Граница учёта шире списка научных образцов. После работы место исследования могут покинуть держатель, корпус датчика, упаковка, контрольный материал, съёмный накопитель и остаток подготовки. Их значение определяется возможным путём переноса и состоянием, а не тем, назван ли предмет пробой. В реестр Ж5 включают все предметы, для которых история контакта существенна по профилю случая. Это не основание объявлять любое оборудование загрязнённым: установленный контакт, предполагаемый перенос и отсутствие оценки имеют разные статусы.

До перемещения хранитель сопоставляет инвентарную единицу с исходной записью: идентификатор, комплектность, место использования и наблюдавшиеся изменения. Профильный специалист определяет, какие сведения о состоянии нужны для следующего обращения. Получатель подтверждает возможность принять именно этот предмет в указанной конфигурации. Разрешение лаборатории на одну пробу не распространяется на держатель, остаток или изменённую упаковку. Электронная передача данных рассматривается отдельно от перевозки носителя.

1. Для каждой исходящей единицы записать источник, связанные образцы и операции; новые части получают дочерние идентификаторы.
2. Сопоставить предусмотренный маршрут с текущей картой и условиями приёма. Отдельно отметить операции, уже изменившие исследуемое состояние.
3. При отказе получателя не направлять предмет по импровизированному альтернативному адресу. Пересмотреть дальнейшее обращение с ответственным за текущую конфигурацию.
4. При недостающей единице установить последнюю подтверждённую запись и возможные направления перемещения. Не подменять отсутствие учёта утверждением об исчезновении вещества.
5. Закрывать строку только конкретным статусом: передано с подтверждением, остаётся под назначенной ответственностью, обработано по обоснованной процедуре либо местонахождение не установлено и передано на разбор.

Вымышленный учебный пример: проба П1 принята лабораторией, но её держатель Д1 использовался в другом режиме и не описан в заявке. Положительная запись о П1 не разрешает упаковать Д1 вместе с обычным инструментом. В реестре держатель остаётся отдельной единицей с неоценённым состоянием и назначенным хранителем. Если его дальнейшая проверка не нужна для научного вопроса, это всё равно не отменяет решения о допустимом обращении. Учёт завершается ответственностью за предмет, а не окончанием анализа данных.

Часть VII

Восприятие и информация

Глава 32

Пропавшее время и разрывы воспоминаний

Сообщение «исчезли двадцать минут» содержит несколько возможных утверждений. Человек может не помнить происходившее, считать промежуток более коротким, обнаружить разрыв видеозаписи или увидеть расхождение часов. Эти события требуют разных проверок. Их раннее объединение под названием временной аномалии создаёт ложную общую причину ещё до появления данных. Первой задачей становится точное восстановление вопроса: какая величина изменилась, кто это заметил и с чем её сравнивали. Само переживание заслуживает регистрации независимо от того, удаётся ли подтвердить его предполагаемое объяснение.

Физиологические состояния могут сопровождаться сочетанием ясного переживания, необычных ощущений и ограниченного управления телом. В лабораторной работе Takeuchi и коллег у шестнадцати участников зарегистрировали шесть эпизодов изолированного сонного паралича; полисомнографические данные позволили связать их с особенностями перехода между сном и бодрствованием [46]. Это узкая экспериментальная опора. Она не даёт основания объяснять любым сонным состоянием сообщение о многочасовом отсутствии воспоминаний, тем более считать доказанным исчезновение участка физического времени.

Другая работа сопоставляла поведенческие микросны с одновременными записями мозговой активности, движений глаз и выполнения задачи. Наблюдавшиеся краткие прекращения реакции имели измеряемые физиологические соответствия [47]. Для исследовательского протокола существенен сам способ разделения данных: отчёт участника, наблюдаемое действие и физиологическая запись сопоставляются, но не заменяют друг друга. Неподвижность на видео ещё не устанавливает сон, отсутствие ответа не измеряет память, а пробел памяти не показывает величину расхождения часов.

Четыре независимые линии реконструкции

Авторский протокол начинается после обеспечения помощи человеку и прекращения действий, способных ухудшить его состояние. Руководитель исследования определяет, доступна ли обычная регистрация обстоятельств без дополнительной нагрузки на участника. Координатор безопасности вправе остановить интервью; профильный специалист решает вопросы состояния здоровья в пределах своей компетенции. Оператор фиксирует обстановку, хранитель данных принимает исходные записи. Исследовательская беседа не должна задерживать необходимую помощь или превращаться в проверку способности человека терпеть повторение эпизода.

Первая линия описывает воспоминание: последний уверенно запомненный момент, первый последующий, источник оценки длительности и степень уверенности в каждой детали. Вторая восстанавливает наблюдаемые действия по независимым записям. Третья касается состояния участника и доступных физиологических данных, полученных с согласия. Четвёртая проверяет временные шкалы устройств. Для каждой линии отмечают интервалы достоверного наблюдения, интервалы неопределённости и сведения, появившиеся позднее. Совпадение границ пробелов интересно, но сначала требует проверки общего источника, например отключения питания всех регистраторов.

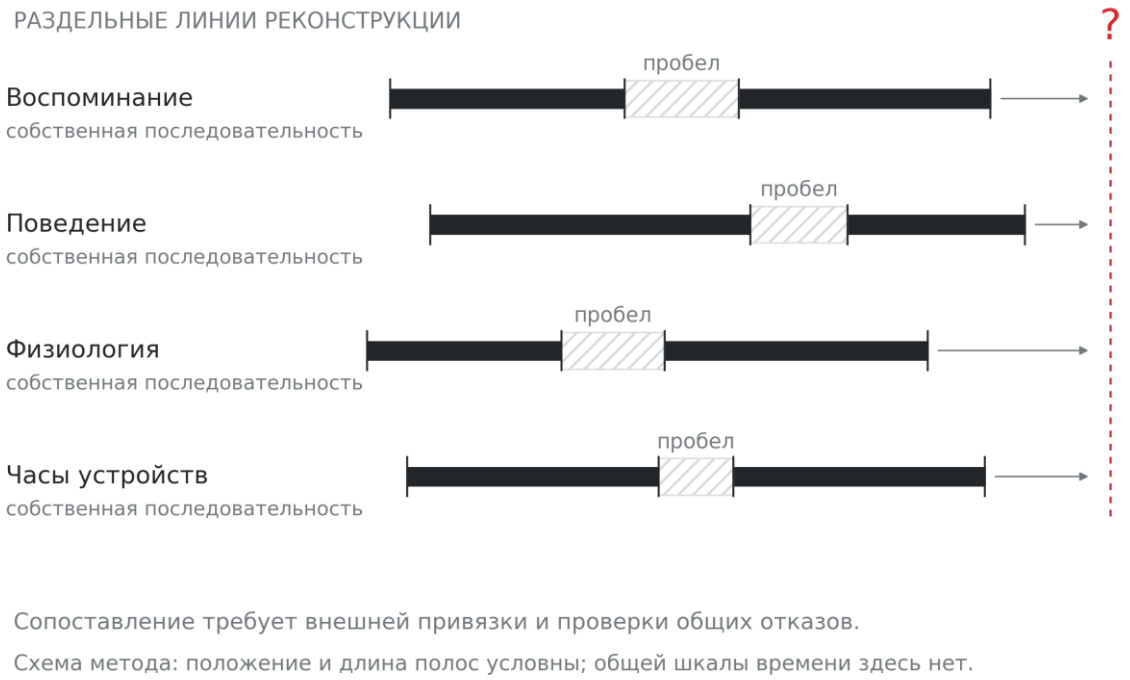


Рисунок 23. Четыре линии реконструкции одного эпизода. Схема метода. Воспоминание, наблюдаемое поведение, физиологическая запись и часы устройств имеют собственный охват. Положение и длина полос условны: рисунок не задаёт длительности пробелов и не устанавливает их одновременность. Красная пунктирная линия отмечает вопрос о внешней привязке и общем источнике отказа, а не подтверждённую связь.

1. Записать первоначальное свободное описание без подсказки предполагаемой причины; сохранить дату и обстоятельства рассказа.
2. Принять оригиналы доступных записей, выяснить способы создания временных меток и обозначить отсутствующие фрагменты.
3. Составить общую хронологию с отдельными дорожками памяти, поведения, физиологии и приборного времени.
4. Передать расхождения профильным специалистам; завершить регистрацию, если продолжение создаёт нагрузку или требует неподготовленного вмешательства.

Опрос нескольких очевидцев проводят так, чтобы сохранить первоначальные индивидуальные версии. Экспериментальные исследования памяти показывают, что обсуждение события способно изменить последующие отчёты участников [1]. Поэтому в протоколе важны не только содержание сообщения и число рассказчиков, но и история обмена сведениями. Повторение чужой детали может быть искренним. Следовательская интонация здесь мешает: исследуется происхождение информации, а не моральная оценка человека. Позднее уточнение не удаляют из архива, а присоединяют с указанием времени и причины изменения.

Учебный разбор

Вымышленный учебный сценарий: сотрудник сообщает, что после короткого отдыха неожиданно оказался на семнадцать минут позже ожидаемого времени. Камера в помещении тоже содержит разрыв. Первое предположение связывает оба факта с одним воздействием. Проверка показывает, что приложение отображает время создания экспортированного фрагмента, а не непрерывную шкалу съёмки. Журнал турникета и независимый регистратор освещения продолжаются без

пропусков. Однако они не фиксируют внутреннее состояние сотрудника, поэтому объяснение видеопробела не объясняет автоматически его переживание.

Результат такого разбора формулируют раздельно. Разрыв в предоставленном видео имеет техническое объяснение; буквальное выпадение времени не подтверждено имеющимися приборами; обстоятельства субъективного промежутка остаются недостаточно определёнными. Дополнительное исследование допустимо только при ясном вопросе и добровольном участии. Предлагать человеку снова нарушить сон ради получения более убедительного случая нельзя. Если доступных материалов недостаточно, завершённым результатом становится карта ограничений, а не искусственно выбранный диагноз или фантастическая версия.

Для физической временной гипотезы нужен положительный приборный результат, который выдерживает проверки, описанные в разделе о времени. Для исследования переживания достаточно корректно поставить другой вопрос: какие условия сопровождали изменение субъективной последовательности. Эти направления могут развиваться параллельно. Их разделение сохраняет достоинство свидетельства и не позволяет ему нести доказательную нагрузку, которой оно не имеет. Итог разбора случая должен показывать, что установлено непосредственно, что реконструировано и какой новый материал действительно способен изменить вывод.

Матрица несовместимых свидетельств

При расхождении рассказов сначала разбивают каждое свидетельство на отдельные утверждения. Для каждого записывают объект, действие, место, интервал и источник знания. «Я видел открытие двери» и «мне сообщили, что дверь была открыта» занимают разные строки. Уверенность свидетеля сохраняется как характеристика рассказа; она не заменяет проверку охвата наблюдения. Первичные версии фиксируют до совместного обсуждения, а последующие изменения связывают с историей получения новой информации.

Утверждение в учебном случае	Доступный материал	Охват и ограничение	Промежуточный вывод
Свидетель А видел вход человека	Первичная запись рассказа	Время оценено по памяти; свидетель указывает интервал в несколько минут, его точность независимо не подтверждена	Сохраняется свидетельство о входе; точный момент неизвестен
Камера не показывает вход	Видео входной зоны	Запись отсутствует между 40-й и 55-й секундами выбранного фрагмента	Отсутствие входа в пропуске не установлено
Датчик двери дал два импульса	Локальная последовательность датчика	Нет подтверждённой связи с общей шкалой; возможен дребезг	Установлены два отсчёта, число проходов не определено
Свидетель Б уточнил время после просмотра	Две версии рассказа	Поздняя версия зависит от показанного видео	Уточнение не является независимым подтверждением

Следующее измерение выбирают по конкретному разрыву. Если ключевой вопрос — число проходов, проверяют чувствительность и правила объединения импульсов датчика. Если требуется порядок относительно внешнего события, ищут независимую временную связь. Повторный опрос после демонстрации всех материалов может помочь понять интерпретацию, но уже не воспроизводит первоначальное независимое наблюдение. Противоречие не устраняется голосованием по числу рассказов.

Условная модель изменения истории обязана задать, какие записи или состояния сохраняются и почему. При полном произвольном изменении всех возможных следов никакая наблюдаемая разница между версиями не определена. При ограниченном изменении появляется задача: сравнить затрагиваемые и сохраняемые каналы, проверить их реальную независимость и вычислить различающий прогноз. Такой постулат отмечают как условный; сам факт несовпадения рассказов не подтверждает его.

Глава 33

Ощущение присутствия и внетелесные переживания

Ощущение чьего-то присутствия может быть определённым даже тогда, когда человек не видит фигуры и не слышит голоса. Внетелесное переживание, напротив, меняет положение, из которого воспринимается собственное тело. В обоих случаях исходным предметом регистрации является организация опыта: где ощущается наблюдатель, чему приписывается действие, какие признаки позволяют говорить о другом существе. Подробное описание помогает исследованию больше, чем немедленное присвоение имени предполагаемому источнику. Уверенность переживания и установленность его внешней причины относятся к разным вопросам.

Экспериментальная работа Ehrsson показала возможность изменить переживаемое положение собственного тела при согласованной манипуляции зрительной перспективой и телесными сигналами [48]. Такой результат даёт способ изучать составляющие самоположения. Он не измеряет отделение сознания от организма и не доказывает тождества лабораторной иллюзии всем спонтанным случаям. Практическая ценность модели заключается в том, что отдельные условия переживания становятся управляемыми и допускают сравнение с контрольным состоянием.

Роботизированные исследования ощущения присутствия используют несогласованность между движением человека и возвращаемыми телесными сигналами. В работе Bernasconi и коллег процедура была связана с особенностями сенсомоторной обработки, в том числе у пациентов с болезнью Паркинсона; дополнительные данные получены в отдельной клинической выборке [49]. Опубликованный в 2026 году объединённый анализ охватил двадцать пять экспериментов, проведённых авторами, с общим числом участников 561 [50]. Это расширяет эмпирическую основу конкретной модели, сохраняя необходимость независимой внешней проверки и осторожного переноса на другие ситуации.

Описание без преждевременного диагноза

Авторская процедура первичного описания разделяет три слоя. Первый — непосредственные качества переживания: направление, расстояние, движение, длительность, телесная локализация. Второй — наблюдаемые внешние события, включая показания приборов. Третий — интерпретация: «наблюдал», «предупреждал», «управлял». Последний слой не исключают из записи, потому что он важен для понимания ситуации, но маркируют как вывод участника.

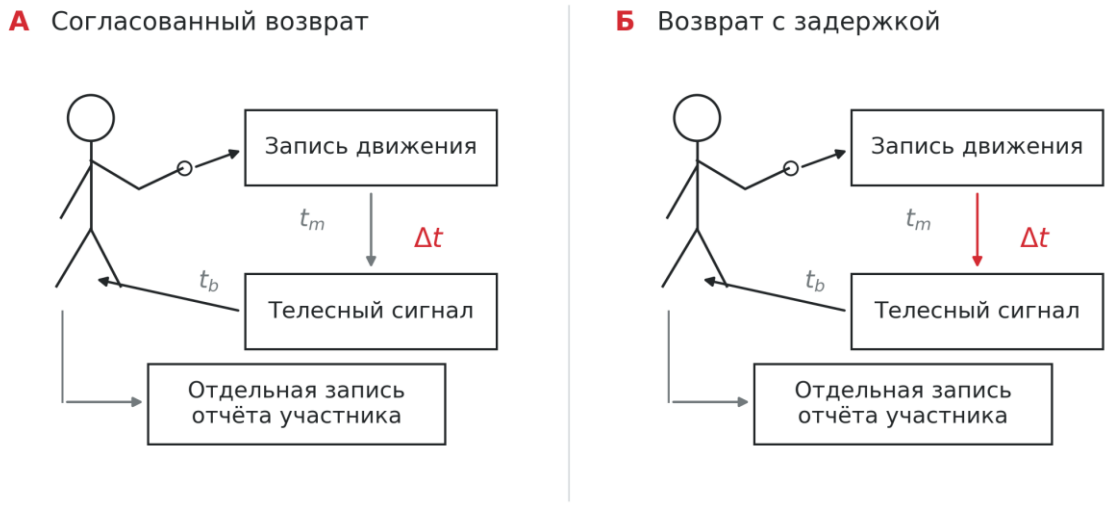
Уточняющий вопрос касается основания этого вывода: какого именно события ожидали бы при его истинности и какого не ожидали бы.

Начальное интервью проводит подготовленный специалист, не обещающий подтвердить сущность или доказать заболевание. Хранитель данных обеспечивает согласованный режим доступа: личные переживания нельзя публиковать вместе с идентифицирующими деталями по умолчанию. При выраженном неблагополучии научная программа уступает место помощи по профильному маршруту. Возобновление исследования требует отдельного решения, а согласие на беседу не означает согласия на экспериментальную индукцию ощущений. Эта граница особенно важна, когда участник одновременно является членом экспедиции и может чувствовать служебное давление.

Контролируемое исследование допустимо при конкретной гипотезе, проверенной безопасности процедуры и возможности остановиться по требованию участника. Метролог фиксирует реальные задержки, перемещения и режимы стимуляции, а не только программные команды. Оператор выполняет назначенную последовательность, по возможности не зная ожидаемого ответа. Оценщик получает отчёты без сведений об условии. Основной показатель определяют заранее: например, частоту заранее описанного переживания, а не произвольно выбранную наиболее яркую фразу. Итогом становится связь между условием и показателем в испытанных пределах.

Что действительно измеряет аппаратура

Физиологический канал полезен, когда отвечает на определённый вопрос о состоянии организма. Он не становится датчиком внешнего субъекта только потому, что реагирует одновременно с переживанием. Точно так же камера подтверждает изменение изображения, но не происхождение ощущения, а роботизированный стенд проверяет сенсомоторную модель, не существование невидимого собеседника. Для каждой записи необходимо указать предмет вывода. Если один канал характеризует движение, другой — отчёт участника, их согласие подтверждает определённое отношение между движением и отчётом, а не произвольную третью сущность.



$\Delta t = t_b - t_m$ — измеряемая задержка; численное значение не задано.

Схема принципа проверки; конструкция конкретного эксперимента не воспроизводится.

Рисунок 24. Сенсомоторная связь и отдельный отчёт участника. Схема метода: согласованный и задержанный возврат телесного сигнала. Δt — фактически измеряемая задержка между движением и возвратом, а не заданное здесь число. Отчёт участника регистрируется отдельным каналом. Рисунок иллюстрирует принцип сенсомоторной проверки и не воспроизводит конструкцию конкретного опыта или внешнюю причину переживания.

Полезной дополнительной проверкой становится разделение присутствия оператора, состояния аппарата и доступности результата наблюдателю. Однако «эффект наблюдателя» нельзя вводить как готовое объяснение любого различия. Сначала описывают, что изменилось физически: звук, время ожидания, движения экспериментатора, последовательность вопросов или обработка записи. Если после контроля остаётся различие, оно требует нового опыта. Замена конкретной переменной словом «сознание» не уменьшает неопределённость и не позволяет выбрать прибор для дальнейшего исследования.

Учебный сценарий и предел вывода

Вымышленный учебный сценарий: участники испытания чувствуют приближение человека за спиной, когда определённый модуль роботизированной системы работает с задержкой. Независимый регистратор подтверждает задержку, а скрытые контрольные сеансы ослабляют первоначальную связь между ощущением и названием режима. Выясняется, что часть участников ориентировалась на характерный звук переключения. После акустического выравнивания эффект уменьшается, но сохраняется в некоторых условиях. Теперь существуют две проверяемые составляющие: доступная подсказка и возможное влияние сенсомоторного рассогласования. Ни одна не позволяет диагностировать человека по его рассказу.

Отчёт должен сохранить обе стадии, включая первоначально завышенную оценку. Если итоговый опыт недостаточно чувствителен, вывод ограничивается неопределённостью, а не заявлением об отсутствии переживания. Если связь воспроизводится, она описывается вместе с условиями, диапазоном и исключениями. Переход к вопросу об агентности требует иной программы: внешнего ответа, заранее определённого информационного содержания и контроля обычных каналов. Так

исследование сохраняет открытость к необычному, одновременно не смешивая описание внутреннего опыта с доказательством самостоятельного действующего источника.

Глава 34

Необычные ощущения в помещениях

Помещение объединяет множество воздействий и ожиданий. Свет, звук, температура, расположение проходов, работа оборудования и рассказ о прошлом места входят в одну ситуацию, хотя не обязаны иметь общую причину. Поэтому жалоба на «тяжёлую атмосферу» становится началом нескольких проверок. Одна относится к известным опасным факторам, другая — к качеству восприятия, третья — к конкретным зарегистрированным отклонениям. Смена впечатления после выхода из комнаты сама по себе не определяет, какая из этих линий объясняет наблюдение.

В проекте Haunt семьдесят девять участников находились в специально устроенной комнате при разных сочетаниях испытанных электромагнитных полей и инфразвука. Авторы не обнаружили ожидаемой зависимости количества необычных ощущений от этих условий; экспериментаторы знали назначенный режим, поэтому исследование не было полностью двойным слепым [51]. В отдельной двойной слепой проверке слабых сложных магнитных полей ожидаемый эффект присутствия также не подтвердился [52]. Эти результаты ограничивают конкретные объяснения, не устанавливая универсальной безвредности любых физических воздействий.

Первичная проверка помещения

Предлагаемый авторский протокол начинается с определения доступности обследования. Координатор безопасности оценивает, какие обычные опасности необходимо исключить до приглашения людей. Профильный специалист выбирает приборы для конкретных факторов; отсутствие подходящего измерителя не заменяют бытовым устройством с неизвестной чувствительностью. Полевые руководства по измерению загрязнителей подчёркивают значение калибровки, селективности и условий работы датчиков [31]. Следовательно, низкое показание имеет смысл только вместе с подтверждением пригодности всего измерительного тракта к данному вопросу.

До включения дополнительного оборудования фиксируют состояние комнаты: работающие установки, положение дверей, освещение, доступные сведения о вентиляции и время наблюдения. Этот перечень не является попыткой собрать всё существующее. Он описывает переменные, способные повлиять на выбранные измерения или безопасность. Затем создают карту точек наблюдения с устойчивыми обозначениями. Перестановка сенсора регистрируется как изменение условий, а не незаметная попытка получить более выразительный график. Периоды отсутствия людей тоже полезны, если аппаратура может работать без участия человека.

Руководитель выбирает основную проверяемую связь. Например, предполагается, что сообщения о давлении совпадают с определённым низкочастотным сигналом. Тогда до просмотра совместных данных задают временное окно совпадения, способ регистрации сообщения и правило оценки акустического события. Расширять окно после неудачи допустимо как разведочный анализ, но результат получает другой статус. Иначе любое ощущение можно связать с ближайшим колебанием, а отсутствие заранее определённой границы делает гипотезу практически неуязвимой для проверки.

Контроль обстановки и ожиданий

Сравнение двух комнат требует большего, чем вывеска «контрольная». Если в одной темнее, холоднее и слышен гул, различие отчётов не выделяет единственную причину. Контроль строят под вопрос: сопоставляют периоды одной комнаты, согласованные безопасные режимы либо помещения с описанными различиями. Когда условия невозможно выровнять, это ограничение включают в вывод. Сильная корреляция в сложной естественной среде может предложить полезную гипотезу, но не становится контролируемым экспериментом благодаря большому числу посетителей.

Исследование ожиданий требует этически приемлемого дизайна. Нейтральная инструкция уменьшает число навязанных образов, но не устраняет предварительную осведомлённость. Её выясняют отдельно, не превращая вопрос в экзамен на правильные убеждения. Открытый рассказ дополняют заранее установленными шкалами, сохраняя возможность ответа «ничего необычного». Нельзя оценивать успех процедуры числом ярких историй. Не менее информативны спокойные сеансы, отказ от участия и случаи, когда приборный сигнал появляется без субъективного события.

Активное изменение среды является новым режимом работы. Для него нужны ограниченный вопрос, проверенная установка и самостоятельное обоснование безопасности; книга не предполагает самодельного облучения или интенсивного акустического воздействия на людей. Оператор прекращает процедуру при выходе условий за согласованные пределы, потере контроля или требовании участника. Если физический фактор можно изучить на безопасном техническом аналоге без человека, сначала используют этот путь. Отказ от лишней экспозиции одновременно уменьшает риск и упрощает измерительную задачу.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: в архивной комнате посетители регулярно ощущают движение за плечом. В первоначальных записях переживания совпадают с гулом вентилятора. После установки независимого регистратора обнаруживается, что сообщения чаще возникают после поворота к яркому экрану, а гул продолжается и в спокойные периоды. Сведения позволяют предложить разные объяснения: зрительные условия, ожидание и механический сигнал. Ни одно ещё не выделено причинно. При безопасном сравнении освещения меняется частота сообщений, однако сохраняются различия между участниками.

Завершённый отчёт такого исследования описывает обнаруженную зависимость и её пределы. Он не объявляет помещение полностью исследованным и не оценивает искренность прежних посетителей. Для эксплуатационного решения отдельно указывают, какие известные опасные факторы проверены компетентными специалистами, какие условия допустимы и кто отвечает за повторное обследование после изменений. Научный результат может оказаться скромнее первоначального рассказа, но полезнее для действия: становится ясно, что изменить, что измерять дальше и каких выводов имеющиеся данные пока не допускают.

Глава 35

Цифровые аномалии и пределы автоматического анализа

Необычный фрагмент файла появляется на последнем участке длинной цепочки: событие воздействует на датчик, сигнал преобразуется, передаётся, сохраняется и анализируется. Ошибка на любом участке способна стать убедительной картиной на экране. Поэтому цифровая аномалия первоначально означает отклонение в данных. Чтобы перенести утверждение во внешний мир,

необходимо восстановить происхождение записи. Особенно осторожно следует работать с результатом, который существует только после сложной обработки и исчезает при обращении к исходному сигналу.

Алгоритм обнаружения сравнивает данные с заданной моделью ожидаемого поведения. Он может быть полезен без знания причины отклонения, но именно поэтому высокий показатель необычности не означает новую физику. Рамка управления рисками ИИ NIST требует оценивать качество в условиях предполагаемого применения, документировать ограничения обобщения и наблюдать за системой после внедрения [53]. Для исследования аномалий это превращается в конкретный вопрос: на каком фоне алгоритм проверяли и почему этот фон соответствует текущей записи.

Два разных уровня проверки

Первый уровень относится к алгоритму: воспроизводит ли программа вычисление, соответствует ли вход установленному формату, сохранены ли версии модели и параметры. Второй относится к измерению: существует ли сигнал на исходном канале, согласуется ли он с независимыми наблюдениями, исключены ли насыщение, пропуски и неверная временная шкала. Исправность вычисления не подтверждает правильность измерения. И наоборот, реальное изменение среды может быть пропущено исправной программой, если её представление обычного состояния не включает нужный класс событий.

Предлагаемый авторский протокол назначает хранителю данных сохранение исходной версии, метрологу — проверку цепочки регистрации, а специалисту по анализу — воспроизводимый вычислительный разбор. Руководитель формулирует назначение системы: ранжирование записей, выдача сигнала оператору или поддержка конкретного решения. Эти функции нельзя незаметно менять. Алгоритм, пригодный для отбора интересных видео, не получает автоматически право инициировать вмешательство. Для опасного решения требуется самостоятельное подтверждение и заранее определённый порядок человеческой проверки.

В испытательный набор включают обычные записи, известные артефакты, безопасно внесённые контрольные сигналы и условия, отличающиеся от обучающих. Искусственный пример должен быть обозначен и отделён от реального наблюдения. Он проверяет способность распознать заданное изменение, а не существование неизвестного явления. Желательно разделить настройку и окончательную оценку: после подбора параметров испытательный набор больше не считается неизвестным разработчику. Повторное улучшение результата на тех же материалах не создаёт нового независимого подтверждения.

Число тревог и смысл точности

Вымышленный учебный сценарий: в десять тысяч фрагментов безопасного испытательного массива внесены десять контрольных событий. Программа находит девять из них и дополнительно выдаёт сто ложных тревог. Чувствительность к внесённым событиям выглядит высокой, однако среди 109 сообщений только девять относятся к целям испытания. Оператору приходится просматривать множество обычных фрагментов. Этот пример показывает, почему одной общей доли правильных ответов недостаточно: необходимы раздельные показатели обнаружения, ложных тревог и затрат на последующую проверку.



Рисунок 25. Девять целей среди 109 тревог. Синтетический учебный пример. Из десяти внесённых целей найдены девять, но среди 109 тревог целевых только девять. Длина каждой полосы нормирована на собственный знаменатель. Исходный массив содержит 10 000 фрагментов; рисунок не оценивает распространённость реальных неизвестных событий.

Порог выбирают относительно назначения, а не привлекательности демонстрации. Для обзорного поиска допустим один объём ручной проверки, для непрерывного дежурства — другой. При неизвестной частоте истинных событий нельзя обещать заранее известную надёжность каждой тревоги. Для нового класса, которого не было в валидированном наборе, чувствительность вообще может оставаться неопределённой. Рабочим ответом системы в таком случае становится запрос проверки или отказ от классификации, а не уверенная подпись с названием неустановленного явления.

Множество каналов и временных окон создаёт множество возможностей получить необычное число. Статистические методы, включая контроль доли ложных открытий, рассчитаны на определённые предпосылки; исходная процедура Benjamini–Hochberg содержит условия для соответствующих статистик [54]. Простое применение формулы не исправляет неверный фон или зависимые повторения одного сигнала. В проекте заранее определяют семейство проверок и способ учёта зависимости. Разведочные находки сохраняют, но для утверждения о закономерности запрашивают новые данные.

Когда автоматизацию останавливают

Признаками потери пригодности служат изменение формата входа, неизвестная версия модели, пропуски обязательных каналов, выход за испытанный диапазон и резкий рост необъяснённых тревог. Это основания остановить автоматическое принятие решений, сохранив регистрацию, если она остаётся безопасной. Оператор отмечает момент переключения; специалист проверяет причину на копиях. Нельзя незаметно подавить тревоги новым фильтром и затем использовать тишину как свидетельство исчезновения воздействия. Изменение фильтра меняет наблюдение, а не обязательно исследуемую среду.

Итоговый разбор должен связать каждую тревогу с исходной записью, версией обработки и решением проверяющего. Отдельно перечисляют пропущенные контрольные события, неопределённые случаи и интервалы отсутствия пригодных данных. Генеративное улучшение изображения допускается как иллюстрация только с явной маркировкой; созданные детали не возвращаются в доказательный материал. Научная сила цифровой системы определяется

проверяемостью её выводов. Чем сложнее обработка, тем важнее сохранять возможность пройти обратный путь от впечатляющего результата к измеренному сигналу.

Глава 36

Кажущаяся агентность и проверка осмысленного ответа

Последовательность сигналов начинает выглядеть обращением, когда наблюдатель узнаёт в ней ответ на собственное действие. Однако ответ и совпадение различаются не эмоциональной убедительностью, а условиями проверки. Для класса AG предметом исследования становится управляемая связь между входной информацией и наблюдаемым выходом. При этом происхождение управляющей системы, наличие сознания, намерение и возможная опасность остаются отдельными вопросами. Даже достоверно установленная обработка сообщения ещё не позволяет приписать источнику человеческие мотивы или объявить его самостоятельным существом.

Начать следует с пассивного описания. Записывают полный поток доступных сигналов, действия присутствующих и условия регистрации, включая периоды, когда ничего похожего на ответ не происходило. Выделять только удачные эпизоды нельзя: без остальных неизвестна возможность случайного совпадения. Затем описывают правило распознавания. Если оно меняется для каждого случая, гипотеза пока не готова к подтверждающему опыту. Это допустимая исследовательская стадия, но её результаты нельзя представлять как проверку уже существовавшего кода.

От узнаваемого образа к проверяемому коду

Предлагаемый авторский протокол требует заранее определить алфавит выходных событий. Например, регистрируются две различимые формы импульса, а все остальные сигналы относятся к отдельной категории неопределённости. Задают допустимое окно ответа, правило обращения с несколькими ответами, молчанием и неполной записью. Код закрепляется до подтверждающей серии. Такое разделение заранее предсказанного результата и последующего толкования соответствует назначению предварительной регистрации [4]. Смена кода после просмотра допускается для построения новой гипотезы, которая затем проверяется на другом материале.

Следующий вопрос касается входа. Что именно мог получить предполагаемый источник: световой стимул, цифровое сообщение, движение человека или обычный звук? Утверждение о понимании смысла требует испытаний, которые отличают смысловую зависимость от реакции на внешнюю форму. Если на любое громкое слово следует импульс, проверено акустическое соответствие, а не понимание вопроса. Если разные формулировки должны вызывать одинаковый ответ, набор таких формулировок и правила их оценки определяют заранее. Положительный результат сначала характеризует наблюдаемую функцию.

Условия допуска и распределение ролей

Активная передача сообщения допустима только после отдельной оценки воздействия. Попытка общения может одновременно стать физическим вмешательством: включением излучателя, изменением режима оборудования или приближением человека. Отсутствие доказанной агентности не отменяет обычных опасностей этих действий. Руководитель формулирует ограниченную задачу; координатор безопасности проверяет выбранный канал и условия прекращения; метролог подтверждает различимость выходных событий. Если безопасный способ подачи входа неизвестен, работа остаётся в режиме регистрации и анализа имеющихся последовательностей.

При подтверждающей проверке полезно разделить знание задания и оценку результата. Один участник хранит перечень целевых сообщений, другой получает обезличенные выходные записи. Оператор не подсказывает правильный ответ положением устройства, интонацией или изменением задержки. Хранитель данных фиксирует версии материалов и время их открытия. Защита записей должна охватывать происхождение и целостность; контрольная сумма сама по себе не доказывает, что до её вычисления не произошло подмены [6]. Поэтому проверяют весь маршрут информации.

Контроль утечек включает доступные обычные связи, сведения в служебных файлах, общие экраны, сетевые сообщения и действия людей. Цель такого анализа — найти способы, которыми правильный ответ мог появиться без заявленного механизма. Это не обвинение участников. Напротив, заранее согласованная проверка защищает исследование от последующего спора о намерениях. Если обнаружена утечка, соответствующая серия теряет подтверждающий статус независимо от того, воспользовался ли ею кто-либо сознательно. После устранения причины необходим новый материал.

Условная модель и учебный пример

Условная модель: некоторый неизвестный процесс способен выбирать один из двух ответов в зависимости от переданного задания. Из этого допущения следуют проверяемые различия между сериями с доступным заданием, без задания и с контрольной передачей. Оно не предполагает телепатию, доброжелательность или враждебность. Если ответы зависят только от расписания, модель информационной зависимости ослабевает. Если зависимость выдерживает новые задания, остаётся выяснить, какой материальный или технический путь её обеспечивает. Проверка функции предшествует интерпретации носителя.

Вымышленный учебный сценарий: терминал без видимого сетевого соединения выдаёт правильные символы после предъявления оператору карточек. Первые наблюдения выглядят как чтение скрытой информации. В подтверждающей серии карточки выбираются после фиксации исходного состояния терминала, а оператор и оценщик разделены. Успех исчезает. Проверка обнаруживает, что первоначальный порядок карточек совпадал с сохранённой тестовой последовательностью. Это объясняет данный способ получения ответов. Другие записи не удаляются, но требуют самостоятельного разбора вместо переноса на них уже найденной причины.

Если подтверждение сохраняется, отчёт сообщает точную задачу, число всех попыток, правила оценки, неопределённость и проведённые контроли. Нельзя заменять это формулой «источник захотел ответить». Отказ от ответа может быть наблюдением, но не универсальным объяснением любого отрицательного результата. Гипотеза, которая считает подтверждением и ответ, и молчание, теряет различающую силу. Её дальнейшая разработка должна предложить новые ограничения, а не расширять набор допустимых исходов без предела.

Работу прекращают при потере контроля над каналом, нарушении согласованного протокола или изменении состояния участников. Итогом становится оценка информационной зависимости в конкретных условиях, а не назначение источнику личности. Такая дисциплина сохраняет возможность серьёзного исследования даже необычно организованного поведения. Она также защищает группу от опасной ошибки: принимать собственную интерпретацию намерения за надёжное основание для приближения, вмешательства или доверия неизвестному сигналу.

Информационная зависимость без предположения об агенте

Исследуемая зависимость может проявляться без ответа на вопрос или диалога. В условной модели физический показатель меняется при записи, предъявлении, доступности или интерпретации информации. Эти варианты имеют разные причинные структуры. Запись файла меняет работу

носителя; показ изображения меняет свет; чтение влияет на действия человека. Прежде чем вводить дополнительную связь, описывают каждую из этих обычных цепей и её измеримые признаки.

Рабочая схема различает физический носитель P, заранее определённую категорию содержания S и доступ оператора A. Категория S устанавливается до опыта по независимому правилу. Задания для подтверждения не используются при подборе категории и параметров. Физические признаки материала — яркость, длительность, объём файла, расположение символов — описываются отдельно; их приблизительное уравнивание не даёт права объявить все физические различия устранёнными.

Факторный план позволяет изменять несколько условий и оценивать их сочетания. В стандартном двухуровневом плане для трёх факторов рассматривают восемь комбинаций; порядок в таблице плана отличается от фактического случайного порядка испытаний [59]. Ниже приведена авторская учебная схема. Значения показателя заданы формулой исключительно для объяснения расчёта и не являются экспериментальным свидетельством информационного воздействия.

$$Y = 10 + 2P + A + 1.5SA$$

P	S	A	Заданный показатель Y
−1	−1	−1	8,5
+1	−1	−1	12,5
−1	+1	−1	5,5
+1	+1	−1	9,5
−1	−1	+1	7,5
+1	−1	+1	11,5
−1	+1	+1	10,5
+1	+1	+1	14,5

В этой конструкции усреднённое различие между уровнями S равно нулю, однако оно зависит от A. При A = +1 переход S от −1 к +1 изменяет Y на +3, а при A = −1 — на −3. Поэтому усреднение по доступу оператора способно скрыть взаимодействие факторов. Числа не содержат модели измерительного шума; по восьми заданным значениям нельзя оценить экспериментальную значимость. Для испытания нужны повторные блоки, новые материалы и заранее выбранная модель вариации.

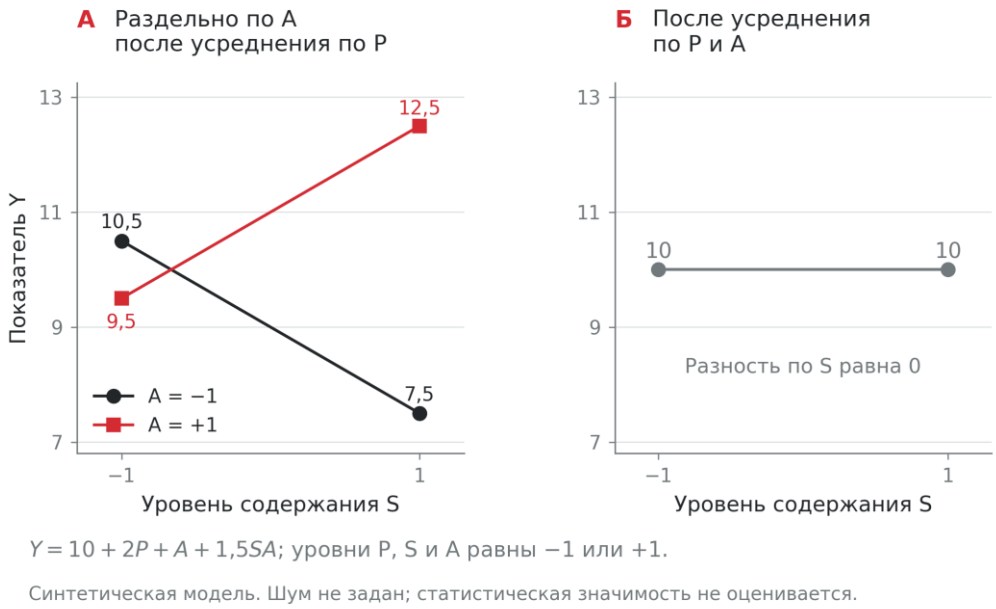


Рисунок 26. Взаимодействие, исчезающее при усреднении. Синтетическая факторная модель Y = 10 + 2P + A + 1,5SA. Слева показаны средние по P при раздельных уровнях A; справа — средние по P и A. Противоположные изменения по S взаимно сокращаются. Модель шума не задана, поэтому рисунок не показывает экспериментальную значимость и не подтверждает информационный механизм.

Если A = +1 означает доступ к содержанию, зависимость в этой ветви допускает обычное поведенческое объяснение: оператор иначе действует с установкой. Такая версия сама по себе не объясняет всю таблицу: отдельно требуется объяснить контраст S при A = −1, то есть без доступа. Его проверяют регистрацией действий, переносом исполнения на независимого оператора и конфигурацией, в которой содержание раскрывается после завершения физических действий. Запись анализа и распределение заданий должны исключать изменение категории по уже увиденному результату. Каждая из этих проверок касается определённого пути влияния; их результаты сохраняются раздельно.

Условный закон связи и перенос на новые задания

Авторская гипотеза дополнительной связи может вводить член βS в измерительную модель, но обязана определить, кто и каким правилом присваивает S. Слово «смысл» без такого правила оставляет параметр неоперациональным. Если два заранее квалифицированных оценщика расходятся, протокол должен предусматривать отдельную категорию неопределённости или независимое правило разрешения до просмотра физического результата. Исключать неудобные задания после измерения нельзя в рамках исходной подтверждающей серии.

Проверка состоит из трёх переносов. Сначала меняется формулировка внутри заранее заданной категории; затем используются новые физические носители; затем содержание раскрывается другому участнику при сохранении процедуры. Для каждого переноса рассчитывается прогноз собственной модели и обычных альтернатив. Если эффект следует за конкретной программой отображения, а не за заранее заданной категорией, исследование возвращается к устройству отображения. Если зависимость сохраняется, результат формулируют через найденные условия, размер и неопределённость, не приписывая источнику сознание или намерение.

В деле 5 показано заполнение плана для информационной зависимости и проверка на новых заданиях. Подобные схемы дают язык для исследования условных эффектов. Они не устанавливают существование отдельного природного механизма, реагирующего на содержание.

Часть VIII

Организация исследования

Глава 37

Исследовательская группа и распределение ответственности

Группа становится исследовательской системой в тот момент, когда её участники понимают не только собственные задачи, но и границы чужих решений. Наличие сильного физика, врача и инженера не устраняет организационных разрывов. Один может считать, что другой подтвердил безопасность, а другой — что полученное разрешение относилось только к пассивной записи. Поэтому общая цель переводится в описание текущего режима, допустимых действий и условий его прекращения. Эти сведения должны быть доступны до начала работы, а не восстанавливаться после инцидента.

Инженерные руководства рассматривают требования, проверку выполнения и подтверждение пригодности как связанные, но разные задачи [5]. В предлагаемой здесь организации они соответствуют трём вопросам: что группа намерена установить, выполняет ли установка предусмотренную процедуру и позволяет ли результат сделать нужный вывод. Ответственность за эти вопросы нельзя растворять в коллективной уверенности. Руководитель исследования сводит их в единое решение, сохраняя письменные основания и замечания специалистов. Его полномочие координировать работу не означает право отменить измерительный факт или скрыть возражение.

Функции и право остановки

Координатор безопасности проверяет сценарии ухудшения и располагает правом остановки независимо от научной привлекательности результата. Метролог отвечает за соответствие измерительной задачи возможностям аппаратуры и за существенные ограничения данных. Оператор выполняет утверждённую последовательность и сообщает об отклонениях. Хранитель данных или образцов обеспечивает происхождение, сохранность и передачу материалов. Профильный специалист оценивает вопросы, требующие специальной компетенции. В небольшой группе функции могут совмещаться, но совмещение не должно устранять независимую проверку действия, от которого зависит безопасность.

Решение	Ответственный	Обязательная проверка
Начало режима	Руководитель	Задача, ресурсы и ограничения
Пригодность измерения	Метролог	Диапазон, неопределённость, контроль
Остановка	Координатор безопасности	Согласованный безопасный переход
Целостность материалов	Хранитель	Происхождение и доступ

Подготовка к сеансу заканчивается кратким разбором вслух. Оператор воспроизводит план собственными словами; метролог называет признаки непригодных данных; координатор объясняет, какое событие требует остановки и что именно следует после команды. Простое повторение слова «стоп» недостаточно. Для одной установки прекращение подачи энергии снижает риск, для другой необходимо сохранить защитную функцию. Поэтому безопасный

переход проектируется заранее под систему. Если он неизвестен, режим контролируемого вмешательства не считается подготовленным.

Общая зависимость способна разрушить внешне убедительное резервирование: несколько элементов могут отказать из-за единственной причины [7]. Организационный аналог возникает, когда все решения опираются на сообщение одного человека или один экран. Группа должна знать, какие сведения действительно проверены независимо, а какие только повторены разными участниками. Два согласных эксперта, прочитавших один и тот же неполный отчёт, не образуют две независимые линии наблюдения. Независимость относится к происхождению аргумента, а не к числу должностей.

Процедура допуска к работе

Входными условиями служат зарегистрированная задача, назначенные роли, доступный профиль опасности, работоспособные обязательные каналы и подготовленный порядок завершения. Руководитель проверяет наличие ресурсов на весь сеанс, включая восстановление безопасного состояния. Координатор подтверждает границы доступа. Метролог фиксирует исходную конфигурацию. Хранитель проверяет, что записи действительно сохраняются и могут быть найдены. После этого оператор получает разрешение на конкретную последовательность. Разрешение не распространяется на любые действия, которые покажутся полезными в ходе наблюдения.

Любое существенное изменение проходит короткий отдельный цикл решения. Его инициатор описывает цель, ожидаемую пользу, новые зависимости и способ отмены. Специалисты указывают, какие прежние основания остаются действительными. Решение может быть положительным, отрицательным либо отложенным до получения данных. Отложенное решение является нормальным рабочим исходом. Оно особенно важно, когда изменение одновременно влияет на чувствительность и опасность: повышение мощности прибора нельзя объяснить одной лишь необходимостью получить более красивую запись.

При смене дежурства передают не только журнал событий, но и фактическое состояние системы. Указывают открытые вопросы, временные обходные решения, неисправные каналы и операции, которые запрещены до проверки. Принимающий оператор подтверждает, что понял ограничения. Если передача не состоялась, автоматическое продолжение сложного режима создаёт неопределённость ответственности. Для длительного наблюдения заранее назначают владельца уведомлений и допустимый срок реакции по конкретному сценарию; универсальное время ответа для всех неизвестных процессов не устанавливается.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: во время ограниченного исследования исчезает контрольная временная шкала, а основной канал продолжает показывать интересные всплески. Руководитель предлагает закончить оставшуюся серию. Метролог сообщает, что события больше нельзя надёжно сопоставлять, а оператор замечает незапланированный перезапуск управляющего модуля. Координатор переводит установку в заранее определённый безопасный режим. Хранитель сохраняет незавершённый сеанс без объединения с прежними данными. После восстановления группа обсуждает новый запуск, а не задним числом объявляет прежний корректным.

Итог работы группы выражается в проверяемом решении: сеанс выполнен в заявленных условиях, прекращён по определённой причине или признан непригодным для части выводов. Остановка не считается личным поражением оператора, а признание ошибки — нарушением лояльности. Вместе

с тем доброжелательная атмосфера не заменяет дисциплину учёта: отклонение должно иметь запись, последствия и ответственного за исправление. Именно сочетание ясных полномочий и возможности сообщить неудобный факт делает сложное исследование устойчивым.

Ресурс, который должен пережить сеанс

Ресурсный лист строят по поддерживаемым функциям. Для каждой записывают доступный остаток, способ его определения, расход следующего действия, потребность завершения и существенную неопределённость оценки. Энергия, свободная память, исправность опоры, компетентный персонал и возможность принять материал не заменяют друг друга. Избыток накопителя не компенсирует отсутствие оператора, а запасная батарея без подтверждённой совместимости ещё не является доступным резервом.

До разрешения следующего блока руководитель проверяет каждую обязательную строку формы Ж4. Достаточность означает, что предусмотрены и блок, и допустимый переход после него. Если ресурс завершения зависит от неизвестного состояния, это ограничение нельзя скрыть произвольным процентом запаса. Требуется уточнение, изменение задачи либо отказ от нового блока. Пополнение оценивается как операция: возможно ли оно без утраты необходимой функции, кто его выполняет и какие характеристики заменённого узла придётся подтвердить.

Вымышленный расчёт учебной модели: доступный остаток энергии регистратора составляет 8 условных единиц. Следующая серия требует 4, предусмотренное завершение — 3, а учитываемый по условиям упражнения разброс расхода — ещё 2. Сумма 9 превышает остаток. Новая серия не разрешается; переход, для которого нужно 3 + 2 = 5 единиц, ещё обеспечен. Эти числа описывают только задачу упражнения. Реальный расход, неопределённость и допустимый порядок завершения определяются для конкретной конфигурации, а не заимствуются из примера.

При передаче смены показывают состояние, которое существует сейчас, вместе с открытыми командами и ресурсными ограничениями. DOE-HDBK-1226-2019 рекомендует поддерживать лист передачи актуальным в течение смены и проверять его полноту перед передачей [63]. В форме Ж4 принимающий повторяет своими словами ближайшее обязательное действие, функции, которые должны сохраниться, и запреты. Уведомление о принятии роли имеет собственную запись. Если принимающего нет, продолжение длительного режима не считается обеспеченным только потому, что аппаратура ещё работает.

Пять безопасных тренировок

Предлагаемая программа выполняется на бумаге, в программной модели либо на заранее проверенном безопасном стенде. Она проверяет совместное решение, а не устойчивость человека к опасному воздействию. Организатор заранее задаёт конфигурацию, роли, действующие инструкции, критические ошибки и способ прекращения самого упражнения. Реальные службы не получают ложных вызовов: их роль выполняет обозначенный участник. Люди не прячутся в недоступных местах, опасные источники не включаются, а технический отказ моделируется карточкой или безопасной тестовой функцией.

Для каждой тренировки сохраняют вводную, фактическую последовательность, документы команды и заключение оценщика в форме Ж6. Оценка имеет три значения: выполнено без подсказки, выполнено после подсказки, не выполнено. Критическое действие, выполненное только после подсказки, ещё не подтверждает готовность к самостоятельной работе. Общий средний балл не перекрывает такую ошибку. Рекомендация регулярно разбирать и тренировать аварийные планы

имеется в OSHA для его предметной области [64]; сценарии ниже являются авторской учебной программой, а не удостоверением профессиональной квалификации.

Тренировка 1. Тишина на неисправном канале

- Вводная. На экране условного оптического стенда появляется ноль. В карточке канала указано: последний пригодный пакет был до перехода режима; текущий статус — недостоверные данные. Второй независимый канал сохраняет отклик. Организатор передаёт запрос руководителя открыть ранее ограниченный участок.
- Ожидаемые решения. Оператор отделяет показание от состояния канала, метролог запрещает вывод о затихании по этой записи, координатор сохраняет зависящее от неё ограничение. Хранитель отмечает интервал непригодности. Команда выбирает доступную штатную проверку тракта, не создавая исследуемое воздействие заново.
- Оценивание. Нужны запись причины недостоверности, указание пригодного остаточного наблюдения и отказ от необоснованного снятия ограничения. Критическая ошибка — разрешить доступ на основании нуля либо скрыть неудобный второй канал.
- Повторный допуск. После разбора участник проходит изменённую вводную: иной интерфейс и пропуск вместо нуля. Оценщик подтверждает самостоятельное различение отсутствия эффекта и отсутствия пригодных данных; руководитель отдельно решает реальный допуск к соответствующей роли.

Тренировка 2. Потерянная общая шкала

- Вводная. Два журнала содержат исправные локальные номера и сопоставленные сообщения, но внешние часы одного узла сброшены. Организатор предлагает расположить все события по отображаемому времени и продолжить опыт, требующий известной задержки управления.
- Ожидаемые решения. Хранитель сохраняет исходные метки и обозначает новый сеанс часов. Метролог строит только подтверждённые связи порядка; команда перечисляет пары с неизвестной последовательностью. Зависимый опыт не продолжается по прежнему разрешению. Пригодные локальные данные сохраняются для ограниченного анализа.
- Оценивание. В отчёте должны различаться порядок, длительность и причинное объяснение. Критическая ошибка — исправить часы задним числом так, чтобы исчез разрыв, либо объявить несопоставленные события одновременными.
- Повторный допуск. Участник решает новую короткую хронологию без общей шкалы, объясняет каждую добавленную связь и называет условия возврата к управлению. Оценщик проверяет не совпадение красивого графика, а происхождение всех выводов.

Тренировка 3. Участник не учтён

- Вводная. По сценарию один участник не отвечает; последнее подтверждение относится к прежней версии карты. Сам человек находится в известной организатору безопасной учебной позиции. Одновременно приходит предложение доснять редкий эпизод. Назначенный связной имеет контакт участника, играющего внешнюю службу.
- Ожидаемые решения. Команда переходит к карте реагирования, сверяет учёт людей, сообщает факты и неопределённость положения, прекращает мешающие научные действия. Передаются текущая карта и сведения о поддерживающих функциях. Исследователь не организует импровизированный вход по утратившему основание маршруту.

- Оценивание. Проверяются фактическая доставка сообщения, разделение подтверждённого и предполагаемого, назначение обновлений и отсутствие задержки ради регистрации. Критические ошибки — фиктивная отметка «все учтены» или самостоятельное продолжение маршрута, для которого условия больше не подтверждены.
- Повторный допуск. После исправления формы и распределения ролей разыгрывается другой случай: связь восстановилась, но положение участника ещё не подтверждено. Успех требует правильного обновления статуса, а не автоматического объявления завершения реагирования.

Тренировка 4. Повтор опаснее неопределённости

- Вводная. В модели платформы отправлена команда относительного перемещения на один шаг. Подтверждение исполнения потеряно; после перезапуска интерфейс показывает прежний кадр. Очередь предлагает отправить команду снова. Физического перемещения реальной установки в этом упражнении нет.
- Ожидаемые решения. Оператор блокирует автоматическое продолжение предусмотренным способом, сохраняет незавершённую команду и запрашивает состояние нового сеанса. Команда различает отправку, приём, исполнение и наблюдаемый результат. Старый кадр маркируется как архивный; неизвестность исполнения не устраняется повтором.
- Оценивание. В форме ЖЗ должны остаться идентификатор команды, сеанс адресата, неизвестный этап и основание следующего действия. Критическая ошибка — повтор относительного шага без выяснения состояния либо автоматическое восстановление прежней очереди.
- Повторный допуск. Оценщик меняет вводную на команду задания конечного состояния и проверяет, что участник всё равно оценивает фактические условия, полномочие и побочные эффекты. Знание слова «идемпотентность» не заменяет проверки применимости конкретной команды.

Тренировка 5. Смена на границе ресурса

- Вводная. Используется расчёт 8, 4, 3 и 2 условных единиц из ресурсного примера. Одновременно заканчивается дежурство. В модели отдельная поддерживающая функция должна сохраняться при завершении записи; отключение всей системы нарушает условие упражнения. Принимающий оператор сначала не знает о неподтверждённой команде.
- Ожидаемые решения. Новый блок не запускают. Выполняют обеспеченный переход с сохранением указанной функции, передают реальный остаток, открытые команды и ближайшее обязательное действие. Принимающий подтверждает ограничения; передающий не снимает с себя роль одним отправленным файлом.
- Оценивание. Проверяются расчёт каждой обязательной строки, отсутствие взаимозачёта разных ресурсов, фактическое сохранение функции и подтверждённая передача. Критические ошибки — потратить резерв завершения ради серии или отключить необходимую защиту общей командой.
- Повторный допуск. Команда повторяет упражнение с другим ограничивающим ресурсом и заменой компонента. Допуск возможен после самостоятельного выбора объёма проверки новой конфигурации и согласованного завершения; численные ответы прошлого упражнения не переносятся.

По завершении программы руководитель получает перечень подтверждённых действий и остающихся ограничений для каждой роли. Протокол содержит обнаруженную ошибку, исправление инструкции или интерфейса, ответственное лицо и результат повторной проверки.

Повторяется затронутая задача, а при изменении взаимодействия ролей — соответствующая совместная последовательность. Успешное упражнение не разрешает реальный опыт автоматически: оно является одним из свидетельств для допуска в определённой конфигурации.

Глава 38

Разведка и дистанционное наблюдение

Дистанция уменьшает необходимость присутствия человека рядом с объектом, но не превращает наблюдение в безусловно безопасную операцию. Робот имеет массу, питание, связь и собственные воздействия на среду. Камера меняет направление обзора, платформа создаёт колебания, передатчик формирует поле. Поэтому дистанционную разведку проектируют как измерительную процедуру с известными ограничениями. Её первая цель — получить сведения, позволяющие выбрать следующий режим, а не приблизиться максимально возможным способом к предполагаемому центру явления.

Пассивным здесь называется режим без намеренного возбуждения исследуемого процесса. Это организационное определение не утверждает отсутствия любого возмущения. В исследовании измерения загрязнения с беспилотной платформы положение датчика и влияние винтов меняли результат в зависимости от условий [45]. Следовательно, собственное воздействие носителя должно быть частью модели наблюдения. Если объект исчезает после приближения робота, возможны как изменение самого процесса, так и потеря чувствительности или изменение среды измерения. Эти варианты сначала сохраняют раздельно.

Проект наблюдательной позиции

Входными условиями служат установленная задача, оценённая доступность контакта, известный путь связи и допустимый способ завершить сеанс. Руководитель выбирает, какое неопределённое свойство необходимо уточнить: положение, периодичность, спектр, границу распространения или устойчивость сигнала. Метролог определяет геометрию обзора и необходимые контрольные каналы. Координатор безопасности проверяет размещение людей и техники применительно к доступным сведениям. Произвольный круг фиксированного радиуса не заменяет эту работу, поскольку разные воздействия имеют разные пути распространения и пределы обнаружения.

Сначала устанавливают опорное наблюдение из уже допустимой позиции. Регистрируют обычный фон, доступную видимость и собственный шум платформы. Затем проверяют, соответствует ли получаемая запись ожидаемому состоянию известного объекта или безопасного контрольного сигнала. Эта проверка не доказывает работоспособность для любого неизвестного воздействия, но выявляет часть ошибок до основной серии. Отдельно фиксируют слепые зоны и условия, при которых сигнал может исчезнуть из поля зрения без физического исчезновения источника.

Контроль среды помогает оценить, какая доля основного сигнала может быть связана с помехой; при этом общие источники корреляции не устраняются одним сдвигом временных рядов [55]. В авторском протоколе поэтому важна не просто дополнительная запись, а обоснованная связь канала с конкретной помехой. Датчик вибрации рядом с камерой отвечает на вопрос о движении установки. Он не подтверждает автоматически происхождение удалённого светового объекта. Назначение каждого контрольного канала записывают до совместной интерпретации.

Последовательность ограниченной разведки

1. Оператор подтверждает исходное состояние платформы, запись обязательных каналов и возможность согласованного завершения.
2. Метролог фиксирует опорный фон и проверку пригодности наблюдения; хранитель связывает данные с конфигурацией.
3. Изменение позиции выполняется только в утверждённых пределах, с регистрацией движения и состояния связи.
4. После каждого изменения сравнивают основной сигнал, контрольные каналы и собственное воздействие носителя.
5. При потере обязательного контроля переходят к предусмотренному безопасному состоянию; возвращение техники не становится основанием для неподготовленного входа человека.

Связь оценивают как отдельный ресурс. Потеря телеметрии может означать отказ канала, изменение ориентации или физическую неисправность; она не является сама по себе признаком необычного воздействия. Действия платформы после потери связи должны быть заранее согласованы с условиями работы. Автоматический возврат, неподвижное ожидание и прекращение движения имеют разные последствия, поэтому универсальный выбор невозможен. Если ни один вариант не имеет обоснованной приемлемости, размещение такой платформы в данном режиме ещё не подготовлено.

Восстановление аппарата также является операцией исследования. Загрязнение, нагрев, повреждение или неизвестное состояние требуют профильной оценки до обычного обслуживания. Процедура не должна неявно превращать технического сотрудника в первого человека, вступающего в контакт с объектом. Хранитель данных определяет, какие записи уже получены и какие могут быть утрачены, но научная ценность носителя не отменяет границ доступа. При невозможности безопасного извлечения корректным исходом может стать прекращение попытки с сохранением доступных дистанционных материалов.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: камера на подвижной платформе показывает световую отметку, которая будто бы уходит от наблюдателя. Оператор предлагает преследование. Сравнение с неподвижной камерой показывает, что движение отметки связано с изменением направления обзора первой системы. В журнале обнаруживается одновременная перестройка режима экспозиции. Пока эти зависимости не проверены, утверждение об уходящем объекте не имеет самостоятельной опоры. Разведка возвращается к опорной позиции, а следующая серия раздельно проверяет геометрию и настройки изображения.

Данные такого сценария не требуют считать любой движущийся объект артефактом. Они показывают назначение ступенчатой процедуры: действие, наблюдение и изменение измерительной системы должны оставаться различимыми. Итоговый отчёт содержит карту реально обследованной области, условия чувствительности, интервалы потери контроля и нерешённые вопросы. Формулировка «ничего не обнаружено» допустима только с этими границами. Именно они определяют, оправдан ли следующий режим и какое новое измерение принесёт сведения, которых пока нет.

Согласование состояния после разрыва связи

Возвращение изображения означает только появление некоторого потока данных. До продолжения нужно установить, от какого узла и сеанса он получен, отражает ли он текущее состояние и что происходило с командами во время разрыва. В STPA отдельно рассматриваются ошибки пути управления и обратной связи, включая данные, запоздавшие настолько, что модель состояния перестаёт соответствовать процессу [62]. Следующая авторская процедура раскрывает этот частный риск для исследовательской платформы.

Подготовка проводится до развёртывания. Каждая команда получает идентификатор, адресата, номер сеанса управления, версию конфигурации, допустимые условия и предусмотренную реакцию на неопределённый результат. Система должна различать новые команды и повторную доставку прежних. Возможность сохранять это различие после перезапуска проверяется; если журнал исполнения утрачен, отсутствие записи не принимается за отсутствие действия. Смена оператора также отмечается, чтобы два поста не продолжили управление независимо.

Стадия команды	Свидетельство	Остающееся ограничение
Отправлена	Запись передающего узла с идентификатором.	Получение адресатом не подтверждено.
Принята	Ответ адресата о приёме конкретной команды.	Исполнение и допустимость результата ещё не установлены.
Исполнена по сообщению системы	Журнал исполнительного узла о завершении операции.	Само сообщение может не доказывать физический результат.
Результат наблюдён	Пригодное свидетельство изменения контролируемого состояния.	Причинная связь, безопасность и достаточность результата оцениваются отдельно.

1. Оператор фиксирует разрыв и приостанавливает дальнейшую исследовательскую последовательность предусмотренным способом. Необходимые поддерживающие функции действуют по заранее проверенному сценарию; потеря телеметрии не подменяется общей командой отключения.
2. Хранитель сохраняет последние пригодные данные, список открытых команд, локальные номера, идентификаторы сеансов и сообщения об отказах. Неизвестные этапы остаются неизвестными.
3. После восстановления оператор подтверждает адресата и текущий сеанс. Архивные пакеты принимаются в историю с исходными метками; момент повторной доставки не делает их свежими.
4. Сопоставляются конфигурация, режим исполнительных средств, состояние автономных функций и очередь. Прежняя очередь не возобновляется автоматически. Действия, нужные для поддержания защиты, оцениваются отдельно от отменённых исследовательских шагов.
5. Для каждой открытой команды устанавливают последнюю подтверждённую стадию. Расхождение журналов не устраняют выбором более удобной версии. При возможности получают новое независимое свидетельство фактического состояния без непредусмотренного воздействия.

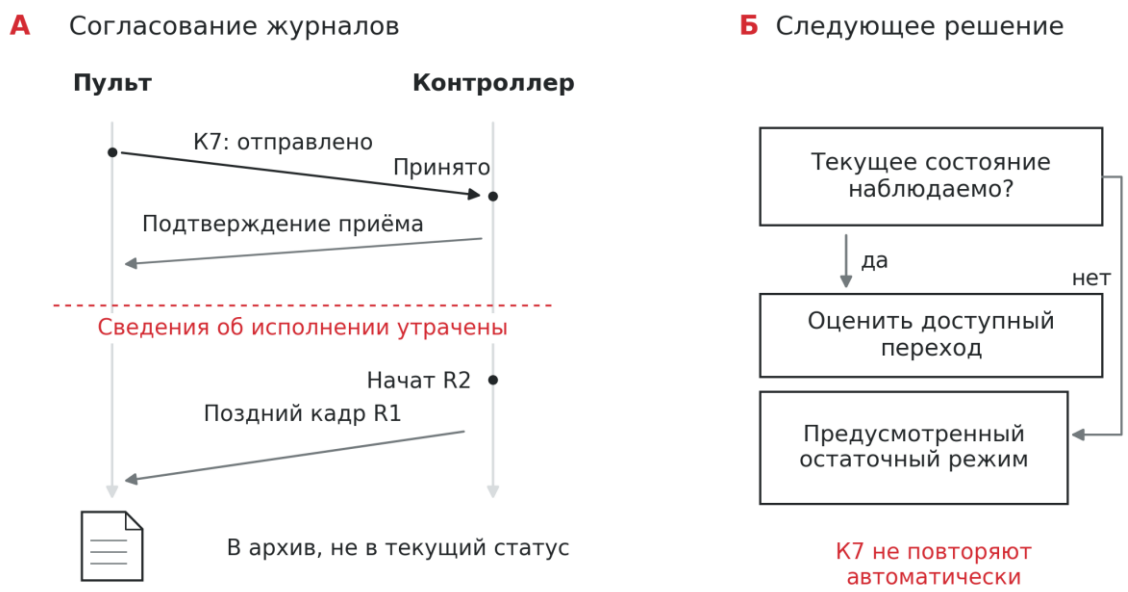
6. Метролог проверяет пригодность текущих каналов и предел задержки, необходимый именно для следующей задачи. При отсутствии сопоставимых часов свежесть нельзя доказывать одной разностью экранных времён.
7. Координатор пересматривает основания положения и маршрута по актуальной карте. Руководитель разрешает только согласованную новую последовательность; оператор подтверждает её границы и отсутствие конкурирующего управляющего поста.

Повтор команды и перезапуск

Команда «переместиться ещё на один шаг» неидемпотентна: повтор после фактического исполнения может вызвать второе перемещение. Если подтверждение потеряно, повтор не является проверкой первого исполнения. Задание конечного состояния иногда допускает повтор без изменения конечного результата, однако путь к нему, повторное срабатывание и побочные процессы тоже требуют оценки. Слово «идемпотентная» описывает установленное свойство конкретной операции в определённых условиях, а не разрешение повторять любые команды этого вида.

После перезапуска новый сеанс связывают с предыдущим только подтверждёнными сведениями. Сброшенный счётчик, пустая очередь или исходная заставка не доказывают возврата физической установки в исходное состояние. Если конфигурация восстановлена лишь частично, система получает соответствующий ограниченный статус. Возобновление возможно после проверки затронутых функций; если текущую позу платформы установить нельзя, прежний алгоритм возврата не получает допуска по одному успешному соединению.

Вымышленный пример: команда K7 принята, сообщение об исполнении отсутствует, затем контроллер начинает сеанс R2. Первым приходит пакет старого сеанса R1 с изображением прежней позиции. В форме Ж3 записывают «приём подтверждён; исполнение неизвестно; показанный кадр архивный». Относительное перемещение не повторяют. Если последующее пригодное наблюдение подтверждает новую позицию, сначала оценивают её и доступный переход; это не делает утраченную часть журнала известной. Если наблюдение получить нельзя, сохраняется предусмотренный остаточный режим, а исследовательская последовательность остаётся незавершённой.



Учебный пример. Приём K7 не подтверждает исполнение.

Рисунок 27. K7 после разрыва связи: принято не означает исполнено. Учебный разбор восстановления связи. Подтверждённый приём K7, её исполнение и наблюдение результата — разные утверждения. Кадр сеанса R1 после запуска R2 сохраняется как архивный; его получение не разрешает повтор относительного перемещения.

Глава 39

Контролируемый опыт и независимое повторение

Контролируемый опыт начинается с выбора различия, которое должно проявиться при одной гипотезе и не должно при другой. Впечатляющее повторение прежнего события полезно, но может воспроизводить и прежнюю ошибку. Поэтому новая серия должна изменять основание вывода: устранять возможную подсказку, отделять воздействия, проверять иной диапазон или использовать независимую цепочку измерения. Если известно только желание «ещё раз посмотреть», работа остаётся разведочной. Такой режим допустим, пока его результаты не выдаются за подтверждение заранее определённого предсказания.

Предварительная регистрация фиксирует вопрос, план анализа и условия решения до раскрытия результата. Она позволяет отличить предсказание от найденного после наблюдения объяснения, но не делает плохой план хорошим автоматически [4]. Поэтому до регистрации полезна открытая критическая проверка проекта. Метролог оценивает чувствительность, профильный специалист — разумность контрольного условия, хранитель — возможность восстановить всю последовательность. Руководитель затем утверждает именно проверенный вариант, сохраняя историю обсуждений и причины существенных изменений.

Что задают до начала серии

В авторском протоколе входными условиями являются безопасная испытанная процедура, работоспособные контрольные каналы и конечный перечень решений, которые предполагается принять. Указывают основную измеряемую величину, допустимые исключения, способ распределения условий и правило остановки. Если ожидается разница между двумя режимами,

определяют, какой её размер имеет научное или практическое значение. Без этого отрицательный результат остаётся неясным: опыт мог не заметить эффект, который действительно важен для вопроса.

Простейшую структуру можно записать как $\Delta = Y_a - Y_b$, где Y_a и Y_β — заранее определённые показатели для исследуемого и контрольного режимов. Формула не содержит критерия доказательства. Для него нужны неопределённость, модель зависимости наблюдений и обоснование того, почему режимы различаются именно интересующим фактором. Если одновременно меняются освещение, оператор и версия программы, разность характеризует пакет изменений. Она не позволяет выбрать из него удобную причину после получения результата.

Контроль должен сохранять существенные условия, не включая предполагаемое действующее различие, насколько это технически и этически возможно. Иногда полного выравнивания достичь нельзя. Тогда несколько частичных контролей могут быть содержательнее одного формально названного контрольным режима. Например, отдельно проверяются отсутствие сигнала, работа регистратора без источника и безопасный известный сигнал. Результаты этих проверок отвечают на разные вопросы, поэтому их нельзя объединять в одну отметку «контроль пройден».

Выполнение и защита от незаметной подстройки

Оператор получает последовательность действий, достаточную для работы, но по возможности не знает ожидаемого исхода. Оценщик видит записи без меток условий. Хранитель раскрывает соответствие только после фиксации результатов оценивания. Если ослепление невозможно, документируют доступные подсказки и проверяют, насколько они могли изменить действие или анализ. Запись конкретного ограничения полезнее общего утверждения о строгой объективности команды. В ряде задач независимый повтор с иной организацией позволяет уменьшить то, что не удалось устранить внутри первого опыта.

Согласование дизайна между сторонниками конкурирующих объяснений может уменьшить будущий спор о том, что именно проверялось. Такой подход применялся в Transparent Psi Project [14]. Его организационная ценность не зависит от желательности полученного результата. Каждая сторона заранее указывает условия, при которых изменит оценку гипотезы, и существенные признаки корректного исполнения. Согласие на процедуру не означает обязательного согласия с любым последующим толкованием, но делает причины расхождения более проверяемыми.

Независимость повторения имеет несколько уровней. Повторный запуск анализа на сохранённых данных проверяет вычисление. Новые наблюдения той же установкой проверяют устойчивость в сходных условиях. Другая команда с иной цепочкой измерения уменьшает часть общих методических зависимостей. Изменение условий исследует переносимость эффекта. Эти действия дополняют друг друга, но не взаимозаменяемы. В отчёте следует прямо писать, какой уровень достигнут и какие компоненты — код, образец, прибор, обучение оценщика — остаются общими.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: при включении нового режима камеры группа замечает повторяющиеся световые всплески. Первая серия сравнивает два режима, но включает новый всегда после старого. Поэтому различие может зависеть от порядка или времени работы. В подтверждающем проекте порядок распределяют заранее, сохраняют переходные интервалы отдельно и анализируют записи вслепую. Выясняется, что всплески появляются главным образом после переключения независимо от названия режима. Гипотеза особого воздействия ослабевает, а исследование переходит к состоянию аппаратуры при переходе.

Если в ходе опыта теряется обязательный канал, меняется утверждённая конфигурация или возникает непредусмотренный риск, оператор прекращает серию по согласованной процедуре. Сохранённые материалы могут остаться полезными для разведочного анализа, но не получают автоматически прежний подтверждающий статус. Решение о повторном запуске принимают после устранения причины и регистрации нового плана. Неполный опыт нельзя «дополнить» удачными наблюдениями из другой процедуры без отдельного обоснования.

Завершённый результат включает оценку величины эффекта, неопределённость, соблюдение протокола и границы переноса. Отрицательная серия может исключить практически значимый эффект в испытанном диапазоне, оказаться недостаточно чувствительной или быть непригодной из-за нарушений; эти исходы различают. Положительная серия открывает следующий вопрос о механизме и независимости подтверждения. В обоих случаях опыт выполняет свою задачу, если уменьшает пространство допустимых объяснений и оставляет последующему исследователю возможность проверить этот вывод.

Проверочный набор и замороженная версия анализа

Перед подтверждающей серией составляют краткий исполняемый пакет: версию гипотезы, список файлов конфигурации, правило события, формулу основного показателя, критерии пригодности, число или длительность попыток и таблицу решений. Хранитель данных подтверждает, что проверочный набор не использован при выборе этих правил. Исполнитель анализа сначала получает контрольный материал с известным ожидаемым результатом; затем выполняет тот же расчёт на закрытой серии.

Если программный дефект обнаружен после открытия серии, исправление документируется. Результат пересчёта может быть научно полезен, но история просмотра данных сохраняется. Новая версия алгоритма проверяется на независимом материале, когда исправление способно изменить обнаружение событий или выбор признака. Устранение опечатки в подписи и изменение порога имеют разные последствия; их нельзя объединять одним статусом «техническая правка».

Для завершённого дела архив содержит исходные записи, преобразования, таблицу исключений, параметры расчёта и итоговую формулировку. Подтверждение понимается в пределах проверенных условий: смена материала, геометрии, временного режима или оператора может потребовать следующего переноса. Такая последовательность показана в деле 2 и в инженерных главах 50–52.

Глава 40

Управление данными и отчёт об исследовании

Событие может оказаться неповторимым, но путь от записи к выводу должен оставаться доступным проверке. Для этого недостаточно сохранить итоговый график. Необходимы происхождение материала, условия его получения, преобразования и решения, исключившие отдельные фрагменты. Потеря одного из этих звеньев иногда ограничивает вывод сильнее, чем невысокая точность прибора. Работа с данными поэтому начинается до наблюдения: группа заранее определяет, какие сведения нужны для восстановления смысла будущей записи.

Предлагаемая авторская система разделяет первичные материалы, подготовленные представления и результаты анализа. Первичная запись сохраняет то, что реально выдал измерительный тракт. Подготовленное представление может содержать преобразованные единицы, исправленные форматы или согласованную шкалу времени. Аналитический результат добавляет модель и

правила оценки. Между уровнями существует прослеживаемая связь. Ни очистка, ни исправление известной ошибки не должны незаметно заменять исходный материал. Иначе последующий специалист не сможет проверить, не было ли вместе с помехой удалено существенное наблюдение.

Руководство NIST по сохранению цифровых доказательств обращает внимание на происхождение, защищённое хранение контрольных сумм, доступ и изменения, возможные ещё до хеширования [6]. Для книги это задаёт важное различие: совпадение хешей подтверждает соответствие сохранённых цифровых версий, но не истинность изображённого события. Архив должен защищать не только файлы, но и сведения о том, кто, когда и при каких обстоятельствах их получил. Одного технического признака целостности для всей доказательной цепочки недостаточно.

Приём и описание материалов

Входными условиями приёма служат известный передающий участник или зарегистрированный источник поступления, описание способа получения и допустимый режим доступа. Хранитель присваивает материалу устойчивый идентификатор, проверяет возможность чтения и фиксирует несоответствия. Если происхождение неизвестно, файл не отбрасывается автоматически, но получает соответствующее ограничение. Оператор подтверждает связь с сеансом. Метролог добавляет конфигурацию, диапазон, калибровочное состояние и существенные условия среды. Руководитель проверяет, что обязательные для заявленной задачи сведения действительно присутствуют.

Описание величины включает единицу, направление отсчёта, пространственную привязку и смысл временной метки. Время приёма пакета не следует без пояснения называть временем события. Когда устройства используют разные шкалы, сохраняют исходные значения и отдельное правило сопоставления с его неопределённостью. Неизвестная задержка отмечается неизвестной, а не нулевой. Эти простые различия определяют, можно ли исследовать последовательность событий. Без них красивое совмещение графиков иногда создаёт причинный порядок, которого исходные записи не содержат.

Отсутствующие данные нуждаются в собственном обозначении. Пропуск, перегрузка канала, плановое отключение и значение ниже предела обнаружения имеют разный смысл. Подстановка нуля во все четыре случая может создать несуществующее исчезновение воздействия. Маска непригодности хранится рядом с данными, а причина исключения формулируется до интерпретации результата, насколько это возможно. Если решение принято позже, его время и основания остаются видимыми. Полнота отчёта включает признание того, чего регистрация не обеспечила.

Обработка, доступ и воспроизводимость

Специалист по анализу работает с контролируемой копией. Для каждого преобразования сохраняются вход, версия программы, параметры и полученный результат. Сложную цепочку полезно проверять на небольшом наборе известных контрольных данных. Однако успешное вычисление на таком наборе подтверждает только предусмотренные свойства. Оно не удостоверяет физическую модель неизвестного процесса. Повторный запуск анализа другой командой проверяет вычислительную воспроизводимость; независимое наблюдение отвечает на более широкий вопрос и требует отдельных материалов.

Права доступа определяют по задачам. Оператору нужны средства записи и контроля её успешности, аналитику — рабочие копии, внешнему эксперту — материалы, необходимые для

проверки утверждения. Ограничение персональных сведений должно сочетаться с сохранением научно существенного контекста. Если местоположение или личность нельзя раскрыть, в публичной версии объясняют, какие проверки вследствие этого недоступны. Нельзя утверждать полную внешнюю проверяемость материала, который предоставляется только в виде выбранных автором иллюстраций.

При обнаружении повреждения хранитель прекращает использование затронутой версии для новых выводов, сохраняет состояние и проверяет пригодные копии. Изменение контрольной суммы рассматривается как событие, требующее разбора, а не как готовое доказательство злого умысла. Руководитель оценивает, какие опубликованные или внутренние решения зависели от материала. Исправление распространяется по этой цепочке. Оно не ограничивается заменой файла в папке, если прежняя версия уже использовалась для выбора режима исследования.

Структура доказательного отчёта

Отчёт строят вокруг проверяемых утверждений. Сначала формулируют вопрос и предел задачи, затем описывают метод и фактическое исполнение. После результатов приводят неопределённость, альтернативные объяснения и ограничения. Авторские гипотезы размещают так, чтобы их нельзя было принять за наблюдённые события. Читатель должен понимать, какая запись поддерживает каждое существенное предложение и какой шаг рассуждения связывает их. Библиография помогает найти источник метода, но не заменяет исходные данные собственного исследования.

Утверждение	Основание	Граница
Зафиксировано изменение	Исходный канал и конфигурация	Диапазон и непригодные интервалы
Установлена зависимость	План опыта и все серии	Контроли и переносимость
Предложен механизм	Модель и различающие прогнозы	Непроверенные следствия

Вымышленный учебный сценарий: график освещённости показывает несколько секунд абсолютного исчезновения сигнала. При проверке выясняется, что программа экспорта заменила потерянные пакеты нулями. Исходный журнал позволяет установить отсутствие данных, но не поведение света в этот промежуток. Исправленный отчёт удаляет утверждение о темноте, сохраняет факт потери связи и показывает соответствующий интервал как неопределённый. Так техническая поправка меняет научный вывод, не позволяя заполнить пробел удобной версией произошедшего.

Завершение обработки означает, что другой подготовленный исследователь может проследить основание вывода в пределах согласованного доступа. Это не требование бесконечно хранить любые сведения без учёта прав людей и назначения архива. Сроки, ограничения публикации и порядок передачи определяются заранее и пересматриваются обоснованно. Научная память проекта состоит не только из удачных наблюдений: в неё входят неудачные серии, изменения методов и признанные пределы знания. Без этой памяти каждое новое исследование рискует повторять прежние ошибки под другим названием.

Локальная последовательность и частичный порядок

При утрате общей шкалы времени хранитель не обязан выбирать единственную красивую хронологию. Для распределённых процессов Лампорт определил порядок через последовательность событий внутри процесса, отправку и приём одного сообщения и транзитивное продолжение этих связей; не всякая пара событий сравнима. Логические часы могут согласоваться с таким порядком, но не измеряют физическую длительность [61]. В исследовательском архиве этот подход используется при подтверждённом происхождении журналов и сообщений.

Идентификатор записи включает узел, сеанс его работы и локальный номер. Перезапуск открывает новый сеанс; связь через него устанавливается отдельно. Счётчик, который мог сброситься или повториться незаметно, не служит достаточной опорой. Для каждого отношения «раньше» сохраняют основание: локальная последовательность либо сопоставленные отправка и приём. Транзитивный вывод можно восстановить по этим исходным рёбрам. Цикл в полученном графе сначала означает противоречие привязок, границ событий или журналов; сам по себе он не доказывает временную петлю.

Полностью решённый учебный пример

Все события следующего примера вымышлены. Узлы A и B сохранили непрерывные локальные журналы одного сеанса. Их физические часы после сбоя не сопоставимы. Пригодность локального порядка и соответствие сообщений m1, m2, m3 подтверждены отдельно. Обозначение A2 означает второе событие узла A, а не второй момент общей шкалы. В примере X — световой всплеск, Y — механический отклик, Z — изменение контрольного показателя.

Событие	Содержание записи	Логическое число L
A1	Отправлено m1 в B.	1
A2	Зарегистрирован X.	2
A3	Принято m2 из B.	5
A4	Отправлено m3 в B.	6
A5	Зарегистрирован Z.	7
B1	Принято m1 из A.	2
B2	Зарегистрирован Y.	3
B3	Отправлено m2 в A.	4
B4	Принято m3 из A.	7

Первый шаг решения — выписать исходные связи. Локально установлены A1 → A2 → A3 → A4 → A5 и B1 → B2 → B3 → B4. Сообщения добавляют A1 → B1, B3 → A3 и A4 → B4. Остальные отношения выводятся только из цепочек этих стрелок. Например, запись Y предшествует A3, а также записи Z: B2 → B3 → A3 → A4 → A5. Это устанавливает последовательность регистрации, но не доказывает, что Y вызвал Z.

Второй шаг — назвать неразрешённые пары. Между X = A2 и Y = B2 нет направленного пути ни в одну сторону. Их физический порядок по этим данным неизвестен. Между A5 и B4 также нет подтверждённого отношения. Неизвестность не означает одновременность и не исключает незафиксированную внешнюю связь; она характеризует доступные свидетельства.

Проверка решения даёт две допустимые линейные раскладки: A1, B1, A2, B2, B3, A3, A4, B4, A5 и A1, B1, B2, A2, B3, A3, A4, A5, B4. Обе сохраняют все исходные связи, но меняют порядок X и Y, а также A5 и B4. Следовательно, выбор одной раскладки для удобства таблицы не вправе становиться новым фактом отчёта.

Логические числа в последнем столбце рассчитаны из начального нуля: перед локальным событием счётчик увеличивается на единицу; при приёме сообщения берётся максимум текущего значения и переданного числа, затем прибавляется единица. Поэтому B1 получает max(0, 1) + 1 = 2, A3 — max(2, 4) + 1 = 5, B4 — max(4, 6) + 1 = 7. Меньшее число A2 по сравнению с B2 не доказывает отношения A2 → B2. Равные числа A5 и B4 не доказывают физической одновременности.

Итог для паспорта: порядок записей о Y и Z установлен в принятой модели журналов; порядок записей X и Y не установлен; физические задержки между узлами не определены. Начало самих физических процессов дополнительно зависит от задержек обнаружения. Этих данных недостаточно для опыта, допуск которого требует известного интервала X–Y. Сохранные локальные фрагменты могут использоваться для иных задач с собственным обоснованием. Исходные временные метки остаются в архиве; рядом сохраняются граф оснований, перечень несравнимых пар и версия реконструкции.

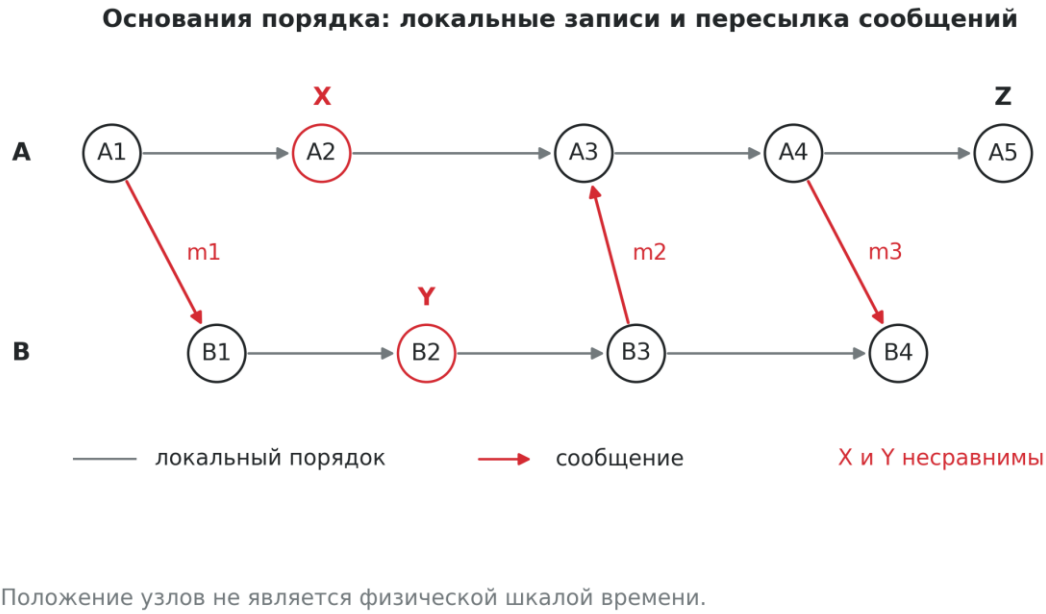


Рисунок 28. Частичный порядок без общей шкалы времени. Частичный порядок решённого учебного примера. Серые стрелки показывают локальную последовательность, алые — отправку и приём одного сообщения. Между X=A2 и Y=B2 нет установленного направленного пути; расстояния на рисунке не задают физических интервалов.

Глава 41

Ошибки метода и разбор неудач

Неудача исследования не сводится к отсутствию желаемого эффекта. Опыт может корректно ограничить гипотезу, дать недостаточно точный результат, потерять данные или создать непредусмотренное воздействие. Эти исходы требуют разных действий. Отрицательный результат исправного опыта не нуждается в ремонте ради получения положительного. Напротив, убедительный положительный результат при нарушенной процедуре может требовать полного пересмотра. Первое решение разбора состоит в определении того, что именно не удалось: измерение, проверка предсказания, организация работы или управление риском.

Предлагаемый авторский протокол запускается после любого события, способного изменить достоверность выводов или безопасность дальнейшей работы. Руководитель ограничивает применение затронутых результатов, координатор обеспечивает предусмотренный безопасный режим, хранитель сохраняет исходные записи и конфигурацию. Оператор описывает последовательность действий до группового обсуждения причин. Такой порядок не является поиском виновного. Он уменьшает вероятность того, что правдоподобное объяснение, предложенное первым, подменит ещё не собранные сведения о фактическом ходе событий.

Восстановление последовательности

Хронология строится из подтверждённых отметок и явно обозначенных предположений. В неё включают состояние оборудования, изменения программ, действия людей, внешние условия и момент обнаружения проблемы. Следует различать время возникновения неисправности и время, когда она стала заметной. Задержка может объяснить кажущееся направление причинности. Если точная последовательность недоступна, её нельзя восстанавливать по удобству рассказа. Несколько допустимых вариантов хронологии сохраняют до появления различающего материала.

Затем группа составляет короткий перечень причинных путей. Каждый путь должен соединять конкретное изменение с наблюдаемым результатом и предлагать проверку. Формулировка «человеческий фактор» слишком широка, если не объясняет, какой интерфейс, инструкция или зависимость сделали действие возможным. Слова «неизвестная энергия» имеют тот же недостаток. Удобное имя причины не заменяет связи. Ответственность человека за решение рассматривается отдельно от механизма отказа; оба вопроса важны, но один не должен закрывать другой.

Особого внимания заслуживают общие причины. Совпадение нескольких каналов может возникнуть из-за единого воздействия на их питание, время или обработку. Исследования контроля среды показывают, что некоторые коррелированные помехи сохраняются даже при приёмах, рассчитанных на проверку случайного совпадения [55]. Поэтому разбор включает карту зависимостей. Необходимо установить, какие каналы могли ошибиться совместно, и выбрать проверку, которая действительно разрывает предполагаемый путь, а не добавляет ещё один прибор к тому же источнику.

Проверка обнаруженной причины

Воспроизведение похожего артефакта на безопасном стенде полезно, но его сходство с полевым событием оценивается по заранее выделенным признакам. Один общий пик недостаточен, если длительность, спектр и зависимость от условий различаются. Сильнее выглядит объяснение, которое предсказывает несколько особенностей исходной записи и их изменение после устранения причины. Если удалось показать только возможность ошибки, вывод ограничивают возможностью.

Нельзя превращать удобный демонстрационный опыт в доказательство происхождения всех внешне похожих случаев.

Аналитические решения проверяют столь же внимательно, как аппаратные. Работа Simmons и коллег продемонстрировала, что гибкий выбор показателей, условий и объёма данных после просмотра результатов способен порождать формально значимые ложные находки [56]. Практический разбор поэтому восстанавливает все выполненные варианты анализа, включая неудачные. Если окончательная гипотеза возникла в процессе такого поиска, она остаётся ценным кандидатом, но подтверждается новой серией. Переназначить старую разведку подтверждающим опытом задним числом нельзя.

Исправление метода оценивают по проверяемому критерию. Новый фильтр должен не только убрать известную помеху, но и сохранять отклик на важные контрольные сигналы. Обновлённая инструкция должна быть выполнима оператором без недоступных ему сведений. Новый резервный канал должен уменьшать конкретную зависимость. Если изменение снижает чувствительность, цена этого снижения указывается. Исчезновение тревог после грубой обработки не является самостоятельным доказательством ни исправности системы, ни прекращения изучаемого воздействия.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: три регистратора одновременно показывают сдвиг времени после короткого светового эпизода. Группа первоначально рассматривает общий физический процесс. Разбор выявляет перезапуск компьютера, от которого устройства получали поправки. На безопасном стенде тот же порядок команд воспроизводит скачок, а автономный контрольный регистратор его не показывает. Это поддерживает техническое объяснение временных меток. Но сам световой эпизод остаётся отдельным наблюдением: найденная ошибка часов не определяет автоматически источник света.

В этом сценарии исправление имеет две части. Перестраивается организация опорного времени, а прошлые выводы пересматриваются с учётом затронутого интервала. Заново анализировать весь архив требуется только тогда, когда установленная причина могла действовать в других сеансах. Объём пересмотра определяется доказанным путём влияния, а не желанием продемонстрировать масштаб работы. Хранитель фиксирует, какие результаты исправлены, какие остаются пригодными и какие больше нельзя уверенно интерпретировать.

Отдельно разбирают события, при которых ущерба удалось избежать. Здесь важен вопрос, какая преграда сработала и насколько случайным был благополучный исход. Если неисправность обнаружил свободный специалист, которого обычно нет на смене, такой успех нельзя считать устойчивой защитой. Если остановка была предусмотрена и корректно выполнена, это подтверждает определённую часть организационного проекта. Полезно различать исправность барьера и счастливое стечение обстоятельств, не присваивая им одинаковый статус.

При невозможности установить причину отчёт перечисляет проверенные пути, пределы доступных материалов и условия безопасного продолжения. Неопределённость не устраняется голосованием. Следующая серия должна приносить недостававшую различающую информацию, а не просто повторять прежние действия дольше. Иногда рационально прекратить конкретную методику, сохранив научный вопрос открытым. Это решение особенно оправданно, когда дополнительное наблюдение не улучшит идентификацию причины, но увеличит нагрузку на людей или риск для установки.

Закрытие разбора означает, что исправляющие действия выполнены и проверены, ограничения результатов переданы всем, кто ими пользуется, а нерешённые вопросы имеют владельца. Дисциплина такой работы формирует положительный исследовательский результат даже после ошибочной тревоги. Известно, какой путь больше не следует принимать за свидетельство явления, какие данные надо собирать и где остаётся реальная неопределённость. Ошибка становится частью знания только тогда, когда её механизм доступен следующей проверке.

Часть IX

Управление и нейтрализация

Глава 42

Изоляция и ограничение установленного воздействия

Цель барьера

Изоляция означает ограничение определённого пути воздействия между источником и тем, что требуется защитить. Она не обязана устранять источник и не предполагает, что известны все свойства явления. Для решения достаточно обоснованной модели конкретного канала, но недостаточно общего желания «закрыть аномалию». Физическая преграда действует на одни переносы и может быть безразлична к другим. Поэтому паспорт изоляции начинает фраза, которую можно проверить: какой путь ограничивается, в каких условиях, каким наблюдением подтверждается результат и что остаётся вне заявленной функции.

Ниже предлагается авторский протокол для случая с установленным воздействием. Его инженерная логика соотносится с различением требований, проверки выполнения и пригодности системы для назначения в руководстве NASA [5]. Перенос на неизвестные явления является предложением книги, а не отраслевым нормативом. Если путь воздействия ещё не определён, допустимы ограничение доступа и наблюдение в пределах подтверждённых возможностей; объявлять произвольную оболочку изолятором неизвестного взаимодействия оснований нет.

Входные условия и ответственность

Руководитель исследования формулирует защищаемую функцию: предотвратить контакт, уменьшить определённый перенос или отделить процесс от инфраструктуры. Профильный специалист подтверждает применимость выбранного барьера и рассматривает побочные изменения. Метролог определяет, как отличить успешное ограничение от потери чувствительности. Координатор безопасности проверяет действия при отказе и имеет право остановки. Оператор выполняет только согласованную последовательность, а хранитель данных фиксирует конфигурацию и переходы. Совмещение ролей допускается лишь там, где оно не устраняет независимую проверку критического решения.

До установки барьера собирают карту источника, каналов и защищаемых объектов. В неё включают доступ людей, воздух, воду, механические связи, электрические линии и переносимые материалы, когда они относятся к случаю. Каждому пути присваивают статус: установлен, предполагается или не оценён. Отдельно описывают условия, без которых барьер не выполняет функцию: питание, герметичность, положение, состояние креплений, обслуживание. План должен объяснять, что произойдёт при утрате каждого необходимого условия и кто заметит эту утрату.

Исходная регистрация выполняется из допустимого положения и включает фон, показатель воздействия и состояние самого измерителя. Если требуется ограничить распространение, нужны данные по обе стороны функциональной границы, полученные без нарушения безопасности. Нельзя определять результат только внутри изолированной области, где изменилось положение датчика. Граница доступа и граница измерительной сети могут различаться. Их располагают по оценённым путям и условиям, а не по единому радиусу, одинаковому для звука, переноса материала и электрической опасности.

Выполнение и проверка барьера

Предпочтительный проект допускает проверку необходимых функций на известном безопасном представителе процесса до контакта с исследуемым случаем. При невозможности такой проверки ограничение честно сохраняют. Во время установки регистрируют последовательность действий и изменения контролируемых величин. После установки отдельно проверяют физическое состояние барьера, доступность аварийного действия и пригодность измерительных каналов. Подтверждение по одному показателю не заменяет весь набор: правильное положение конструкции ещё не доказывает достаточного ограничения воздействия.

Проверяемая функция	Свидетельство	Оставшийся вопрос
Ограничение доступа	Контроль проходов и выдачи разрешений	Другие пути воздействия
Ограничение установленного переноса	Сопоставимые измерения по границе	Непроверенные условия и каналы
Сохранение защитной функции	Статус питания и исполнительных средств	Общий отказ и ресурс
Наблюдаемость результата	Проверенный независимый канал	Слепые интервалы и диапазоны

Два барьера не обязательно дают две независимые защиты. Общие питание, опора, управление или среда могут нарушить их одновременно; такая возможность согласуется с инженерной проблемой общего отказа [7]. Для каждого резерва поэтому указывают, какой конкретный отказ он перекрывает. Если резерв повторяет все зависимости основного средства, его вклад ограничен. Независимое наблюдение особенно важно там, где отказ барьера способен одновременно уничтожить сигнал, по которому оценивается его исправность.

Если изоляция включает обращение с загрязнёнными материалами, отделяют удержание от обезвреживания. Рекомендации ВОЗ по обработке требуют проверки процесса в применимых условиях [39]. Закрытый контейнер может ограничивать один путь переноса, сохраняя опасные свойства содержимого; обработанная поверхность может выглядеть чистой без доказанного результата. В паспорте фиксируют, какие свойства подтверждены, какое обслуживание требуется и кто принимает материал после передачи. Изоляция не заканчивается в момент закрытия крышки или двери.

Остановка и остаточный риск

Основания прекращения операции задают до начала: непредусмотренный рост воздействия, изменение распространения, нарушение барьера, потеря необходимого наблюдения, отказ защитной функции или выход процедуры за оценённый сценарий. Оператор выполняет предусмотренный переход, а не выбирает на месте интуитивно более сильную защиту. Если демонтаж ухудшит положение, остановка означает сохранение барьера и прекращение исследовательских изменений. Решение о дальнейших действиях принимается по фактическому состоянию с участием профильного специалиста.

Рабочее заключение перечисляет ограниченный канал, подтверждённые условия, ресурс защитной системы и остаточные неопределённости. Оно может разрешать отдельное действие, например

продолжение дистанционной регистрации, сохраняя запрет другого контакта. Неоценённый путь остаётся неоценённым и после успешной проверки соседнего. Длительная изоляция требует владельца функции, графика проверки по её ресурсу и правил передачи ответственности. Отсутствие ответственного превращает исправный сегодня барьер в необеспеченное обещание на будущее.

Учебный сценарий: акустический экран уменьшает зарегистрированный воздушный сигнал, но датчик на конструкции сохраняет вибрацию. Результат изоляции положителен для одного пути и отрицателен для другого. Ошибкой было бы объявить весь случай закрытым либо признать экран бесполезным. Корректный паспорт сохраняет достигнутое ограничение, указывает оставшийся механический канал и определяет следующий допустимый вопрос. Именно такая предметность позволяет применять научную модель к управлению, не обещая универсальной защиты от неизвестного.

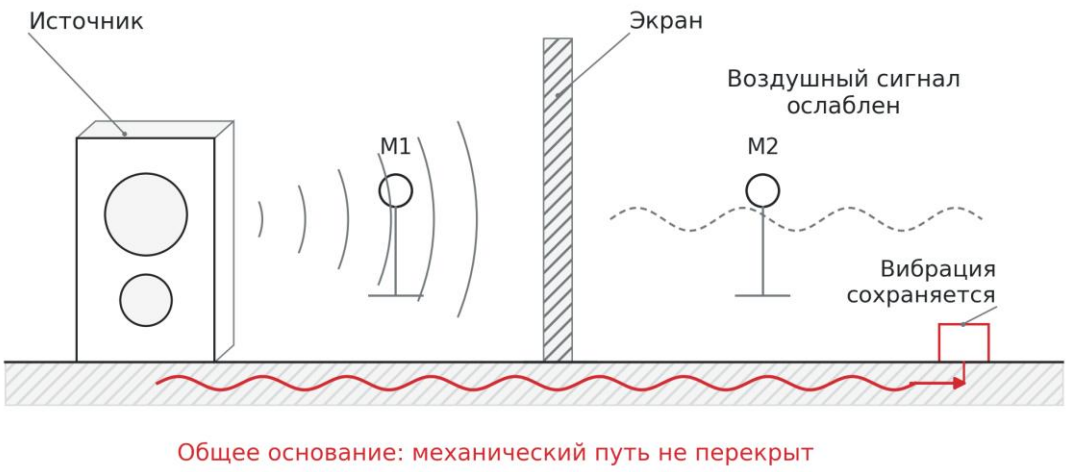


Рисунок 29. Экран перекрывает один путь, конструкция сохраняет другой. Учебный пример изоляции по двум путям передачи. Экран уменьшает воздушный акустический сигнал между M1 и M2, но общая конструкция сохраняет механический путь к датчику вибрации. Результат относится к отдельному каналу и не означает нейтрализации всего случая.

Глава 43

Стабилизация и обратимые вмешательства

Состояние вместо впечатления

Стабилизация означает удержание существенных переменных процесса в заранее определённой области при сохранении необходимых защитных функций. Она отличается от исчезновения заметного эффекта. Система может выглядеть спокойной, продолжая накапливать энергию, материал или механическую нагрузку; возможно и безопасное устойчивое состояние с сохраняющимся наблюдаемым сигналом. Поэтому цель записывают через измеряемые параметры,

допустимые изменения и условия применимости. Название «стабилизатор аномалий» без этих сведений обозначает замысел, а не готовое средство управления.

Предлагаемый авторский протокол применяется, когда установлена хотя бы одна управляемая связь между действием и состоянием. Для неизвестного взаимодействия такой связи может не быть. Тогда режим ограничивается наблюдением, сохранением уже проверенных защитных функций и передачей вопроса профильным специалистам. Инженерная оценка учитывает сценарии, последствия и неопределённость, а не только ожидаемый полезный результат [5]. Отсутствие подтверждённого способа стабилизации является допустимым научным и организационным выводом.

Паспорт управляемого перехода

Руководитель формулирует цель вмешательства и объясняет, какое новое знание или уменьшение воздействия оно должно дать. Профильный специалист задаёт допустимый управляющий параметр и ограничения установки. Метролог определяет чувствительность, задержку и критерии недостоверности каналов. Координатор безопасности утверждает признаки прекращения, необходимые защитные функции и порядок передачи управления. Оператор получает конкретную последовательность с запретом самостоятельного расширения режима. Хранитель данных фиксирует состояние до команды, саму команду, фактическое выполнение и результат.

В паспорт включают исходную конфигурацию, целевое состояние, рабочую область и защитные пределы. Рабочая область показывает, где выводы проверенной модели применимы; защитный предел определяет условие остановки или специального реагирования. Они не обязаны совпадать. Параметр, вышедший из области уверенной интерпретации, может потребовать прекращения опыта ещё до достижения опасного состояния. Пределы выбирают по конкретной установке, применимым требованиям и неопределённости измерений, а не по типовым числам, присвоенным всем случаям одного класса.

Обратимость рассматривают на двух уровнях. Команду иногда можно отменить, но это не гарантирует восстановления вещества, конструкции или состояния организма. Перед опытом описывают наблюдаемый признак возврата и условия, при которых возврат запрещён или уже невозможен. План прекращения не должен требовать повторного создания опасного воздействия. Если начальная конфигурация была небезопасной, откат к ней не является хорошим исходом только потому, что она знакома оператору.

Последовательность разрешённого опыта

1. Подтвердить исходное состояние, исправность критических каналов и готовность заранее предусмотренного безопасного перехода.
2. Выполнить одно согласованное изменение; зарегистрировать фактическое действие исполнительной системы, а не только отправленную команду.
3. Наблюдать заранее выбранные основные и сопутствующие переменные с учётом задержек, не подменяя ожидание результата дополнительными командами.
4. Сопоставить результат с прогнозом и критериями прекращения; продолжать, удерживать состояние или останавливать только в пределах утверждённой развилки.
5. После завершения проверить защитные функции и документировать оставшиеся изменения, включая те, что не входили в исходную цель.

Величину разрешённого изменения нельзя выбирать по слову «малое». Незначительная команда способна пересечь важную границу режима, а большое изменение одного безопасного параметра иногда несущественно для риска. Основание задаёт проверенная модель и инженерный допуск. До применения к неизвестному объекту допустимые функции системы проверяют на разрешённом представительном процессе. Такая подготовка подтверждает определённые свойства установки, но не гарантирует реакцию неизвестного материала. Различие между квалификацией оборудования и знанием объекта сохраняют в заключении.

Следует учитывать воздействие самой регистрации. Измерительная платформа может менять исследуемый процесс: опыт с беспилотной системой контроля воздуха показал зависимость измерений от возмущения потока винтами [45]. В стабилизационном опыте это означает необходимость записывать положение и режим наблюдающего устройства вместе с управляющей командой. Если изменение показания вызвано перестройкой отбора сигнала, нельзя приписывать весь результат управлению источником. Проверка должна различать состояние процесса и состояние измерительной связи.

Задержка и обратная связь

Если система отвечает с задержкой, серия быстрых корректировок затрудняет причинный вывод и может накопить нежелательное действие. Предварительный план поэтому задаёт момент следующего решения по динамике конкретной системы. Неопределённый запаздывающий отклик не исправляют увеличением интенсивности воздействия. Автоматическое управление допустимо лишь для квалифицированной функции с подтверждёнными ограничениями; исследовательский алгоритм обнаружения неизвестного события не должен самостоятельно выбирать новое физическое вмешательство.

Остановку объявляют при расхождении с разрешённой моделью перехода, неожиданном распространении, ухудшении защитной функции, потере критического канала или невозможности выполнить предусмотренную последовательность. Безопасный режим может требовать сохранения охлаждения, вентиляции, удержания или питания контроля. Поэтому «остановить опыт» и «выключить всё» являются разными командами. Их различие должно быть технически обеспечено до начала работы. После прекращения отдельно оценивают состояние объекта и исправность управляющей системы: отказ управления способен создать видимость стабилизации.

Проверяемый статус результата

Учебный сценарий: изменение штатного режима устройства уменьшает колебания наблюдаемого параметра, но повышает температуру корпуса. Объявлять успех по единственному целевому каналу рано. Если температурная траектория выходит за разрешённую область, опыт прекращают предусмотренным способом и фиксируют компромисс между функциями. Если все согласованные показатели сохраняются, результат называют стабилизацией в проверенных условиях. Это не доказывает устранения источника и не разрешает снимать наблюдение, необходимое для поддержания состояния.

Передача стабилизированного объекта требует описания ресурсов, длительности подтверждённого режима, признаков выхода и ответственного оператора. Если поддержание зависит от непрерывного действия системы, остаточный риск включает её отказ и обслуживание. Стабильность прошлой записи не гарантирует будущую устойчивость при другой среде. Следующий этап поэтому посвящён подтверждению результата и границам решения. Только после такой проверки можно обсуждать изменение режима доступа или завершение определённых работ.

Рассчитанный учебный переход в тепловой системе

Рассмотрим безопасный расчётный пример известной тепловой установки: небольшой квалифицированный нагреватель, тепловая масса, датчик температуры и постоянный путь теплоотвода. Все числа ниже являются учебными параметрами модели, а не нормативами обращения с неизвестным материалом. Температура среды составляет 20 °C, эффективная теплоёмкость C — 200 Дж/K, коэффициент теплоотдачи K — 2 Вт/K. Управляемая электрическая мощность P не превышает 4 Вт; собственного неучтённого выделения энергии в этой модели нет.

$$C\frac{dT}{dt} = P - K(T - T_{\text{env}})$$

При неизменной мощности стационарная температура равна Tсреды + P/K, а время релаксации τ = C/K. Здесь τ составляет 100 с. После включения 4 Вт из равновесного состояния температура стремится к 22 °C по рассчитанной экспоненте. Именно эта динамика, с неопределённостями параметров и датчика, задаёт ожидаемый переход.

$$T(t) = T_{\text{env}} + \frac{P}{K}\left(1 - e^{-tK/C}\right)$$

Время после включения, с	Расчётная температура, °C	Состояние модели
0	20,000	Исходное равновесие
100	21,264	Переход продолжается
200	21,729	Приближение к пределу
300	21,900	Остаток до предела около 0,10 K
500	21,987	Почти стационарное состояние

В принятом для этого учебного стенда плане рабочая область заканчивается при 23 °C. Это выбранный проектный предел, который не переносится на другие установки. Метролог до опыта проверяет пригодность датчика, профильный специалист — модель теплообмена, оператор — фактическую мощность и сохранение теплоотвода. Команду оценивают по измеренной мощности и температурной траектории, а не только по положению регулятора. Систематическое расхождение с моделью требует остановки исследовательского изменения ещё до достижения предела.

Пусть в момент 300 с нагреватель выключен, а K сохранён. Через следующие 100 с расчёт даёт около 20,699 °C. Это наблюдаемое следствие прекращения установленного источника. Если одновременно отключить необходимый обдув или иной элемент теплоотвода, K изменится и прежний прогноз перестанет действовать. Даже отсутствие роста температуры в первые секунды не подтвердит правильность перехода: большая теплоёмкость задерживает видимый ответ.

$$T(t) = T_{\text{env}} + [T(t_s) - T_{\text{env}}]e^{-(t-t_s)K/C}, t \geq t_s$$

Другой расчёт показывает роль изоляции. Если при прежних 4 Вт K уменьшится до 0,2 Вт/K, новый стационарный уровень составит 40 °C, а время релаксации — 1000 с. Первоначально медленное изменение не означает стабилизацию в разрешённой области. В этой модели барьер,

уменьшивший теплоотдачу, усиливает нагрев. Установка должна иметь наблюдение за защитной функцией, позволяющее заметить её потерю, а прекращение опыта должно сохранять предусмотренный путь отвода энергии.

Для подтверждения управления сначала отдельно оценивают C, K и связь команды с мощностью на обычном разрешённом объекте. Затем используют новую последовательность мощности, которую не применяли при определении параметров. Проверяется не только установившаяся температура, но и переход. Если остатки оказываются связаны с температурой среды, положением датчика или включением вентилятора, эти зависимости включают в модель до следующей квалификации. Нельзя компенсировать каждое расхождение произвольной командой и затем предъявлять такую запись как проверку исходного закона.

Результат этого опыта ограничен известным каналом управления. Он показывает, как источник, путь переноса, инерция системы и критерий остановки соединяются в одном расчёте. Для неизвестного взаимодействия потребовалась бы собственная установленная связь между управляющим параметром и физическим состоянием. Пока её нет, допустимо управлять проверенными сопутствующими процессами, например обычным нагревом аппаратуры, не называя это нейтрализацией предполагаемого нового поля.

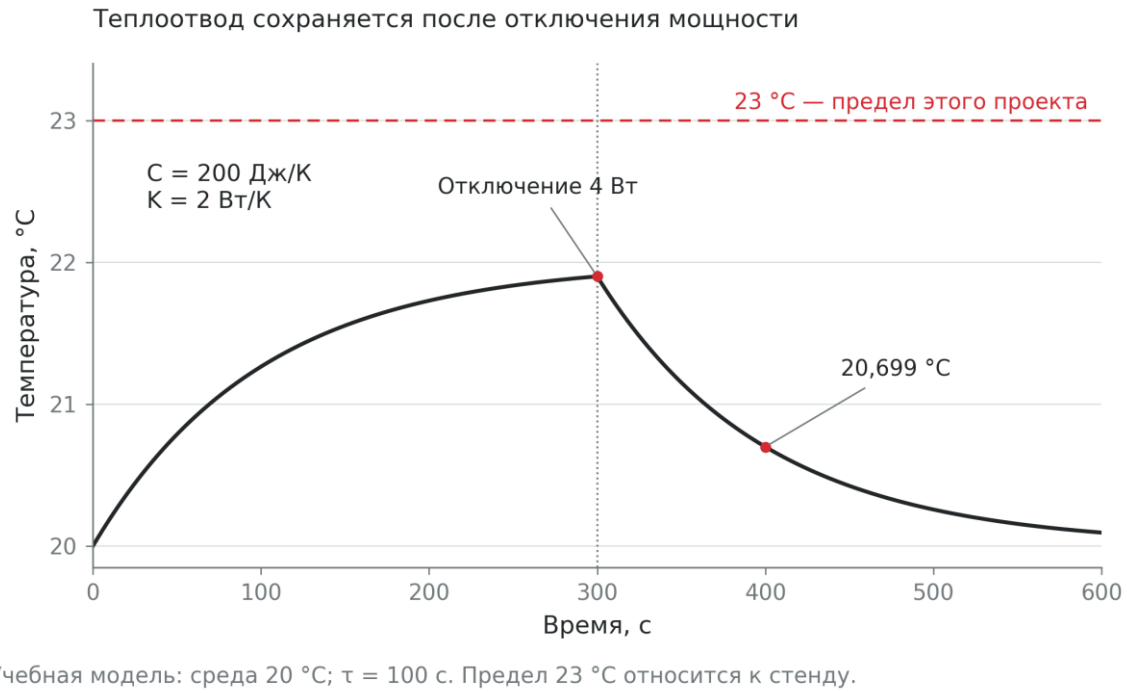


Рисунок 30. Тепловой переход при сохранённом теплоотводе. Рассчитанный переход учебного стенда при C=200 Дж/K, K=2 Вт/K и температуре среды 20 °C. Мощность 4 Вт отключается в момент 300 с при сохранении теплоотвода. Пунктирный предел 23 °C относится только к данному проектному примеру.

Глава 44

Подтверждение нейтрализации

Утверждение, которое предстоит доказать

Нейтрализация является выводом о конкретной угрозе и определённом действии, а не впечатлением от затихшего события. Исчезновение видимого эффекта совместимо с устранением

источника, ограничением передачи, изменением режима, уходом из поля наблюдения и отказом детектора. Поэтому процедура подтверждения начинается до вмешательства: требуется сформулировать, какое утверждение планируется получить и какие данные отличат его от альтернатив. Если критерии успеха придуманы после просмотра результата, выполненная работа остаётся поисковой и нуждается в новом подтверждении.

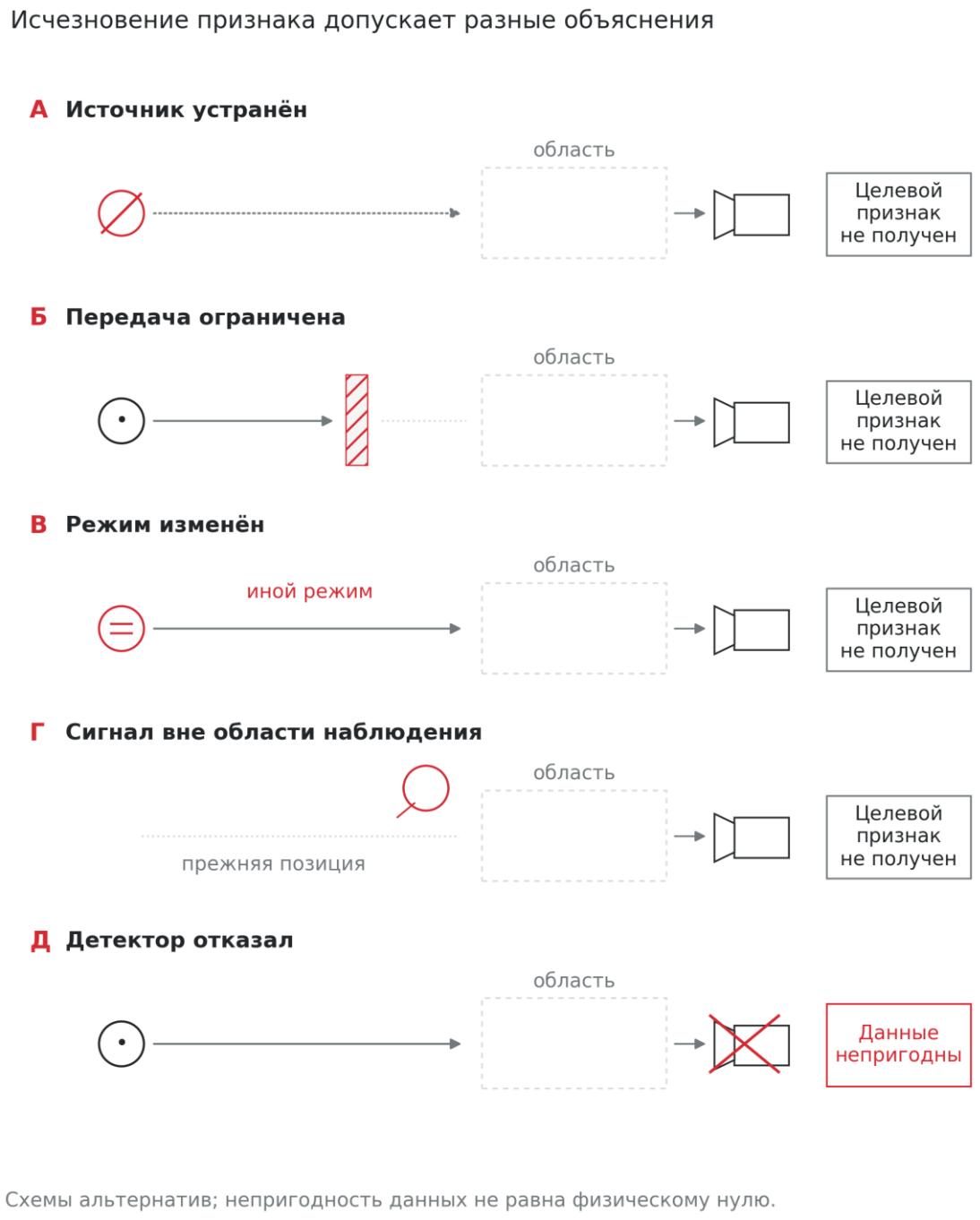


Рисунок 31. Пять объяснений исчезновения целевого признака. Пять логических альтернатив внешнему исчезновению целевого признака. Выделены устранение источника, ограничение передачи, изменение режима, выход из области наблюдения и отказ детектора. Последний случай означает непригодность данных, а не измеренный физический ноль; ни одна из альтернатив не выбирается самой схемой.

Авторский протокол различает механизм, измеряемое воздействие и решение о дальнейших действиях. Полная теория источника может отсутствовать, хотя определённый путь уже надёжно ограничен. Возможна и обратная ситуация: механизм понятен, но данных недостаточно для снятия ограничений. В радиационном регулировании завершение аварийного режима предполагает формальное решение и передачу ответственности; после него могут сохраняться мониторинг и ограничения [57]. Применение этой организационной логики к другим классам является предлагаемой адаптацией, а не заявлением об универсальном стандарте.

Досье результата

Руководитель задаёт проверяемое утверждение и область его действия. Профильный специалист определяет показатели реальной угрозы и применимые основания решения. Метролог подтверждает пригодность измерительной процедуры после вмешательства. Координатор безопасности сохраняет ограничения до согласованного вывода и вправе прекратить проверку. Хранитель данных собирает исходную конфигурацию, журнал действий, результаты и отклонения от плана. Независимый проверяющий оценивает, следует ли заявленный статус из этих материалов; он не должен ограничиваться подписью под уже подготовленным словом «успех».

В досье заранее определяют сравнение с исходным состоянием, контрольный фон, область наблюдения и временной горизонт. Горизонт выбирают по механизму, возможным задержкам, циклам и ресурсу защиты. Универсальный срок тишины не устанавливается. Если механизм неизвестен, наблюдение даёт ограниченное свидетельство о проверенном периоде; незнание не превращает любой удобный период в достаточный. Критерии также указывают условия, при которых данные недостоверны и вывод должен быть отложен независимо от низких показаний.

Проверка чувствительности после вмешательства

Первое действие анализа — подтвердить, что измерительная система сохранила возможность обнаружить нужный эффект. Проверяют конфигурацию, питание, диапазон, оптический или иной путь сигнала и доступные штатные свидетельства работоспособности. Для некоторых GM-приборов насыщение способно дать ложный ноль, поэтому падение показаний нельзя автоматически принимать за исчезновение поля [40]. Аналогичное рассуждение применяют к другим каналам через их конкретные механизмы отказа, не утверждая, что все датчики ведут себя одинаково.

Второе действие — проверить сопоставимость. Если после установки барьера прибор оказался в другом месте или изменил чувствительность, простая разность чисел не определяет эффект вмешательства. Нужна измерительная модель новой конфигурации и данные, позволяющие восстановить сравнение. Контрольный канал помогает оценить общую перемену фона. Независимость подтверждения требует иных существенных уязвимостей, а не только второго экземпляра прежней программы. Все исключённые интервалы сохраняют с причиной исключения; удобные для успеха пропуски не признаются нейтральными.

Третье действие — оценить, какой результат допускает наблюдательная серия. Испытание ложных тревог и проверка обнаружения относятся к разным характеристикам [3]. Отсутствие зарегистрированных событий ограничивает их проявление только в пределах чувствительности и объёма наблюдений. Редкий, периодический или зависящий от условий процесс может не проявиться в короткой серии. Поэтому итог включает неопределённость и охват проверки. При нехватке данных корректным статусом является недостаточность подтверждения, даже если практические меры временно сохраняют воздействие под контролем.

Статусы, сохраняющие смысл

Статус	Что подтверждено	Что требуется сохранять
Источник устранён	Установленный источник отсутствует либо прекратил функцию	Проверку оставшихся путей и последствий
Канал ограничен	Передача заданного воздействия снижена до установленного критерия в проверенных условиях	Барьер, его контроль и обслуживание
Состояние стабилизировано	Параметры удерживаются в заданной области	Необходимое управление и ресурсы
Объект изолирован	Контакты и переносы ограничены по паспорту	Учёт, удержание и ответственность
Наблюдается затихание	Эффект не зарегистрирован в указанном периоде	Границы вывода и дальнейшее наблюдение
Подтверждения недостаточно	Результат пока не различает существенные версии	Ранее обоснованные ограничения

Эти статусы могут относиться к разным каналам одного случая одновременно. Например, источник шума устранён, а материал остаётся изолированным до анализа. Общая надпись «безопасно» скрыла бы такое различие. Для обработки потенциально опасного материала подтверждение процесса и его эффективности должно относиться к заданным условиям; внешний вид не заменяет валидированный результат [39]. Заявление об устранении одного механизма не распространяют на угрозы, которые процедура не проверяла.

Развилка решения и прекращение проверки

Если критерии выполнены, независимый разбор подтверждает ограниченный статус и конкретные разрешённые действия. Если получены противоречивые данные, сначала проверяют измерения и условия, затем уточняют гипотезы; ограничения автоматически не снимаются. Если показатель ухудшается, проверку прекращают по предусмотренному плану. Если выполнить проверку безопасно невозможно, сохраняют доступный режим и фиксируют отсутствие доказательства. Запрещено создавать опасную ситуацию лишь для демонстрации того, что защита сработает: испытания функций должны иметь отдельное обоснование и допуск.

Заключение подписывают лица, отвечающие за научный вывод, безопасность и дальнейшее состояние объекта в пределах их ролей. В нём перечисляют остаточные воздействия, зависимость от работающих систем, непроверенные сценарии и основания пересмотра. Новое наблюдение, изменение среды или отказ защиты могут отменить прежнее разрешение без отмены достоверности старых измерений. Результат всегда относится к описанной конфигурации. Передача ответственности должна включать именно эту конфигурацию и условия её сохранения.

Учебный сценарий: после вмешательства свет исчез, но камера потеряла чувствительность из-за изменившегося оптического пути. Независимый канал продолжает регистрировать воздействие. Первая версия отчёта о нейтрализации отвергается; подтверждено лишь изменение условий наблюдения. В другом исходе оба пригодных канала показывают снижение, а контроль и последующая серия подтверждают его в согласованных условиях. Тогда допустим конкретный

положительный статус. Научная строгость проявляется в способности различить эти исходы до того, как желаемое завершение подменит проверку.

Глава 45

Завершение работ и последующее наблюдение

Работы завершают по определённому основанию: вопрос получил достаточный ответ, дальнейшая процедура не приносит нужных сведений, доступный режим стал неприемлемым или задача передана другой компетентной стороне. Ни одно основание не тождественно утверждению об исчезновении всех возможных опасностей. Прекращение исследования, окончание аварийного режима, снятие конкретного ограничения и допуск определённого использования участка являются разными решениями. Их смешение особенно опасно после яркого события, когда прекращение видимого проявления создаёт желание быстро объявить ситуацию полностью нормальной.

В требованиях МАГАТЭ к завершению ядерной или радиологической аварийной ситуации предусмотрены формальное решение, критерии и передача ответственности; после завершения могут сохраняться задачи наблюдения [57]. Для неизвестных явлений далее предлагается авторская адаптация организационной логики, а не расширение радиологических норм на любую аномалию. Реальные профильные требования сохраняют собственную область действия. Книга описывает способ не потерять ответственность при переходе между режимами, не создавая вымышленного универсального разрешительного документа.

Основания для завершения

Руководитель готовит предложение, в котором указаны выполненная задача, достигнутые результаты и оставшиеся неопределённости. Метролог описывает область действительно пригодных наблюдений. Профильные специалисты оценивают относящиеся к ним воздействия, а координатор безопасности проверяет последствия прекращения текущих действий. Хранитель подтверждает состояние материалов и незавершённые обязательства по передаче. Решение должно содержать конкретный следующий режим: сохранение ограниченного доступа, обычное использование при определённых условиях, передача профильной службе или прекращение исследовательской активности.

Основание нельзя строить только на отсутствии сигнала. Сначала проверяют, продолжала ли система наблюдать интересующую область, оставалась ли пригодной и не изменилась ли обработка. Затем оценивают, какие проявления могли остаться вне её чувствительности. Если исчезновение эффекта связано с изменением условий, эти условия становятся частью вывода. Допустимая формулировка относится к проверенному использованию, периоду и способу контроля. Обещание безопасности при любом будущем изменении выходит за пределы конечного исследования.

Завершение может быть частичным. Например, устранён известный технический источник помех, но отдельный редкий эпизод остаётся неопределимым. Это не препятствует закрытию конкретной ремонтной задачи, если основания эксплуатационного решения достаточны. Одновременно неопределимый случай не следует объявлять объяснённым для удобства общего отчёта. В документе перечисляют вопросы по отдельности и показывают, какие ограничения сохраняются. Такая запись позволяет продолжить исследование позже без восстановления искусственно утраченных различий.

Передача ответственности

Принимающая сторона получает описание состояния, действующих ограничений, критериев повторного обращения и доступных каналов связи. Передача считается состоявшейся после подтверждения понимания, а не после отправки файла. Указывают, кто контролирует оставленное оборудование, кто реагирует на сообщение и кто вправе изменить режим использования. Если владельца этих функций нет, проект не должен объявлять длительное наблюдение организованным. Необслуживаемая камера сама по себе не является системой последующего контроля.

Оставленные средства наблюдения требуют собственного плана. В нём определяют проверяемый признак, качество данных, периодичность проверки работоспособности и способ обнаружить потерю наблюдаемости. Частота и длительность выбираются из конкретной динамики и задачи, а не из универсального числа дней. Если сведений о динамике недостаточно, это ограничение сохраняют и используют консервативный режим, который действительно возможно поддерживать. Обещание непрерывного контроля при отсутствии персонала или ресурсов создаёт ложное основание для решения.

Критерий повторного открытия должен быть наблюдаемым. Им может стать подтверждённое возвращение определённого сигнала, изменение существенного условия использования или отказ обязательного защитного канала. Неопределённая фраза «если снова станет странно» не заменяет такого критерия, хотя новые сообщения людей также принимаются и регистрируются. Для них заранее предусматривают путь первичной оценки. Повторное открытие не означает автоматического подтверждения прежней гипотезы: новый эпизод получает собственную проверку происхождения и сопоставимости.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: в складском помещении наблюдались локальные температурные отклонения. Проверка выявила неисправность известного технического контура, которую устранили и проверили в предусмотренных режимах. Исследовательская группа завершает эту задачу, сохранив условия эксплуатации и контроль повторного отклонения. Позднее помещение перестраивают, меняя расположение оборудования и воздушные потоки. Прежнее решение не переносится автоматически на новую конфигурацию. Повторная оценка требуется из-за изменения оснований, даже если никто ещё не сообщил о необычных ощущениях.

Этот пример показывает, почему акт завершения должен быть связан с конфигурацией, а не только с календарной датой. Не менее существенны зависимости от внешних систем, доступность обслуживания и допустимые изменения. Когда условие перестаёт выполняться, первоначальная уверенность не исчезает задним числом: она просто больше не описывает новую ситуацию. Хорошо составленный документ позволяет заметить этот переход до появления нового инцидента и выбрать ограниченную проверку вместо повторения всего исследования без различия задач.

Сообщение участникам и заинтересованным сторонам должно отделять установленное от предполагаемого. Человеку, сообщившему о необычном переживании, можно объяснить, что конкретная внешняя причина не подтверждена или определённый приборный эффект получил техническое объяснение. Это не даёт основания объявить его рассказ сознательным обманом. Одновременно нельзя обещать подтверждение личной интерпретации ради успокоения. Прозрачное сообщение сохраняет смысл результата и снижает риск того, что завершение работ будет понято как сокрытие или как признание всех первоначальных предположений.

Материалы закрытого этапа сохраняют с описанием доступа, сроков и условий повторного анализа. Образцы передаются или выводятся из работы по применимым профильным процедурам; неизвестное состояние не становится обычным только из-за завершения проекта. Персональные данные не публикуются автоматически вместе с научными выводами. Если впоследствии обнаружена ошибка, существует путь исправления отчёта и уведомления тех, чьи решения от него зависели. Завершение этапа не должно разрушать возможность ответственного пересмотра.

Окончательный результат этого этапа — устойчивое соответствие между известным состоянием, разрешённой деятельностью и назначенной ответственностью. Научный вопрос может оставаться открытым, а практическая задача иметь достаточное ограниченное решение. Возможна и обратная ситуация: механизм понятен, но приемлемый способ управления ещё не подтверждён. Раздельная фиксация этих состояний позволяет закончить работу честно и организованно, не выдавая ни незнание за катастрофу, ни прекращение наблюдений за доказанное исчезновение процесса.

Глава 46

Экспертная оценка противоречивых результатов

Противоречие между результатами не всегда означает, что одна сторона наблюдала истину, а другая ошиблась. Исследования могли измерять разные величины, использовать разные условия или отвечать на разные вопросы. Экспертиза начинается с восстановления точного содержания утверждений. «Сигнал зарегистрирован», «сигнал необычен для модели» и «обнаружен новый механизм» представляют три ступени вывода. Согласие на первой не требует согласия на третьей. Пока ступени не разделены, спор легко превращается в обмен общими позициями вместо проверки данных.

Первый рабочий документ экспертизы содержит перечень утверждений и их опор. Для каждого указывают исходные материалы, преобразования, модель неопределённости и условия применимости. Затем выделяют общую часть: какие события, числа или ограничения признают все участники. Эта часть не определяется минимальным удобным компромиссом. Она должна быть подтверждена доступными основаниями. Разногласия группируют по месту возникновения: регистрация, обработка, статистическая оценка, механизм или практическое решение.

Компетентность и независимость

Предлагаемый авторский протокол назначает руководителя экспертизы, хранителя общего набора материалов и специалистов по спорным звеньям. Исследователь, создавший прибор, полезен для объяснения его работы, но не заменяет независимого проверяющего. Внешний эксперт, напротив, не должен делать уверенные выводы о недоступной ему конфигурации. Участники раскрывают существенные профессиональные и финансовые связи. Это позволяет оценивать зависимости, не превращая принадлежность к организации или научной школе в автоматическое доказательство правоты либо ошибки.

Количество подписей не заменяет качество аргумента. Десять заключений, основанных на одном преобразованном графике, могут иметь общую уязвимость. Одно независимое измерение способно изменить оценку, если оно действительно проверяет спорное звено. Однако необычная версия не получает преимущество только из-за меньшинства её сторонников. Для всех объяснений требуется соответствие данным и проверяемые следствия. Версия, несовместимая с установленными условиями, не должна сохраняться на равных исключительно ради внешней сбалансированности отчёта.

Полезно сформулировать для каждой стороны вопрос: какое доступное наблюдение изменило бы её оценку? Ответ должен быть достаточно конкретным, чтобы из него можно было построить проверку. Если предлагается бесконечное число исключений, объяснение теряет практическую различимость. Его можно оставить как программу дальнейшей теоретической разработки, но нельзя использовать как готовый механизм для выбора вмешательства. Экспертиза вправе признать, что на данном этапе некоторые формулировки вообще не принадлежат одной проверяемой системе сравнения.

Как выбирается различающая проверка

Приоритет получает проверка, которая уменьшает существенное разногласие при приемлемом риске и доступных ресурсах. Иногда это новый опыт, иногда повторный анализ исходных данных с восстановленной метаинформацией. Повторять дорогое воздействие нет смысла, если спор возник из-за единиц или временной шкалы. Но и бесконечное перерассматривание старого файла не помогает, когда обе модели одинаково хорошо описывают его. Тогда нужен новый канал или иной диапазон условий, в котором предсказания расходятся.

Узел разногласия	Проверяемый вопрос	Возможный результат
Исходная запись	Совпадают ли сохранённые версии?	Локализация различия данных
Обработка	Какой шаг меняет вывод?	Сопоставление моделей анализа
Механизм	Где различаются прогнозы?	Новый ограниченный опыт
Практическое решение	Какие последствия остаются?	Режим с явными ограничениями

История согласованных проверок предполагаемого предвидения показывает необходимость учитывать всю последовательность исследований, а не выбирать отдельный удобный результат [14, 15]. Для экспертизы важен общий принцип: исходная гипотеза, обнаруженная позднее закономерность и её последующие проверки имеют разный статус. Если эффект меняет направление, нужно выяснить, предсказывала ли это модель заранее. Переименование противоположного результата в подтверждение без нового ограничения не решает противоречия и не создаёт устойчивого механизма.

Эксперты заранее согласуют критерии корректного исполнения следующей проверки и способ доступа к материалам. Они могут расходиться в теоретической оценке, но должны понимать, что считается пригодной записью и каким образом будут учтены нарушения. Если согласия добиться нельзя, заключение фиксирует конкретные несовместимые требования. Процедура не становится независимой благодаря одной фамилии проверяющего: важны происхождение данных, свобода анализа и возможность сообщить неудобный результат без его последующего удаления из итогового текста.

Учебный сценарий

Вымышленный учебный сценарий: первая группа сообщает о кратком сдвиге частоты, вторая на той же территории его не обнаруживает. Публичный спор первоначально выглядит как прямое опровержение. При сравнении выясняется, что вторая система сохраняла только усреднённые значения за более длительные интервалы. Нулевой результат этой системы не проверяет полностью кратковременное предсказание первой. Одновременно первый прибор использовал

общий опорный канал с местным оборудованием. У обеих сторон обнаруживаются ограничения, требующие новой согласованной серии.

Различающий опыт в этом сценарии сохраняет подходящее временное разрешение и вводит независимую опору. Если исходный сдвиг исчезает вместе с устранением общей зависимости, техническое объяснение усиливается. Если сохраняется, вопрос переносится на другие пути влияния и механизм. До проведения серии корректное заключение не объявляет победителя. Оно устанавливает, что прежние результаты не были полностью сопоставимы, а доступные данные не позволяют выбрать между оставшимися объяснениями.

Практическое решение может требоваться раньше научного разрешения спора. Тогда координатор безопасности оценивает последствия допустимых сценариев, не выдавая защитную меру за доказательство самой опасной теории. Например, ограничение определённой операции может быть оправданно недостаточной наблюдаемостью, даже если новый физический механизм не установлен. Обоснование должно прямо назвать эту причину. Иначе временная осторожность превращается в публичное свидетельство явления, которое экспертиза в действительности не подтвердила.

Итоговое заключение содержит общие установленные положения, нерешённые противоречия, отклонённые аргументы и причины отклонения. Существенное особое мнение сохраняется вместе с конкретными основаниями, а не в виде неясной пометки о несогласии. Отдельно указывают, какие новые сведения могут изменить решение. Если данных недостаточно, это полноценный результат экспертизы. Он позволяет направить ресурсы на нужную проверку и препятствует подмене исследовательской программы спором о доверии к отдельным людям.

Хорошая экспертиза не обязана завершаться единой теорией. Её задача — сделать противоречие точнее, уменьшить число совместимых ошибок и определить следующий оправданный шаг. Именно здесь соединяются классификация, измерение, организация и разработка приборов. Там, где существующие данные не различают модели, возникает конкретное техническое требование к новому наблюдению. Так научное несогласие превращается в задачу исследования, сохраняя различие между тем, что уже установлено, и тем, что ещё предстоит проверить.

Часть X

Приборы и развитие экстранауки

Глава 47

Архитектура универсального измерительного комплекса

Универсальность измерительного комплекса означает возможность перестраивать наблюдение под разные физические задачи. Она не означает чувствительности ко всему существующему. Основой служит архитектура, в которой можно установить происхождение каждого отсчёта, состояние канала и границы его применимости. Такой комплекс должен помогать отличать неизвестный внешний процесс от собственного отказа. Чем необычнее предполагаемый эффект, тем важнее эта диагностическая функция.

Пять уровней системы

Первый уровень составляют сменные измерительные модули, каждый с определённой величиной, диапазоном и полосой. Второй — локальная регистрация: преобразование сигнала, аппаратный счёт, сохранение исходных отсчётов и признаков состояния. Третий — сравнение времени и координат между узлами. Четвёртый — средовые и контрольные каналы. Пятый — обработка и представление. Выход последнего уровня не должен быть единственным сохранившимся следом события.

Возможный модульный набор включает оптическую регистрацию, измерение температуры и давления, акустический канал, магнитометр, контроль электропитания и движения основания. Другие модули добавляют по гипотезе и условиям применения. Радиометрические, химические или биологические исследования требуют профильной компетенции и подходящего оборудования. Перечень модулей не является обязательным комплектом для любого случая: неподходящий сенсор создаёт дополнительные данные, но не обязательно дополнительное знание.

Каждый узел хранит локальную последовательность измерений, монотонный счётчик и сведения о соответствии внешней шкале времени. Коррекция часов записывается как событие, а не уничтожает историю. При потере связи накопитель продолжает сохранять данные в пределах своей ёмкости; достижение предела создаёт явный признак неполноты. Повторная передача не должна менять порядок исходных отсчётов или превращать пропуск в нулевой сигнал.

Цепи независимости

Резервирование оценивают по общим причинам отказа. Одинаковые приборы могут разделять питание, программную ошибку, опорный генератор или воздействие среды. Разделение отдельных компонентов уменьшает определённые зависимости, но не устанавливает абсолютную независимость [7]. Поэтому для каждой пары каналов составляют карту связей: общий источник энергии, общая синхронизация, общий преобразователь, общая программа и общий путь данных.

Например, две камеры с собственными накопителями дают более независимое сохранение изображений, чем два экрана одного сервера. Но одинаковая прошивка и общая внешняя синхронизация всё ещё связывают их поведение. Разные протоколы получения времени тоже могут вести к одному исходному эталону [9]. Практическая задача состоит в выборе независимости относительно проверяемого отказа. Если исследуется ошибка сети, нужен автономный тракт; если температурный дрейф — разнородный отклик и контроль среды.

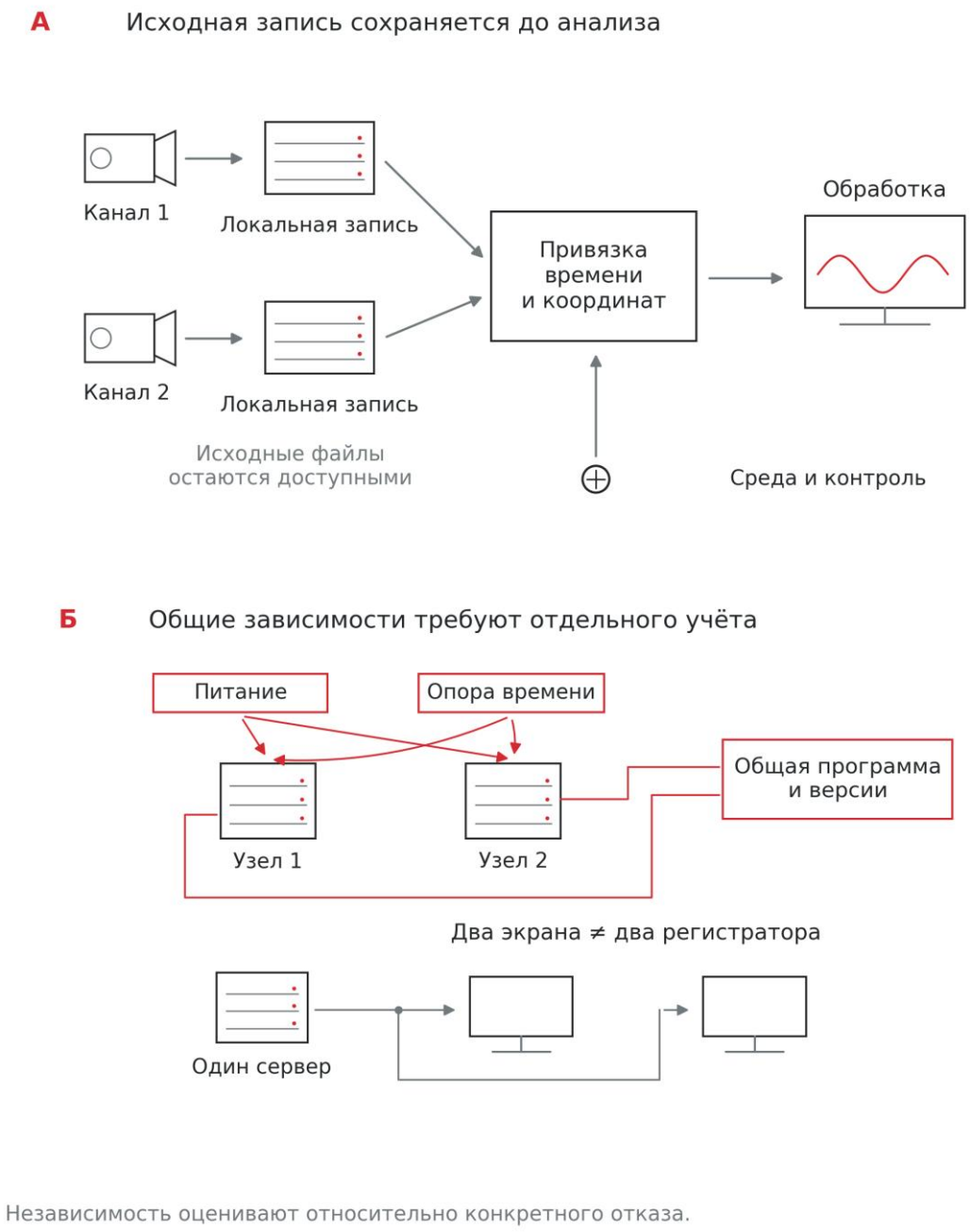


Рисунок 32. Где заканчивается независимость измерительных каналов. Схема измерительного комплекса и его раскрытых зависимостей. Локальные исходные записи сохраняются до объединения и анализа, но раздельные накопители не устраняют общие питание, опору времени или программную ошибку. Два экрана одного сервера не дают двух независимых регистраций.

Средовой канал должен позволять количественно оценивать вклад помех, а не просто показывать красивую соседнюю кривую. В исследованиях лазерно-интерферометрической гравитационно-волновой обсерватории LIGO для этого использовали оценки связи внешних воздействий с основным каналом, учитывая ограничения размещения датчиков и нелинейности [55]. Для предлагаемого комплекса аналогичная логика означает предварительное испытание на безопасном стенде: какие изменения окружающих условий способны породить наблюдаемый сигнал и с какой неопределённостью?

Регистрация события без потери контекста

Постоянная запись всех высокочастотных каналов может оказаться технически невозможной. Тогда используют кольцевой буфер, сохраняющий интервал до и после срабатывания. Однако правило запуска становится частью отбора данных. Если буфер сохраняется только при тревоге одного сенсора, статистика остальных каналов уже условна относительно этой тревоги. Для оценки фоновых совпадений необходимы контрольные окна, выбранные независимо от интересующего эффекта.

Состояние канала включает больше, чем флаг «работает». Сохраняют режим усиления, интегрирование, насыщение, температуру корпуса, потерю пакетов, калибровочную версию и команды оператора. Автоматическая смена диапазона может сделать соседние отсчёты несопоставимыми без поправки. Система представления должна показывать такие границы и различать измеренное значение, оценку модели и недоступный результат. Отсутствующая величина не окрашивается как нормальная.

Авторский порядок развёртывания

1. Руководитель определяет наблюдаемые признаки и режим работы; метролог выбирает минимальный достаточный набор модулей и карту зависимостей.
2. Оператор проверяет локальное сохранение, потерю связи и восстановление передачи на безопасной площадке до развёртывания.
3. Хранитель данных закрепляет схему имён, версий и доступа; исходный поток отделяется от изменяемых аналитических продуктов.
4. Профильный специалист подтверждает применимость модулей к среде, а координатор безопасности устанавливает критерии возвращения аппаратуры в безопасный режим.
5. Перед основной серией группа записывает фон и контрольный отклик; после завершения повторяет проверку работоспособности.

Продолжение допустимо, пока известны рабочие состояния ключевых каналов и можно восстановить происхождение результата. Потеря независимого эталона не всегда требует выключать всю систему, но должна автоматически ограничивать класс возможных выводов. Если прекращается контроль состояния опасной среды, режим исследования останавливают независимо от сохранности научных каналов. Диагностика и безопасность не должны зависеть от единственного процесса обработки.

Итоговая архитектура должна допускать замену модуля без разрушения происхождения данных. Новый датчик подключается с собственной моделью отклика и отдельной квалификацией, а не получает доверие по факту совместимости разъёма. Такой комплекс развивается вместе с исследовательской программой: сохраняет устойчивую основу регистрации и предоставляет место для устройств, принципы которых ещё предстоит проверить.

Глава 48

Проектирование нового датчика

Создание нового датчика начинается с недостатка определённого измерения. Формулировка «нужен прибор для аномалий» слишком широка: она не позволяет выбрать чувствительный элемент, диапазон или проверку работоспособности. Полезная задача звучит иначе: требуется различать заданный отклик двух систем, регистрировать короткое изменение конкретной величины или отделять физический эффект от общего дрейфа. Так неопределённость явления превращается в инженерное требование, которое можно проверить до встречи с неизвестным объектом.

Измерительная модель предшествует конструкции

В простом линейном приближении выход прибора можно представить как $q(f) = H(f)x(f) + n(f)$, где x — исследуемое воздействие, H — частотная характеристика преобразования, а n — совокупный шум. Такая запись требует указать единицы всех величин, полосу и предел линейности. Если взаимодействие нелинейно, модель должна содержать соответствующие члены. Название нового поля не заменяет неизвестную функцию H.

Когда отклик зависит от произведения неизвестной амплитуды поля и неизвестной силы связи, единственный канал обычно определяет только их сочетание. Нельзя объявить измеренной амплитуду, произвольно выбрав коэффициент. Возможны дополнительные сенсоры, независимые ограничения или честная формулировка результата через произведение параметров. Это решение влияет на весь проект: какую величину калибруют, что указывают на дисплее и какие выводы разрешает программное обеспечение.

Сравнение разных физических систем является реальным исследовательским подходом: в спектроскопическом поиске определённых гипотетических взаимодействий использовали совместный анализ откликов атомных переходов и кварцевого генератора [26]. Однако новый проект должен заново определить свои коэффициенты и ограничения. Внешнее сходство аппаратуры с опубликованной установкой не передаёт ей измерительные характеристики и не подтверждает искомый механизм.

Авторский пример дифференциального прототипа

Рассмотрим условную задачу: модель предсказывает различный частотный отклик двух материалов на один параметр. Предлагаемый прототип содержит два резонансных элемента, отдельный контроль их температуры, тракт сравнения частот и независимую запись состояния опоры. Дополнительный электронный канал получает известный тестовый сигнал для проверки обработки. Конструкция пока является проектом измерения; существование предсказанного взаимодействия не принимается за установленное.

Разность откликов удобно записать как $D = q_1 - \kappa q_2$. Коэффициент к выбирают по заранее определённой задаче подавления известной общей помехи и проверяют на отдельной серии. Но эффективная чувствительность к искомому воздействию также станет разностью соответствующих коэффициентов. Если она обнулится, устройство будет успешно подавлять собственный целевой сигнал. Поэтому повышение стабильности результата ещё не доказывает улучшение чувствительности.

В безопасном стенде сначала изменяют контролируемые обычные условия в пределах паспортного применения элементов и измеряют их влияние. Раздельно проверяют температурную чувствительность, дрейф опоры, механическое состояние и обработку. Затем оценивают, какие

комбинации этих воздействий имитируют целевой прогноз. Только после этого полезно обсуждать уменьшение размеров, увеличение автономности и более сложные методы подавления шума.

Калибровочный аналог имеет ограниченный смысл. Известное воздействие может подтвердить, что чувствительный элемент и тракт реагируют на изменение частоты определённого вида. Оно не доказывает, что неизвестное поле действительно вызывает такое изменение. Разработчик обязан разделить подтверждённую характеристику прибора и условную интерпретацию его показаний. В интерфейсе предпочтительна измеряемая величина с неопределённостью; название гипотетического источника допустимо только в аналитическом заключении.

Этапы разработки и критерии перехода

1. Руководитель исследования задаёт наблюдаемое различие, диапазон и предполагаемые альтернативы; профильный специалист обосновывает физическую связь с чувствительным элементом.
2. Метролог составляет бюджет шума и систематических влияний, проверяет размерность и определимость параметров до изготовления полного комплекса.
3. Оператор собирает минимальный диагностируемый прототип в разрешённой лабораторной среде; хранитель данных фиксирует конфигурацию и каждое изменение.
4. После испытаний известными воздействиями независимый специалист оценивает, сохраняется ли целевая чувствительность при подавлении помех.
5. Решение о полевом применении принимают только после отдельной проверки устойчивости, безопасного отказа и пригодности внешних условий.

Причиной возврата к модели может стать не только недостаточная чувствительность. Если два существенных механизма дают неразличимые отклики во всех доступных конфигурациях, улучшение электроники не решит задачу идентификации. Потребуется другой чувствительный элемент или дополнительное наблюдение. Аналогично, слишком медленный отклик нельзя исправить увеличением частоты записи: регистрируемая динамика ограничена физическим процессом преобразования.

Основания для остановки прототипа включают нестабильное питание, перегрузку, потерю контроля состояния и необъяснённый нагрев. Эти признаки сначала рассматривают как инженерные отказы. Необычный выход в момент повреждения не превращается в полезное обнаружение. Координатор безопасности сохраняет право прекращения испытания, даже если разработчик считает возникший сигнал потенциально важным.

Готовность нового датчика подтверждается не наличием корпуса или демонстрационной кривой, а выполнением заявленной измерительной задачи. Должно быть известно, что он способен различить, какие обычные воздействия его обманывают и когда его результат становится недействительным. Если физическая связь с предполагаемым явлением пока не установлена, разработка может завершиться качественным прибором для нового вида измерений. Это самостоятельный результат, который создаёт основу для последующего открытия.

Глава 49

Испытание прибора и подтверждение характеристик

Испытание должно проверять обещание, которое прибор даёт исследователю. Калибровка устанавливает связь показаний с известными значениями, но не отвечает на все вопросы

обнаружения. Прибор может точно измерять постоянный сигнал и пропускать короткие события; редко тревожиться и почти ничего не обнаруживать; хорошо работать в одной температуре и ошибаться после переноса. Поэтому характеристики подтверждают раздельно, в условиях, соответствующих будущему применению.

От калибровки к обнаружению

Для измерительного канала проверяют смещение, повторяемость, зависимость от диапазона, временной отклик и существенные влияющие величины. Для системы обнаружения добавляют вероятность регистрации целевого события, частоту ложных тревог, задержку решения и поведение при недоступных данных. Эти характеристики относятся к выбранному правилу принятия решения. Изменение порога или фильтра после испытания создаёт новую конфигурацию, для которой прежнее подтверждение может быть недостаточным.

Официальный отчёт NIST о ложных тревогах радиационных систем показывает, как требования к частоте ошибок и уровню доверия связываются с объёмом испытаний и правилом принятия [3]. Для другой аппаратуры сохраняется общая статистическая логика, но не автоматически конкретная процедура. Необходимо проверить предпосылки: что считается одной попыткой, насколько попытки независимы и остаются ли условия сопоставимыми.

Простой самостоятельный расчёт поясняет значение нулевого результата. Пусть в N независимых одинаково устроенных контрольных попытках ложных тревог не было. При истинной вероятности ошибки p вероятность такого исхода равна $(1 - p)^N$. Односторонняя верхняя граница с доверительностью 95% получается из выражения:

$$p_{95} = 1 - 0{,}05^{\frac{1}{N}}.$$

При тысяче попыток она составляет примерно 0,3%. Ноль наблюдавшихся ошибок поэтому не означает нулевую вероятность ошибки.

Этот расчёт нельзя применять к тысяче соседних отсчётов одного медленно меняющегося процесса как к тысяче независимых испытаний. Корреляция, изменение условий и выбор удобных участков нарушают предпосылки. Для непрерывной работы может потребоваться модель частоты событий на единицу времени, а не доли неудачных попыток. В отчёте указывают фактическую длительность наблюдения, структуру зависимости и условия, на которые распространяется оценка.

Положительные и отрицательные проверки

Контрольные серии должны содержать как отсутствие целевого воздействия, так и воздействия, которые прибор обязан различать. Проверяют несколько амплитуд, длительностей и положений в рабочей полосе. Набор для настройки отделяют от набора для оценки. Если разработчик видел все результаты и подбирал по ним порог, последующая демонстрация на тех же данных показывает пригодность подгонки, а не независимую характеристику.

Программная подстановка искусственного сигнала проверяет обработку, но не чувствительный элемент. Физическое калибровочное воздействие проверяет больший участок тракта, однако тоже имеет собственную неопределённость и может не имитировать все свойства исследуемого процесса. Эти уровни полезны вместе. В методах контроля внешних помех учитываются ограничения связи между местом контрольного воздействия, средовыми датчиками и главным каналом [55]. Их нельзя скрывать за словом «проверено».

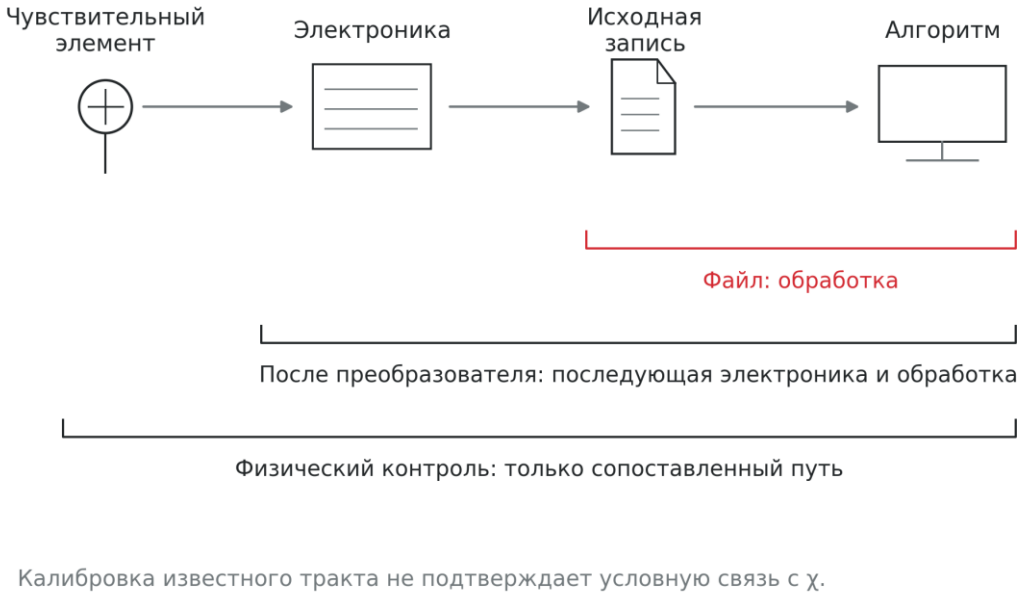


Рисунок 33. Какую часть тракта проверяет контрольное введение. Область калибровочной проверки определяется точкой введения известного воздействия. Подстановка файла проверяет обработку; введение после преобразователя охватывает последующий тракт. Физическая проверка распространяется только на явно сопоставленные звенья и не подтверждает сама по себе условное новое взаимодействие χ.

Особое испытание посвящают неправильным условиям. Система должна различать выход за диапазон, насыщение, потерю опоры и прекращение поступления данных. Безопасный результат такого состояния — явный признак недостоверности и предусмотренное ограничение режима. Отображение нуля опасно, если пользователь понимает его как отсутствие воздействия. Проверять перегрузку следует только валидированными средствами и в допустимой испытательной среде, а не созданием неизвестной опасности.

Авторский протокол квалификации

1. Руководитель фиксирует проверяемые характеристики и правило принятия до начала серии; метролог задаёт эталоны, неопределённости и диапазон условий.
2. Оператор выполняет заранее подготовленные последовательности, по возможности не зная порядка контрольных воздействий; хранитель данных сохраняет все прогоны.
3. Профильный специалист отдельно оценивает измерительный тракт и алгоритм обнаружения, включая пропуски, задержку и ложные тревоги.
4. Независимая проверка проводится после завершения настройки; изменение существенного элемента требует определения объёма повторной квалификации.
5. Координатор безопасности подтверждает поведение при отказе и останавливает испытание при потере контролируемости условий.

После успешной серии составляют паспорт действительности результата. Он содержит версию аппаратуры и программного обеспечения, условия среды, калибровочные зависимости, подтверждённые диапазоны и правила повторной проверки. Необходимо определить события, после которых прежняя характеристика требует пересмотра: ремонт, транспортное повреждение,

смена чувствительного элемента, существенный дрейф или неизвестная перегрузка. Периодическое обслуживание назначают по фактической стабильности и условиям эксплуатации.

Критерий выпуска должен включать не только среднее качество, но и предсказуемость ограничений. Если прибор хорошо работает в основной серии, но не распознаёт потерю опоры, он не готов к задаче, где такая потеря возможна. Если проверочный набор не содержит коротких импульсов, характеристика длительного сигнала не распространяется на них. Непроверенная область обозначается прямо, даже когда конструкция выглядит законченной.

Завершённая квалификация не превращает прибор в судью природы явления. Она устанавливает, какие наблюдения могут считаться надёжными в определённых условиях. Причина сигнала остаётся отдельным исследовательским вопросом. Именно такое разделение позволяет использовать новый датчик для неизвестного: доверие относится к измерительной процедуре и её раскрытым пределам, а объяснение продолжает проверяться независимо.

Охват поиска и эффективная экспозиция

Отрицательный результат характеризует определённый поиск. Его охват задают амплитуда, длительность и форма сигнала, пространственная область, состояние аппаратуры и пригодное время. Календарный срок работы не равен времени, в течение которого заданный сигнал мог быть обнаружен. Сеанс с утраченной записью, насыщенным входом или неустановленной конфигурацией сохраняется в журнале, но его вклад в охват пересматривается.

Пусть для заранее заданного семейства сигналов вероятность обнаружения в момент t равна η(t). Вне пригодных интервалов η равна нулю. Если интересует постоянная частота событий во времени, полезной величиной становится эффективная экспозиция. Она относится именно к этому семейству сигналов; для коротких, слабых или пространственно иначе расположенных событий получится другая функция эффективности.

$$T_{\mathrm{eff}} = \int_{\mathcal{T}} \eta(t)\,dt$$

Учебный календарный период	Пригодное время	Принятая эффективность	Вклад в Тэфф
Первые 4 суток	3 суток	0,50	1,5 суток
Следующие 3 суток	2 суток	0,50	1,0 сутки
Последние 3 суток	3 суток	0,50	1,5 суток
Всего 10 суток	8 суток	0,50	4,0 суток

Для пояснения примем стационарный пуассоновский поток с частотой λ, независимую регистрацию каждого события и известную эффективность. Считаем, что целевых обнаружений нет, правило выбора не менялось, а связь между модельными событиями и зарегистрированным признаком задана. Среднее ожидаемое число обнаружений равно λТэфф. Вероятность нуля равна exp(−λТэфф), поэтому односторонняя верхняя 95-процентная граница имеет следующий вид.

$$\lambda_{95} = \frac{-\ln(0.05)}{T_{\mathrm{eff}}}$$

При Тэфф = 4 суток получаем λ95 = 0,7489 события в сутки. Этот учебный результат ограничивает частоту заданного семейства событий при перечисленных предпосылках. Он не относится к сигналам иной длительности, к необследованным местам или к модели, в которой события возникают преимущественно во время пропусков. В последнем случае стационарность должна быть пересмотрена, а отсутствие регистрации в рабочие интервалы не закрывает вопрос.

Эффективность также имеет неопределённость

В реальном испытании эффективность оценивают введением известных безопасных сигналов или моделированием с проверенным переносом на измерительный тракт. Для каждой амплитуды и длительности сохраняют число введений и число обнаружений. Испытание обработки готового файла подтверждает только обработку; введение сигнала после чувствительного элемента не проверяет сам элемент. Подтверждение полного пути требует отдельного способа воздействия и ясного описания того, какие звенья он охватывает.

Если из 200 независимых одинаково устроенных контрольных введений обнаружены 100, оценка η = 0,5 имеет неопределённость. Предположим, что эти введения представляют то же семейство сигналов и ту же общую эффективность, которая действовала на всех восьми пригодных сутках. Консервативный учебный расчёт может выделить вероятность ошибки 0,025 для нижней границы эффективности и 0,025 для границы пуассоновского счёта. Точная односторонняя нижняя биномиальная граница уровня 97,5% составляет примерно 0,4287. При восьми пригодных сутках нулевой счёт тогда даёт верхнюю границу −ln(0,025)/(8×0,4287), примерно 1,076 события в сутки. Совместное покрытие не ниже 95% следует из суммирования двух рисков ошибки, если обе исходные модели действительны. Число 0,749 для точно известной эффективности здесь было бы чрезмерно сильным.

Карта эффективности позволяет сравнить улучшения прибора. Увеличение длительности работы помогает при редких событиях, уменьшение шума — при слабом сигнале, а повышение частоты записи — лишь тогда, когда физический преобразователь и передача сохраняют соответствующую полосу. Выбор следующей разработки связывают с ограничивающим звеном. Полное учебное исследование редкого события приведено в деле 8.

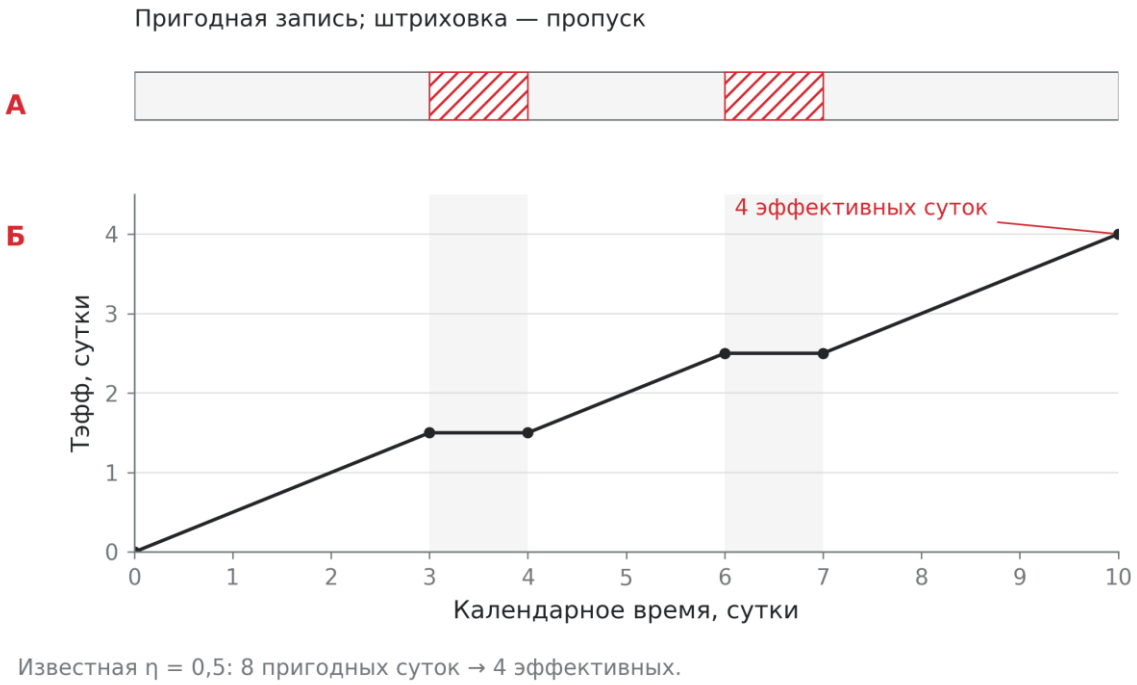


Рисунок 34. От календарного срока к эффективной экспозиции. Учебный расчёт эффективной экспозиции на десяти сутках. Пропуски 3–4 и 6–7 суток исключены из пригодного наблюдения; при точно известной эффективности 0,5 восемь пригодных суток дают четыре эффективных. На пропусках кривая не растёт; это не свидетельство отсутствия событий.

Глава 50

Проект автономного сравнения часов

Этот проект создаёт прибор для сравнения фазы и относительной частоты нескольких генераторов. Его непосредственный результат — временной ряд разностей с установленной неопределённостью. Устройство пригодно для проверки временных меток, переносных регистраторов и умеренных частотных изменений. Оно не является готовым детектором изменения собственного времени: такой вывод требует физической программы главы 13. Все численные требования и данные ниже относятся к авторскому учебному проекту, который должен пройти реальные испытания перед применением.

Задача и измеряемая величина

Выберем рабочую цель: различать дополнительное относительное изменение частоты 10^{-6}, сохраняющееся 100 с. Это соответствует накоплению дополнительной разности времени 100 мкс. Исходные частоты могут иметь заметное постоянное смещение; оно оценивается по отдельному фоновому участку. Проект не требует от обычного кварца стабильности 10^{-15}. Более слабый эффект допустимо включить в паспорт только после нового расчёта и подтверждения суммарного бюджета.

Генераторы A и B дают номинальные сигналы 10 МГц. Каждый отдельный делитель формирует импульс после десяти миллионов своих периодов. Нумерация этих импульсов сохраняется непрерывно. Определим xAB(k) как время прихода импульса B минус время прихода одноимённого импульса A. При таком знаке более быстрый A создаёт возрастающий xAB. Для

малых относительных отклонений средняя разность частот на интервале τ находится по изменению этой величины.

$$\overline{y}_{AB}(t,\tau) = \frac{x_{AB}(t+\tau) - x_{AB}(t)}{\tau}$$

Сравнение сигналов после деления до редких импульсов и регистрация их временной разности являются установленным измерительным подходом. Руководство NIST рассматривает его вместе с анализом фазовых записей, дрейфа и стабильности на разных временах усреднения [67]. Здесь используется умеренное цифровое разрешение, чтобы сделать ограничения каждого звена видимыми и отделить счёт от физических свойств генераторов.

Схема связей и состав узла

Узел	Проектная характеристика	Функция и проверка
Генераторы A и B	Номинально 10 МГц; свободный ход во время серии	Два сравниваемых периодических процесса
Генератор C	Независимый модуль 10 МГц	Опора шкалы счётчика; отдельный делитель и третий захватываемый вход
Делители	Раздельный непрерывный счёт; выход около 1 Гц	Сохранение номера периода без автоматического сброса
Аппаратный регистратор	Умножитель/PLL 10 → 100 МГц; шаг 10 нс; счётчик не менее 64 бит	Захват фронтов до программной передачи; запись состояния захвата PLL
Контроль среды	Температура каждого модуля; питание; состояние корпуса	Оценка обычных частотных влияний
Локальный накопитель	Исходные метки, номера импульсов и флаги потерь	Запись без обязательной доступности сети

Сигнал каждого генератора проходит собственный буфер, согласование логических уровней и делитель. Фронт делителя фиксируется аппаратным входом регистратора; микроконтроллер передаёт уже захваченную метку, а не назначает её по времени выполнения программы. Общий счётчик работает от 100 МГц, полученных из 10 МГц генератора C умножителем с фазовой автоподстройкой частоты, PLL. Этот узел добавляет собственный джиттер, который проверяют в составе регистратора; потеря захвата PLL отмечает непригодный участок. Умножение не улучшает физическую стабильность C. Отдельный делитель C подаёт импульсы на третий захватываемый вход. Поскольку C одновременно задаёт шкалу, это диагностический канал, а не независимое подтверждение её правильности. Кабели, входные пороги и задержки также входят в калибровку разности каналов.

Питание модулей организуют раздельными регулируемыми ветвями с регистрацией напряжений; общие проводники и источник энергии отмечают в карте зависимостей. Корпуса размещают так, чтобы можно было измерить их температуру и переставить электрические входы без переноса самих генераторов. Для первичной квалификации нужны независимый проверенный измеритель интервалов или частотный эталон и генератор контрольных сигналов. Если такая внешняя

проверка недоступна, устройство остаётся демонстратором счёта, а не квалифицированным измерительным комплексом.

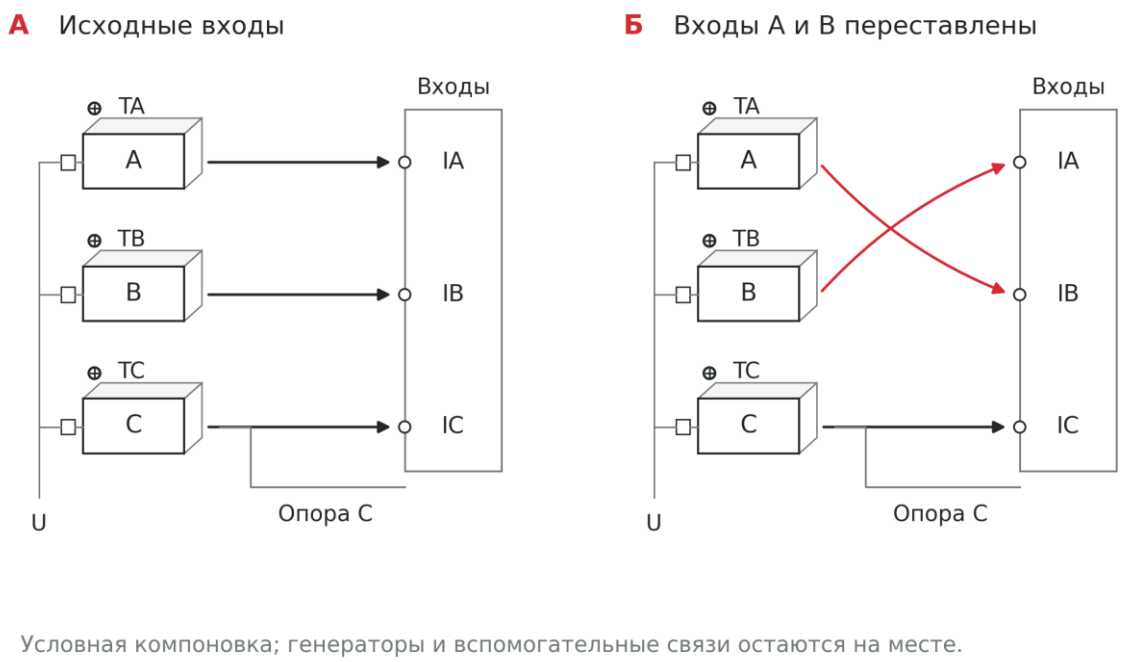


Рисунок 35. Перестановка входов при неподвижных генераторах. Проверка автономного компаратора перестановкой входов A и B при неподвижных генераторах. Показаны те же корпуса, температурные точки, общий источник с отдельными регулируемыми ветвями и неизменный опорный путь C. Схема задаёт соответствия каналов, но не является монтажным чертежом.

Приёмник GNSS или сетевые часы можно использовать для календарной подписи файла. Они не корректируют A и B внутри основной серии. Разные внешние сервисы могут зависеть от одного исходного времени [9]. Поэтому команда коррекции, если она вообще разрешена отдельным режимом, записывается как событие и отделяет новую измерительную конфигурацию. Пропавшая связь с календарным сервисом не должна обнулять аппаратные счётчики.

Численный бюджет

При равномерной независимой ошибке квантования шага 10 нс стандартная неопределённость разности четырёх меток, определяющих изменение xAB, составляет около 5,8 нс. Это только цифровой вклад. Для учебного интервала 100 с зададим следующий целевой бюджет; каждую его составляющую требуется подтвердить отдельными стендовыми испытаниями.

Составляющая изменения xAB за 100 с	Стандартная неопределённость, мкс	Основание
Квантование меток	0,006	Расчёт шага 10 нс
Повторяемость захвата фронтов	0,040	Общий входной сигнал на разных каналах
Изменение задержек кабелей и входов	0,020	Перестановка и повторная калибровка

Составляющая изменения xAB за 100 с	Стандартная неопределённость, мкс	Основание
Масштаб временного счёта	0,010	Независимая проверка интервала
Остаточное влияние температуры	2,000	Измеренные коэффициенты и температурная запись
Неопределённость фонового дрейфа	1,500	Отдельные фоновые и проверочные участки

При принятой независимости составляющих корень из суммы квадратов равен примерно 2,50 мкс, или $2{,}50 \times 10^{-8}$ по относительной частоте на 100 с. Реальные общие влияния потребуют ковариационных членов. Целевая дополнительная разность 100 мкс хорошо различима в таком бюджете, но результат определяется главным образом генераторами и средой, а не младшим разрядом регистратора. Поэтому замена счётчика на более быстрый сама по себе почти не улучшит итог.

Сборка и последовательность квалификации

Инженер отвечает за сборку и проверку электрических уровней; метролог устанавливает задержки и бюджет. Оператор вносит контрольные ступени по закрытому расписанию, а аналитик фиксирует обработку до раскрытия порядка. Потеря номера импульса или захвата PLL останавливает пригодную серию независимо от того, заметил ли это аналитик в итоговой разности.

1. Проверить уровни питания и сигналов каждого модуля отдельно; подключить известный общий сигнал ко всем измерительным входам и определить их задержки.
2. Испытать непрерывный счёт, перезапуск программы, потерю пакетов и заполнение буфера. Номер импульса и признак неполноты должны сохранять смысл после восстановления связи.
3. Подключить независимые A, B и C; записать достаточно длинный фон после установления рабочего режима. Сохранить весь переходный участок отдельно от пригодного фона.
4. На отдельной серии оценить температурные и питающие влияния в пределах паспортного применения компонентов. Закрепить модель поправок до основной проверки.
5. Внести известные положительные и отрицательные частотные ступени отдельным проверенным источником; оператор анализа получает порядок после завершения обработки.
6. Повторить проверку после перестановки входов, сохраняя положение генераторов. Затем сравнить выбранный участок независимым измерительным трактом.

Третий генератор помогает различать нестабильность отдельных узлов: изменение только A проявится в парах AB и AC, но может отсутствовать в BC. Эта диагностика зависит от раскрытой схемы и не доказывает абсолютной независимости. Замыкание трёх разностей, вычисленных из тех же трёх меток, является алгебраическим тождеством, а не новым физическим подтверждением. Независимая проверка должна добавлять иной измерительный тракт или действительно другую уязвимость.

Исходные данные и разбор контрольного сигнала

Минимальная запись содержит идентификатор узла, номер импульса, целую аппаратную метку, частоту счётчика по версии калибровки, температуру, напряжение, флаги состояния и историю команд. Например, синтетические метки A = 99 999 800 000 и B = 100 000 000 000 при шаге 10 нс дают xAB = 2000 мкс. Именно целые метки остаются первичным материалом; округлённая разность служит производным представлением.

Время от начала, с	Синтетический xAB, мкс	Интерпретация участка
0	2000	Начальная разность
100	2030	Фоновая разность частот 3×10^{-7}
200	2060	Фон сохраняется
300	2190	Дополнительные 10^{-6} действовали 100 с
400	2220	Возврат к прежнему темпу изменения

После частотной ступени накопленная фазовая разность не обязана исчезать. В таблице изменился наклон, затем вернулся прежний наклон, но сохраняется добавленное опережение 100 мкс. Автоматическое вычитание этого опережения уничтожило бы важную часть истории. Для анализа стабильности дополнительно используют разности средних частот на соседних интервалах; выбор времени усреднения и обработка пропусков должны быть указаны явно [67].

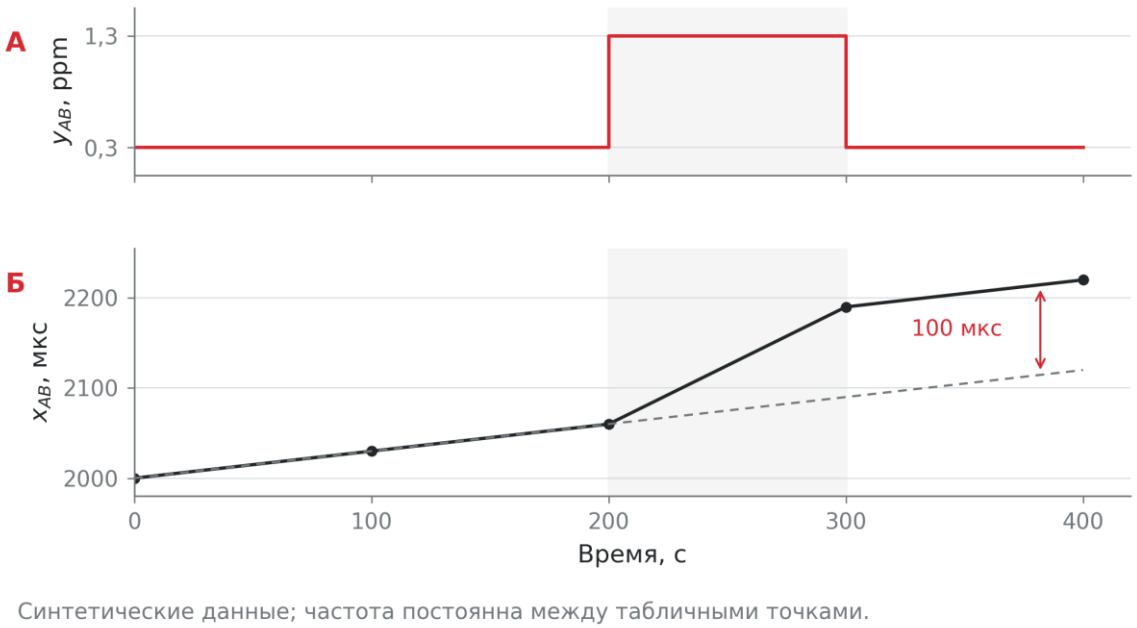


Рисунок 36. Частотная ступень заканчивается, фазовый вклад остаётся. Синтетическая квалификационная запись компаратора. Дополнительная относительная разность частот 1 ppm действует на участке 200–300 с поверх фона 0,3 ppm и оставляет фазовый вклад 100 мкс. После её окончания возвращается прежний наклон xAB, но накопленное опережение сохраняется; пунктир показывает продолжение исходного темпа.

Приёмка и статус результата

Для данного учебного проекта приёмка требует подтвердить бюджет не хуже 3 мкс для изменения разности за 100 с, восстановить контрольную ступень 10^{-6} в пределах расширенной неопределённости принятой процедуры и явно пометить каждую специально созданную потерю данных. Прогоны без внесённой ступени оценивают отдельно по заранее закреплённому правилу тревоги главы 49. Количество таких прогонов и наблюдённые ошибки включаются в паспорт; успешная короткая демонстрация не устанавливает нулевую частоту ложных тревог.

Серия становится непригодной при неизвестном сбросе делителя, неоднозначном сопоставлении номеров, незаписанной коррекции, перегрузке входа, потере захвата PLL или выходе среды за квалифицированные условия. Исправный узел даёт средство измерения относительного хода генераторов. Для оптических часов или поиска существенно меньших эффектов потребуется иная аппаратура и новый бюджет. Сохраняется общая архитектура прослеживаемой записи, но численная характеристика этого проекта на такую задачу не переносится.



Рисунок 37. Автономное сравнение частот: измерение и общая опора. Функциональная схема автономного сравнения частот. Генераторы A, B и C имеют отдельные делители и непрерывные номера импульсов; аппаратный узел сохраняет целые метки и состояния. Алый путь раскрывает общую зависимость: C также задаёт опору умножителя аппаратной шкалы; это не независимое подтверждение стабильности C.

Глава 51

Проект стенда для малых сил

Стенд этой главы измеряет механический момент, действующий на подвешенное тело. Пересчёт момента в силу выполняется только для установленного плеча и направления действия. Его можно использовать для изучения слабого взаимодействия с образцом, но происхождение взаимодействия устанавливает отдельный опыт. Авторский проект рассчитан на квазистатические воздействия порядка 1–20 нН. Все размеры, допуски и записи ниже являются учебными проектными значениями, а не характеристиками уже изготовленного прибора.

Подвес и измерительная цепь

Уравновешенная горизонтальная балка подвешена на вертикальной упругой нити внутри закрытого корпуса. На балке расположены пробное тело, противовес и отражатель оптического отсчёта. Внешний источник можно перемещать по измеренной направляющей, не касаясь корпуса подвеса. Оптический канал измеряет поворот балки, а отдельные каналы регистрируют наклон основания, температуру и положение источника. Крутильные установки действительно применяются для точных испытаний закона тяготения; их результат зависит от рассчитанного момента реальной геометрии и исследования систематических влияний [66]. Настоящий проект не наследует чувствительность таких установок по одному сходству схемы.

$$I\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + \kappa\theta = M(t)$$

Здесь I — момент инерции балки с установленными телами, b — коэффициент вязкого затухания в принятой линейной модели, к — крутильная жёсткость. Квазистатический момент равен кθ после вычитания положения равновесия. Если известная перпендикулярная сила действует на плече ℓ, её значение равно кθ/ℓ. Для распределённого давления, нескольких сил или неизвестной точки приложения первичным результатом остаётся момент. Прибор не измеряет суммарную силу произвольного происхождения без этой геометрической информации.

Параметр	Учебное значение	Что требуется проверить
Плечо приложения ℓ	0,050 м	Направление силы и координату её приложения
Жёсткость к	$2{,}0 \times 10^{-7}$ Н·м/рад	Измерить после окончательной сборки
Момент инерции I	$5{,}0 \times 10^{-6}$ кг·м²	Геометрию, массы и дополнительную калибровку
Оптическая база D	0,50 м	Масштаб, перекосы и положение отражателя
Регистрация	Не реже 10 отсчётов в секунду	Полноту записи и отклик на собственные колебания
Рабочий диапазон	1–20 нН при указанном плече	Линейность, неопределённость и допустимые перемещения

Подвес выбирают по измеренной жёсткости, допустимой нагрузке и запасу перемещения; конкретный материал сам по себе не гарантирует проектную характеристику. Оптический отсчёт можно выполнить закрытым оптическим рычагом с камерой либо проверенным автоколлиматором. В первом варианте поперечное смещение изображения s связано с углом выражением s = D tan(2θ), если соблюдена принятая геометрия. При 10 нН момент составляет $5{,}0 \times 10^{-10}$ Н·м, угол — 2,5 мрад, а смещение на базе 0,50 м — приблизительно 2,500 мм. Положение изображения нужно измерять вместе с его качеством: исчезнувший или раздвоившийся отсчёт не заменяют числом из экстраполяции.

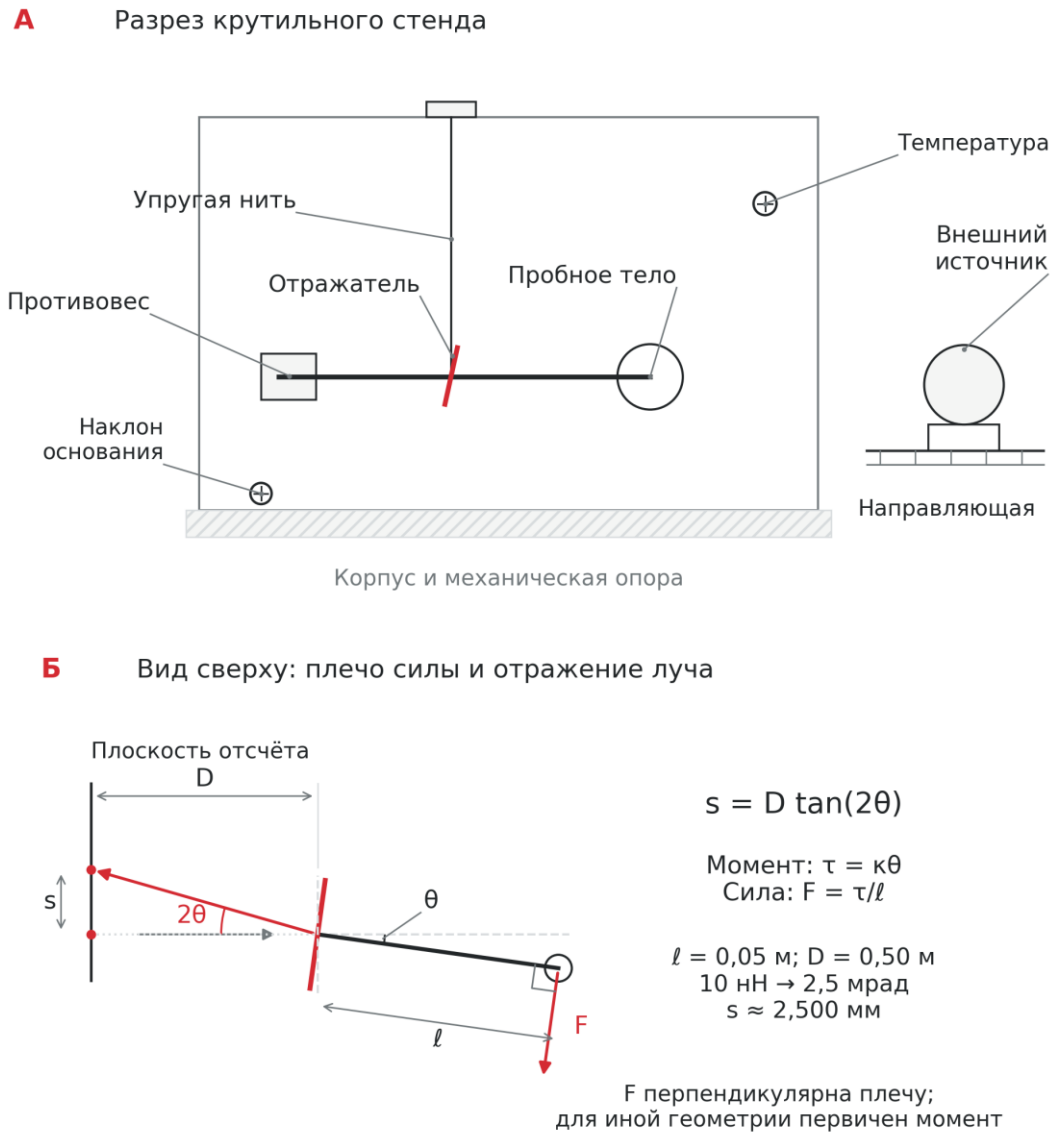


Рисунок 38. Крутильный стенд: геометрия момента и оптического отсчёта. Авторский учебный проект крутильного стенда: разрез корпуса и геометрия отсчёта сверху. Известная перпендикулярная сила на плече ℓ даёт момент κθ; отражённый луч поворачивается на 2θ, поэтому s=D tan(2θ). При проектных ℓ=0,05 м, D=0,50 м и κ=2×10⁻⁷ Н·м/рад сила 10 нН соответствует θ=2,5 мрад и s≈2,500 мм. Углы увеличены только для наглядности.

Две проверки механического масштаба

Первую оценку к получают из свободных колебаний до и после добавления известного момента инерции ΔI. Дополнительные массы размещают симметрично, сохраняя баланс и положение оси. По записи одновременно оценивают частоту и затухание. В формуле ниже T_0 и T_1 обозначают собственные периоды после учёта затухания, а не автоматически расстояние между соседними максимумами затухающей записи.

$$\kappa = \frac{4\pi^2 \Delta I}{T_1^2 - T_0^2}$$

Для выбранных параметров T_0 = 31,416 с. Добавление ΔI = 2,5 × 10⁻⁶ кг·м² даёт T_1 = 38,476 с. Такой добавке соответствуют, например, две учебные точечные массы по 1,000 г на радиусах 35,355 мм; реальные размеры грузиков также входят в их момент инерции. Эта проверка устанавливает динамическую жёсткость. Ползучесть, гистерезис и зависимость упругости от частоты могут нарушить её перенос на длительное статическое измерение.

Вторая проверка создаёт известный статический момент низковольтным конденсатором. Один электрод связан с балкой, другой закреплён на корпусе. До основной серии на отдельном угловом приспособлении измеряют зависимость ёмкости C от угла, включая ограждающие электроды и кабели. При поддерживаемом напряжении калибровочный момент выражается через локальную производную этой зависимости.

$$M_{\mathrm{cal}}(\theta) = \frac{1}{2}(V - V_0)^2 \frac{dC}{d\theta}$$

V_0 здесь обозначает эффективное смещение контактного потенциала в применимой модели. Его оценивают по серии обоих знаков напряжения; незамкнутая или нестабильная парабола требует исследования зарядов и делает такую калибровку непригодной. Учебная производная 4,0 × 10⁻¹¹ Ф/рад при эффективном напряжении 5,00 В создаёт 5,0 × 10⁻¹⁰ Н·м, эквивалентные 10,0 нН на выбранном плече. Используют ограниченный по току источник не выше 12 В и подходящие ему компоненты. Недостаточный момент не компенсируют выходом за проверенные условия стенда.

Производную C определяют в области фактического равновесного угла, а не подставляют её значение при неподвижной балке. Для иллюстрации: изменение ёмкости около 0,8 пФ на угловом интервале 0,02 рад требует проверенного разрешения порядка 0,005–0,01 пФ и анализа геометрии. Само разрешение не является неопределённостью производной. Цель её отдельной калибровки — стандартная относительная неопределённость около 2%; при неопределённости эффективного напряжения 5 мВ это даёт приблизительно 0,20 нН для контрольной силы 10 нН. До достижения этой цели статический калибратор остаётся проверкой реакции, а не точным эталоном.

Время установления и бюджет

При учебной добротности Q = 10 собственная угловая частота равна 0,20 рад/с, коэффициент b — 1,0 × 10⁻⁷ Н·м·с/рад, а время уменьшения амплитуды свободного отклика в e раз — 100 с. После максимальной смены знака от −20 до +20 нН ожидание 700 с уменьшает расчётную огибающую начального колебания до примерно 0,037 нН в пересчёте на силу. Затем можно усреднять следующие 100 с. Это правило действует при измеренном затухании данной конфигурации; если добротность изменилась, время ожидания пересчитывают. Частота записи 10 Гц не превращает такой подвес в датчик быстрых сил.

Составляющая при силе 10 нН	Стандартная неопределённость, нН	Проектное основание
Крутильная жёсткость	0,10	Относительная неопределённость 1%
Плечо силы	0,04	Относительная неопределённость 0,4%
Угловой отсчёт	0,12	Неопределённость среднего угла 30 мкрад
Интерполяция положения равновесия	0,20	Проверка нулей до и после воздействия
Остаточные влияния среды	0,10	Отдельные проверки наклона, температуры и движения воздуха

При независимости этих вкладов корень из суммы их квадратов даёт 0,276 нН. Для приёмки зададим округлённый предел 0,30 нН в окрестности 10 нН. Коррелированные вклады учитывают в ковариационной модели; неопределённость калибровочного коэффициента не уменьшается от повторения одинаковых отсчётов. Для остальных точек диапазона бюджет пересчитывают: относительная ошибка жёсткости растёт в абсолютных единицах вместе с сигналом. Независимый статический калибратор с неопределённостью 0,20 нН позволяет проверять согласие двух оценок с комбинированной стандартной неопределённостью около 0,34 нН.

Сборка и испытания на известном воздействии

Оператор механики устанавливает конфигурацию и известные воздействия; метролог независимо проверяет масштаб угла, жёсткость и контрольный момент. Аналитик получает порядок контрольных воздействий после фиксации обработки. При касании ограничителя либо потере устойчивого отсчёта оператор прекращает воздействие и сохраняет переходную запись; такой участок не исправляют интерполяцией.

1. Собрать подвес с механическими ограничителями, закрытым оптическим каналом и корпусом; проверить, что балка не касается стенок во всём разрешённом диапазоне. До установки неизвестного образца отладить узел на обычных инертных телах.
2. Измерить массы, плечи и оптический масштаб; получить свободный отклик при нескольких малых начальных отклонениях. Проверить, что единая модель описывает частоту и затухание без необъяснённого изменения параметров.
3. Выполнить калибровку добавочным моментом инерции, затем независимую статическую проверку конденсатором. После разборки или изменения геометрии повторить обе применимые части.
4. Записать фон с неподвижным источником, холостые перемещения направляющей и нулевое напряжение. Проверить обычные связи с наклоном, температурой, воздушными потоками и электрическим состоянием в пределах допустимого режима стенда.
5. Провести заранее заданную последовательность нулевых и известных моментов обоих знаков. Порядок сообщить аналитику после фиксации обработки; сохранить все переходные участки и причины исключения данных.

6. Повторить контроль после замены проверяемого тела контрольным и после перестановки геометрии. К основной серии переходить лишь после подтверждения бюджета и восстановления известных воздействий.

В рабочем режиме положение калибровочных электродов, их заземление и состояние источника фиксируют явно. Отсоединение калибратора тоже меняет электрическую среду, поэтому такую конфигурацию квалифицируют отдельно. Для корпуса указывают режим воздуха или давления; отсутствие открытых потоков не доказывает отсутствия тепловой конвекции. Отдельная проверка нужна всякому экрану, который одновременно меняет электрическое поле, тепловой обмен и механическую связь.

Первичные записи и условия приёмки

Первичный пакет включает изображения или исходный сигнал угла, временные метки, положение источника, напряжение калибратора, версию зависимости C(θ), температуру, наклон, массу и геометрию конфигурации. В синтетическом примере нули до и после воздействия равны 0,20 и 0,18 мрад, а угол при воздействии — 2,70 мрад. Для симметричного во времени участка интерполированный нуль составляет 0,19 мрад, полезный угол — 2,51 мрад, результат — 10,04 нН. Если дрейф нуля нелинеен, такая интерполяция требует дополнительной проверки, а не автоматического применения.

Стенд принимают в заявленном диапазоне после восстановления независимых контрольных моментов в пределах согласованного бюджета, проверки модели углового масштаба и регистрации всех специально внесённых пропусков. Серию прекращают при касании ограничителя, потере оптического отсчёта, непрослеживаемом изменении нуля, выходе параметров среды из проверенной области или несогласии двух калибровок. Устойчивое отклонение после этих проверок позволяет утверждать наличие измеренного остаточного момента. Новая фундаментальная сила требует дальнейших различающих опытов, как в деле 2. Чувствительности этого учебного стенда недостаточно для конкретного пиконьютонного примера главы 20; увеличение числа красивых знаков в таблице эту границу не меняет.

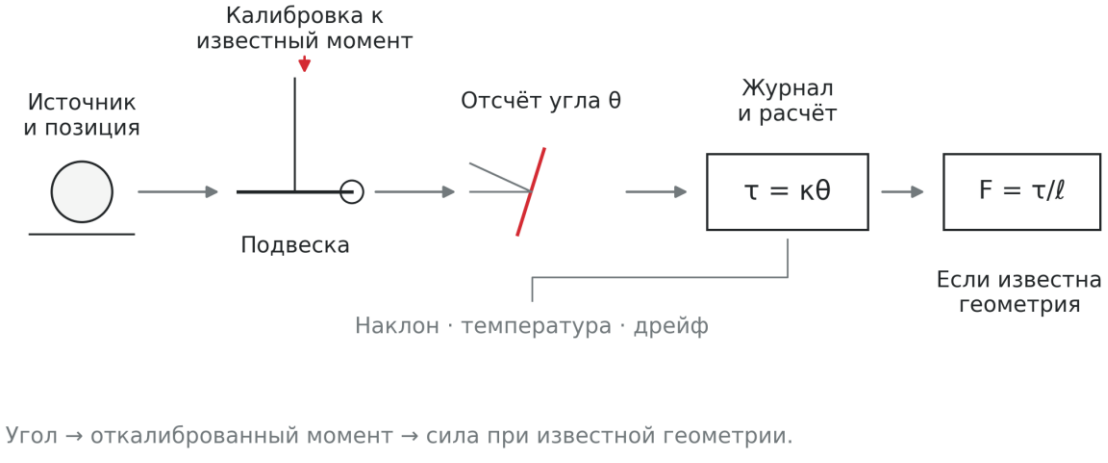


Рисунок 39. От крутильного отклика к ограниченной оценке силы. Функциональный тракт крутильного проекта. Оптический угол преобразуется в момент после калибровки κ; оценка силы требует известного перпендикулярного плеча и геометрии приложения. Контроль среды ограничивает обычные альтернативы, но не заменяет этой калибровки.

Глава 52

Проект дифференциального датчика условного взаимодействия

Этот проект проверяет заранее заданное предположение: некоторый новый параметр изменяет частоты двух физических систем в различной пропорции. Сами генераторы, счётчик и контрольные воздействия используют известную технику. Новая связь вводится как условная модель и должна выдержать отдельные испытания. Работоспособный прибор здесь означает воспроизводимый измеритель разности нормированных частот; это ещё не означает существования нового поля. Все приведённые числа, коэффициенты связи и записи являются авторским учебным расчётом.

Две системы и относительная величина

В качестве первой системы возьмём кварцевый генератор Q номинальной частоты 10 МГц, в качестве второй — генератор с колебательным контуром из катушки индуктивности и конденсатора (LC-контуром) номинальной частоты 100 кГц. Различие упругого резонатора и электрического контура даёт возможность построить проверяемую модель разных откликов. Оно само по себе не обеспечивает избирательности к неизвестному воздействию. В реальных исследованиях сравнение различных частотных систем применяется для проверки конкретно заданных вариаций физических параметров [26]; наш умеренный по требованиям стенд не воспроизводит их чувствительность.

Опора R даёт частоту около 10 МГц. Для каждого генератора измеряем отношение его частоты к частоте R и нормируем его на отдельно установленное начальное отношение. Разность q поэтому безразмерна. Изменение на одну миллионную в этой главе обозначается как 1 ppm. Опора участвует в физическом наблюдении: чувствительность нового параметра определяется относительно неё, а не относительно недоступного абсолютного времени.

$$q_i = \frac{f_i / f_R}{f_{i0} / f_{R0}} - 1, D = q_Q - к q_L$$

Коэффициент к выбирают по отдельной калибровочной серии и закрепляют до проверки кандидата. Сохранение исходных qQ и qL обязательно: их комбинация может подавить не только помеху, но и искомый отклик. Цель проекта — стандартная неопределённость D не хуже 1 ppm для изменения, сохраняющегося не менее 100 с. Для коротких фронтов нужен иной временной тракт и отдельная характеристика отклика.

Физическая схема

Подсистема	Учебное требование	Проверяемая функция
Кварцевый канал Q	10 МГц, свободный ход; собственный контроль питания и температуры	Частота упругого резонатора вместе с электроникой
LC-канал	Около 100 кГц; низкое питание; запись амплитуды	Частота электрического резонатора вместе с обратной связью
Опоры R и R2	Раздельные генераторы и записи состояния	Рабочая шкала и диагностика её изменений

Подсистема	Учебное требование	Проверяемая функция
Счётные каналы	Непрерывные номера периодов; захват аппаратными входами	Отношения частот на интервалах 100 с
Контроль обычных влияний	Температура каждого узла, питание, амплитуда, положение	Поправки и проверка пригодности модели
Независимая проверка	Внешний измеритель частоты при квалификации	Проверка общего масштаба и известных ступеней

Для расчётного LC-контура выберем L = 100 мкГн и C = 25,3303 нФ. Идеальная резонансная частота равна 100 кГц. Реальный узел включает контур, высокоомный буфер, усилитель с положительной обратной связью и ограничение амплитуды; выходной буфер отделяет нагрузку счётчика. Частота зависит также от фазового сдвига усилителя, паразитных ёмкостей и уровня колебаний. Поэтому формула идеального контура задаёт исходную конструкцию, а окончательная передаточная характеристика определяется измерением.

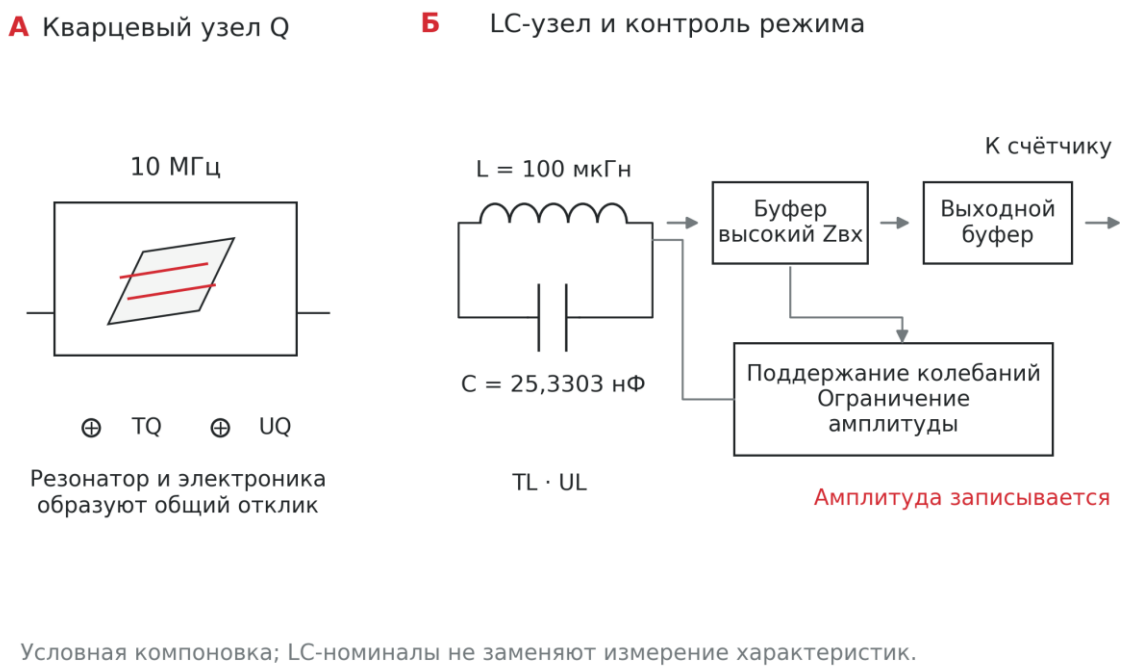


Рисунок 40. Два разных резонатора и их собственные контрольные каналы. Два разных частотных преобразователя авторского проекта. Кварцевый и LC-узлы имеют собственный контроль температуры и питания; у LC записывается также амплитуда. Для L=100 мкГн и C=25,3303 нФ идеальная частота близка к 100 кГц, но реальный отклик включает буферы, поддержание колебаний и паразитные влияния. Рисунок является условной компоновкой, а не схемой монтажа усилителя.

$$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \frac{\delta f_L}{f_L} \simeq -\frac{1}{2}\left(\frac{\delta L}{L} + \frac{\delta C}{C}\right)$$

Для учебного стенда можно задать питание электроники 5 В от ограниченного по току источника и напряжение контура не выше 0,1 В действующего значения, если выбранные компоненты допускают такой режим. Это требования проекта, которые проверяют до общего включения.

Усиление ограничивают так, чтобы колебания сохранялись без насыщения буфера и незаписанного переключения режима. Амплитудная стабилизация допускается только как явно зарегистрированная петля со своей измеренной связью с частотой. Она не должна автоматически исправлять исследуемое изменение частоты.

Выход Q делят на 10^7, выход LC — на 10^5, получая импульсы около одного раза в секунду с непрерывной нумерацией. R и R2 имеют собственные делители. Аппаратные входы фиксируют все четыре ряда; временная шкала реализуется по проверенной архитектуре главы 50. Счётчик опирается на R, поэтому его собственные метки R не подтверждают стабильность этой опоры. R2 и внешний измеритель добавляют контроль, а их общие уязвимости перечисляют отдельно. Доступность второго кварца не превращает его в абсолютный эталон.

Что именно предсказывает условное взаимодействие

Рассмотрим линейный режим малых отклонений. Пусть χ — безразмерный условный параметр, практически одинаковый в объёме обоих чувствительных узлов. В заданной авторской модели относительные коэффициенты связи составляют gQ = 1 и gL = −2. Они включают разность реакции чувствительного узла и опоры R. Эти значения не выведены из известного свойства кварца или индуктивности; это явные параметры проверяемой гипотезы. Их изменение после просмотра результата означало бы переход к другой модели.

$$q_i = g_i \chi + a_i \Delta T_i + b_i \Delta V_i + z + \eta_i$$

Коэффициенты a и b описывают измеренные температурные и питающие влияния. z обозначает оставшийся общий вклад обычного дрейфа опоры, а η — прочие учтённые остатки. Для синтетической калибровки примем aQ = 1 ppm/K и aL = 20 ppm/K. При одинаковом изменении температуры коэффициент κ = 0,05 подавляет эту единственную общую составляющую. Если температуры различаются, остаток равен 1 ppm/K, умноженному на разность их изменений; нужны отдельные датчики и проверка тепловых задержек. Неопределённость самих коэффициентов также остаётся в бюджете.

$$D_\chi = (g_Q - \kappa g_L)\chi = 1{,}1\,\chi,\; D_z = (1-\kappa)z = 0{,}95z$$

При $\chi = 10^{-5}$ модель предсказывает D = 11 ppm. Одновременно она предсказывает противоположные знаки откликов Q и LC, что можно проверить до свёртки данных. Обычный общий дрейф опоры, напротив, подавляется слабо. Температурный вектор отклика (1; 20) и условный вектор (1; −2) различны; это позволяет различать два механизма в данной ограниченной модели. Если добавить неизвестные влияния питания, амплитуды и опоры, двух чисел уже недостаточно. Их ограничивают дополнительными наблюдениями, а не свободными поправками, подобранными к каждому событию.

Квалификация реального тракта

Инженер проверяет физические каналы, метролог оценивает коэффициенты и неопределённость, оператор создаёт контрольные воздействия по заранее сохранённому расписанию. Аналитик закрепляет комбинацию D и критерии до раскрытия порядка. При выходе узла из квалифицированного режима оператор прекращает текущую проверку и сохраняет необработанные каналы для разбора причины.

1. Проверить каждый генератор отдельно: питание, амплитуду, форму выходного сигнала, устойчивость счёта и допустимые изменения нагрузки. Занести в паспорт фактические режимы выбранных компонентов.
2. Подать известные сигналы на все счётные входы. Проверить деление, непрерывность номеров и восстановление заданных отношений частот внешним измерителем. Специально создать пропуск, перезапуск и потерю опоры; каждый случай должен получить явный флаг.
3. Установить обычные инертные компоненты в рабочем корпусе. Получить фон, затем несколько безопасных температурных уровней, например в пределах ±1 K от рабочей точки, если эта область допущена для всех узлов. Измерить переходы и обратный ход; малую ступень не считать установившейся до проверки задержек.
4. По отдельным калибровочным данным оценить температурные, питающие и амплитудные коэффициенты вместе с их неопределённостями. Зафиксировать κ и область, где линейная модель пригодна. Независимые проверочные данные не использовать для повторной настройки коэффициентов.
5. Внести аппаратно известные частотные изменения +10 ppm в первый счётный канал и −20 ppm во второй. Повторить их с нулевыми и обычными температурными воздействиями в заранее скрытом от аналитика порядке.
6. Проверить конфигурацию с независимым измерителем, затем повторить часть серии после перестановки входов. Раздельно оценить восстановление полезной комбинации, остаток обычного воздействия и ложные срабатывания на фоне.

Электронная подстановка частот проверяет счётчик и алгоритм. Известное изменение температуры или ёмкости проверяет обычный физический отклик соответствующего резонатора. Ни одна из этих операций не калибрует связь χ с веществом: для такой калибровки потребовался бы независимо установленный источник самого χ. В исследовательском паспорте эти три уровня проверки должны оставаться раздельными. Магнитометр или датчик наклона можно добавить как контроль обычной причины, но их показания не заменяют определённую здесь дифференциальную величину.

Бюджет и открытая запись

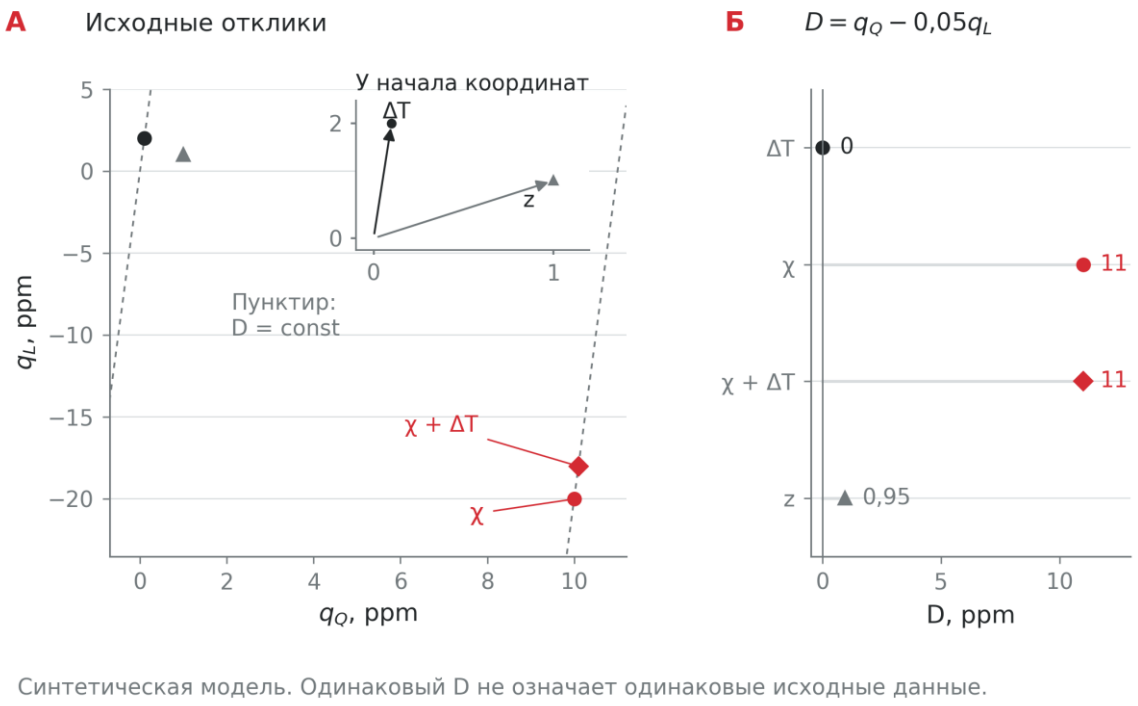
Вклад в D на интервале 100 с	Стандартная неопределённость, ppm	Способ подтверждения
Повторяемость кварцевого канала и счёта	0,30	Фон и известный общий сигнал
Повторяемость LC после умножения на κ	0,50	Исходная неопределённость qL около 10 ppm
Температурная поправка и градиент	0,30	Раздельные температуры и проверка коэффициентов
Питание, амплитуда и другие обычные связи	0,20	Отдельные ограниченные воздействия

Вклад в D на интервале 100 с	Стандартная неопределённость, ppm	Способ подтверждения
Рабочая опора и общий масштаб	0,20	R2 и независимая квалификация
Перенос фоновой модели на новую серию	0,40	Данные, не участвовавшие в настройке

Корень из суммы квадратов этих целевых независимых вкладов равен примерно 0,82 ppm. При фактических корреляциях используют полный бюджет, который может оказаться больше. Число 11 ppm — проектный сигнал условной модели, а не обещание обнаружения; для приёмки требуется независимо подтвердить неопределённость не хуже 1 ppm. Длинное усреднение нельзя автоматически использовать для достижения допуска: дрейф и тепловая память могут прекратить ожидаемое улучшение.

Синтетическое условие	qQ, ppm	qL, ppm	D, ppm
Общий нагрев на 0,1 K	0,1	2,0	0,0
Только условное χ = 10^{-5}	10,0	−20,0	11,0
Тот же χ и общий нагрев на 0,1 K	10,1	−18,0	11,0
Обычный общий вклад опоры z = 1 ppm	1,0	1,0	0,95

Таблица вычислена по принятой модели; она не изображает полученные экспериментальные данные. Реальная запись сохраняет целые временные метки всех четырёх каналов, номера деления, температуры Q и LC, напряжения, амплитуду контура, состояние опор и все команды. Версии κ, коэффициентов и правил отбора связывают с конкретными файлами. Сохранение только D лишило бы исследователя возможности обнаружить неверную компенсацию или испытать другую модель на независимой новой серии.



Синтетическая модель. Одинаковый D не означает одинаковые исходные данные.

Рисунок 41. Что сохраняет и что стирает дифференциальный показатель. Синтетические отклики принятой модели и их свёртка D=qQ−0,05qL. Общий нагрев ΔT=0,1 K даёт (0,1; 2) ppm и D=0; условное χ=10⁻⁵ даёт (10; −20) ppm и D=11 ppm. Их сумма сохраняет D=11 ppm, а общий вклад опоры z=1 ppm даёт D=0,95 ppm. Врезка имеет собственные подписанные оси; коэффициенты условного взаимодействия не являются экспериментальным результатом.

Приёмка и развитие проекта

Приёмка требует восстановления известной комбинации 11 ppm в пределах установленной расширенной неопределённости, выполнения бюджета на отдельной проверочной серии и обнаружения всех внесённых отказов счёта. При непредсказанном гистерезисе, незаписанной перестройке генератора, потере номеров импульсов или выходе температуры за квалифицированную область данные не используют для проверки χ. Повторяемый остаток D сначала является измеренным отклонением частотной комбинации; далее проверяются знаки, соотношение двух откликов, контроль опоры и альтернативные физические причины.

Для следующего поколения датчика нужно заранее получить дополнительные предсказания: зависимость g от материала или режима резонатора, пространственную согласованность χ и ожидаемый отклик третьей системы. Затем изготовляют независимую конфигурацию и проверяют эти предсказания на новых данных. Если коэффициенты связи остаются произвольными для каждого опыта, устройство не приобретает избирательности к новому взаимодействию. Если же известный тракт проходит квалификацию, а фиксированная модель выдерживает новые различающие проверки, появляется основание для её дальнейшего физического исследования без подмены наблюдения названием поля.

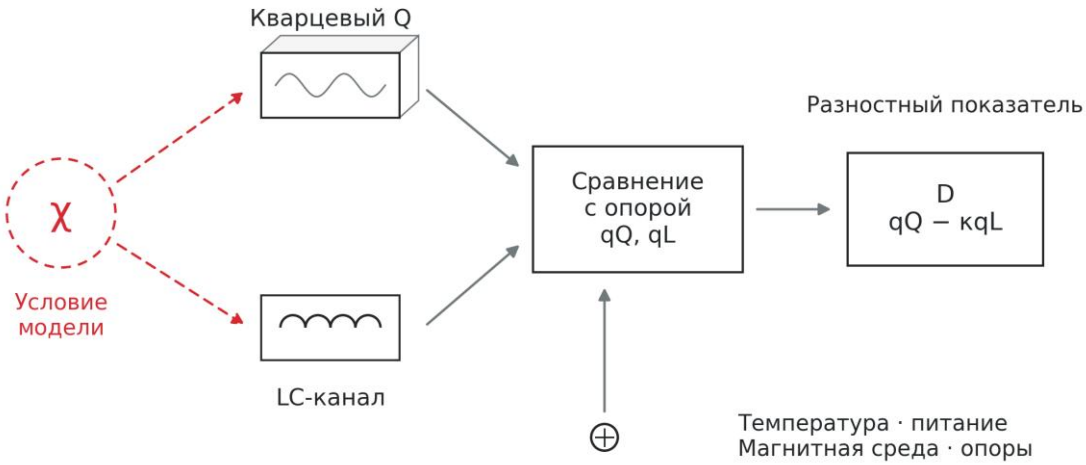


Рисунок 42. Условная связь χ и реализуемый измерительный тракт. Реализуемые частотные каналы и условная связь с параметром χ. Сплошные линии показывают измерительный тракт и контроль состояния; пунктирные алые связи являются постулируемой частью модели. Обычная калибровка электроники и резонаторов не подтверждает их существование.

Глава 53

Исследовательская программа неизвестного явления

Для явления без установленного механизма недостаточно одного удачного опыта. Нужна программа, в которой каждый этап создаёт условия для следующего и допускает содержательное завершение работы. Её цель состоит в получении устойчивого описания, различении объяснений и определении возможных действий. Программа не обязана приводить к новой физике: причиной остатка может оказаться новая комбинация известных процессов, неполная модель среды или особенность измерительного тракта.

Первый этап состоит в определении эффекта

Исследовательская единица должна быть доступна другому исполнителю. Указывается, что считается событием, какие записи обязательны и какое различие с фоном проверяется. Если событие определяется по впечатлению одного наблюдателя, сначала изучают устойчивость этого правила выделения. Если его находит алгоритм, фиксируют версию и проверяют на контрольных данных. Иначе изменения процедуры обнаружения будут выглядеть как изменения самого явления.

Выходом первого этапа является описание эффекта вместе с диапазоном применимости. Оно включает условия, где эффект наблюдался, условия без обнаружения и пропуски. Отсутствие регулярного повторения не исключает дальнейшего исследования, но меняет программу: увеличивается значение автоматического фонового мониторинга, независимых каналов и заранее выбранных критериев регистрации редкого события.

Второй этап проверяет переносимость

Проверяется, сохраняется ли наблюдение при смене оператора, экземпляра прибора, метода обработки или места регистрации. Менять всё одновременно не всегда полезно: тогда неясно, какое отличие объясняет изменение результата. Планируют последовательность переносов, соответствующую причинной модели. Особое внимание уделяют характеристикам, которые могут быть одновременно условием явления и источником артефакта.

Например, связь с определённой камерой может означать особую чувствительность к реальному сигналу или собственный дефект камеры. Различение требует контрольного воздействия и сопоставления её с подходящим независимым методом. Фраза «эффект существует только при этом приборе» описывает важное ограничение, но ещё не завершает объяснение.

Третий этап разделяет модели

После установления воспроизводимого признака строят набор объяснений с различающимися предсказаниями. В него входят источник сигнала, среда распространения, измерение и обработка. Для каждого объяснения указывают параметры, которые действительно определимы данными. Модель с большим числом свободных параметров может хорошо описать историю, но плохо предсказать следующий опыт. Поэтому часть данных сохраняют для независимой проверки.

Условные новые взаимодействия вводят через явное правило связи с наблюдаемыми величинами. Если предполагается влияние на частоту перехода, нужно указать, какие системы должны отвечать по-разному. Если предполагается изменение пространственной связности, нужны геометрические следствия, отличимые от распространения сигнала в среде. Если заявляется зависимость от смысла информации, требуется отделить семантический критерий от физического носителя и человеческого выбора.

Четвёртый этап исследует управление

Управление рассматривается после установления связи, на которую можно воздействовать. Первые вмешательства должны отвечать на узкий причинный вопрос, иметь наблюдаемый результат и возможность ограничить добавленное воздействие. Сначала устанавливают, что меняется в выходном сигнале, затем проверяют, связано ли это с изменением источника или только измерительного канала. Переход к практической нейтрализации требует самостоятельного подтверждения.

Этап	Проверяемый результат	Основание перехода
Определение	Устойчивое правило выделения события	Проверенная регистрация и описанный фон
Переносимость	Известные условия сохранения эффекта	Сопоставимые независимые реализации
Различение	Ограничение конкурирующих моделей	Новые данные с отличающимися предсказаниями
Управление	Воспроизводимый отклик на заданное действие	Допустимость воздействия и проверка измерительного канала
Применение	Пригодность метода для конкретной задачи	Подтверждённые характеристики и пределы эксплуатации

Критерии завершения программы

Программа может завершиться установлением известного механизма, достижением полезного ограничения гипотезы, отсутствием достаточных ресурсов для следующего измерения или обнаружением недопустимого риска. Завершение не требует объявлять явление окончательно объяснённым. Достаточно ясно сформулировать полученный результат, предел его действия и условие, при котором исследование имеет смысл возобновить.

Ресурсы планируют по ценности следующего различения. Дорогой прибор оправдан, если его характеристики закрывают конкретный пробел, а инфраструктура позволяет ими воспользоваться. Если главная неопределённость находится в происхождении образца, повышение спектрального разрешения может не изменить ключевой вывод. Если проблема состоит в редкости события, дополнительная длительность пригодного наблюдения иногда ценнее рекордной чувствительности одного короткого измерения.

Вымышленный учебный пример начинается с импульсов, возникающих только ночью. На первом этапе проверяется правило обнаружения. На втором — переносимость между регистраторами. На третьем сопоставляются температура, инфраструктурные режимы и возможный внешний источник. Только если остаток сохраняется, вводится новая модель. Программа остаётся открытой к необычному объяснению, но каждое расширение обусловлено результатами, а не желанием достичь заранее выбранного финала.

Такой порядок превращает неизвестность в последовательность исследовательских задач. Его устойчивость зависит от способности пересматривать и теорию, и собственную процедуру при появлении новых данных. Этому посвящена следующая глава; исследовательский практикум затем показывает весь путь на законченных учебных делах.

После сохранения остаточного эффекта

Если эффект выдержал первоначальные проверки, программа получает конкретный наблюдаемый объект: зависимость, спектр, распределение или переход состояния. Дальнейшая задача состоит в установлении параметров и границ. На этом этапе полезно разделить эмпирическую модель, которая воспроизводит наблюдаемую связь, и механизм, объясняющий её возникновение. Успешный прогноз эмпирической модели представляет самостоятельное знание, даже когда несколько механизмов остаются совместимыми.

Сначала выбирают параметры, которые действительно определяются имеющимися данными, и оценивают их совместную неопределённость. Затем ищут конфигурацию, где оставшиеся версии расходятся сильнее измерительной неопределённости. При выборе учитывают допустимость изменения и способность измерительного тракта пережить его без смены неизвестных характеристик. Проверочные точки объявляют до открытия результатов; к ним переносят уже оценённые параметры. Подгонка заново в каждой точке лишает перенос проверочного смысла.

В деле 2 остаточная сила сохраняется после смены считывания, а зависимость от расстояния проверяется на новых точках. Итогом становится ограниченная эмпирическая зависимость и перечень всё ещё допустимых механизмов. В деле 3 часовое описание не выдерживает проверки механическим следствием. Вместе эти случаи показывают два содержательных исхода разработки модели: расширение подтверждённого описания и исключение конкретного объяснения.

Новый датчик заказывают по различающему прогнозу. В заявке указывают нужную величину, диапазон, полосу, пространственную привязку и устойчивость к существенным альтернативам. Если неопределённость связана с происхождением материала, более чувствительный регистратор

может не изменить вывод. Если два механизма математически дают один и тот же отклик доступных каналов, требуется иной способ взаимодействия с системой. Инженерные проекты в главах 50–52 показывают, как из такого запроса получается проверяемое техническое задание.

Глава 54

Как пересматриваются теория и протокол

Любой протокол действует в пределах условий, на которых он основан. Новые данные могут уточнить эти условия, выявить пропущенную причину или показать непригодность прежнего измерения. Поэтому развитие науки об аномалиях требует управляемого пересмотра. Исправление должно сохранять историю знания и одновременно ясно показывать, каким правилам следует пользоваться сейчас.

Что именно изменилось

При появлении противоречия сначала определяют его уровень. Изменился исходный материал, обработка, оценка неопределённости, объяснительная модель или решение о допустимом действии? Эти изменения могут быть связаны, но не всегда происходят вместе. Новый способ обработки способен уточнить величину без изменения класса проявления. Новая оценка опасности может ограничить работу ещё до установления причины.

Каждое исправление описывают через основание и область действия. Если проблема найдена в одном типе прибора, нельзя автоматически объявлять недостоверными все наблюдения класса. Если отказ связан с общей библиотекой обработки, проверка распространяется на использовавшие её серии. Сначала устанавливают множество затронутых материалов, затем пересчитывают выводы и пересматривают решения.

Версия протокола

Версия включает дату, ответственного, применимость, перечень изменений и статус предыдущих редакций. Существенное изменение условий допуска, схемы измерения или критерия результата требует новой версии. Исправление опечатки также сохраняется в истории, но не должно создавать впечатление новой научной проверки. В сопровождающем журнале различают редакционные, методические и содержательные изменения.

Отозванная процедура остаётся доступной для понимания прежних работ, но ясно помечается как непригодная для нового применения. Если материал опубликован, сообщение об исправлении должно достигать тех, кто мог использовать прежний результат. Молчаливое обновление файла стирает связь между версией инструкции и выполненным действием, затрудняя разбор последствий.

Новый эффект и границы теории

Устойчивый остаток показывает, что используемое объяснение недостаточно в данных условиях. Следующий шаг — выяснить, какая часть модели требует изменения. Возможны неучтённое взаимодействие, неверная граница системы, неизвестное состояние вещества или более глубокое ограничение теории. Выбор между ними определяется совокупностью предсказаний. Одно совпадение с необычной гипотезой редко позволяет определить масштаб требуемого пересмотра.

Новая модель должна объяснить прежние успешные наблюдения в соответствующей области либо ясно показать, почему они требуют иной интерпретации. Её преимущества оцениваются на новых

данных, а дополнительные допущения перечисляются. Если модель допускает произвольную подстройку под любой исход, прежде всего требуется ограничить её свободу. Иначе невозможно установить, чему именно научил следующий эксперимент.

Разбор ошибки без утраты данных

Полезный разбор отделяет условия возникновения ошибки от оценки человека. Изучаются организация смен, неоднозначные инструкции, доступ к исходным данным, интерфейс прибора и давление ожиданий. Индивидуальная ответственность остаётся, но не заменяет исправления системы. Если одинаковая ошибка вероятна у другого добросовестного исполнителя, требуется изменить устройство процедуры.

Отрицательные и неинтерпретируемые результаты сохраняют вместе с успешными сериями. Они показывают границы работоспособности и препятствуют повторению бесполезных действий. Неинтерпретируемость сама по себе может быть полезным результатом, если указано, какой отказ или пробел её вызвал. В следующей редакции протокола эта информация превращается в условие допуска или дополнительный контроль.

Авторский цикл пересмотра

1. Зарегистрировать противоречие и сохранить затронутые версии материалов.
2. Определить уровень изменения и временно ограничить выводы, зависящие от спорного звена.
3. Проверить альтернативные причины на доступных независимых данных.
4. Оценить влияние исправления на научные заключения и на условия безопасности отдельно.
5. Выпустить новую версию с областью применимости, основанием изменения и историей предыдущей.
6. Проверить обновлённый порядок на подходящем контрольном сценарии и определить условия следующего пересмотра.

Вымышленный случай завершает теоретическую часть книги. После нескольких месяцев наблюдений команда обнаруживает ошибку преобразования временных меток. Часть ранее объединённых событий больше не совпадает. Отчёт исправляется, а сохранившиеся независимые наблюдения выделяются в отдельную задачу. Научная ценность работы не исчезает: выявлена уязвимость процедуры, уточнены данные и появился более точный вопрос. Ошибка превращается в знание только после того, как её последствия прослежены до конца.

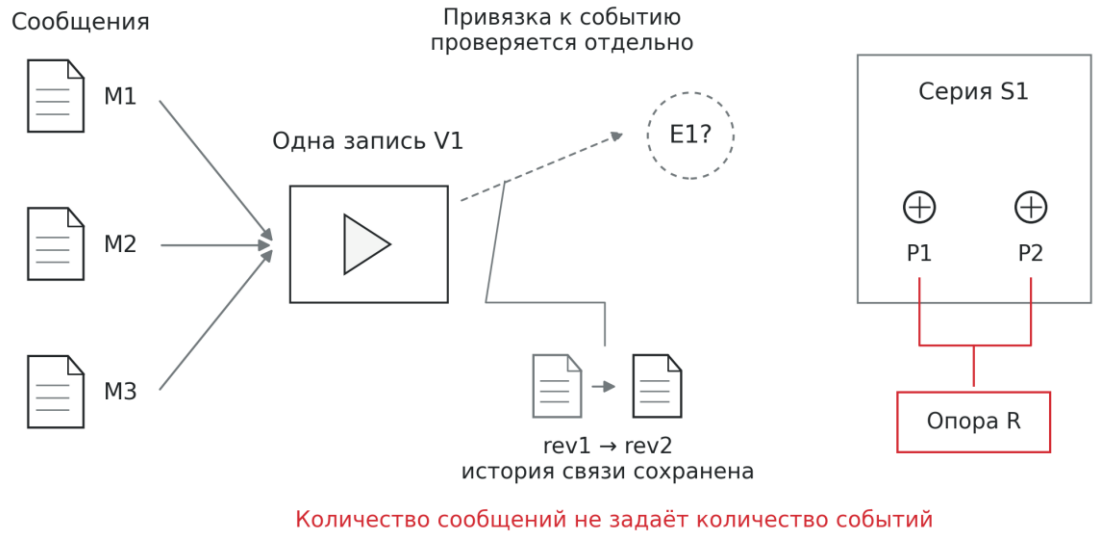
Зрелость исследовательской программы определяется способностью удерживать открытым вопрос и одновременно ограничивать собственные утверждения. Неизвестное явление может потребовать новых понятий и приборов. Для этого необходимы сохранённые данные, ясные модели и процедуры, допускающие исправление. Каждый следующий протокол должен показывать, на каком знании он основан, что позволяет сделать и при каком наблюдении перестаёт быть достаточным.

Реестр случаев и условия повторного открытия

Реестр связывает отдельные паспорта и делает сопоставимыми пределы исследований. В него включают случаи с установленной обычной причиной, устойчивым остатком, отрицательной проверкой, недостаточными данными и остановкой по условиям допуска. Эти статусы не образуют шкалу необычности. Один случай может иметь разные статусы для разных проверявшихся утверждений: происхождение изображения установлено, а причина сопутствующего звука остаётся открытой.

Для организации записей полезны устойчивые идентификаторы, метаданные, описание происхождения и условия повторного использования. Эти задачи систематизированы в принципах FAIR: обнаружимости, доступности, совместимости и возможности повторного использования данных [60]. Их применение помогает обнаруживать и сопоставлять данные, но не удостоверяет физическую интерпретацию. Доступ к чувствительным сведениям может иметь ограничения; в открытой карточке достаточно сохранить понятное описание того, какие материалы существуют и каковы условия обращения к ним.

Перед сравнением случаев определяют единицу учёта. Три сообщения, основанные на одной видеозаписи, относятся к одному первичному материалу. Два датчика одной установки могут зависеть от общей опоры. Реестр хранит эти связи явно. Идентификатор сообщения, события, прибора и исследовательской серии должен различаться. Исправление объединения событий сохраняется в истории версий, чтобы опубликованные частоты можно было воспроизвести.



Условные идентификаторы; материал, событие, прибор и серия учитываются отдельно.

Рисунок 43. Сообщение, материал, событие и серия — разные единицы. Схема происхождения записей с условными идентификаторами. Сообщения M1–M3 ссылаются на один первичный материал V1; его связь с событием проверяется отдельно и сохраняет историю редакций. Приборы P1 и P2 входят в серию S1, но общая опора R связывает их уязвимости. Число сообщений, материалов и событий нельзя отождествлять.

Открытый вопрос записывают так, чтобы следующий исследователь мог проверить полезность своего метода. Вместо «природа неизвестна» указывают: две версии различаются знаком отклика при данной перестановке; текущая установка не разрешает предполагаемую задержку; материал нельзя связать с исходным состоянием. Условие повторного открытия может состоять в появлении независимой записи, нового экземпляра с известным происхождением или прибора с требуемыми характеристиками. Простое повторение рассказа не выполняет такого условия.

Приложение И содержит структуру реестра и учебные строки по делам практикума. Их нельзя суммировать в частоту аномалий: дела имеют разные единицы, условия и цели. Для общего анализа сначала выбирают сопоставимый поднабор, проверяют охват и учитывают зависимости. Сохранение отрицательных и недействительных серий позволяет отличить отсутствие обнаружения от отсутствия пригодной проверки.

Часть XI

Исследовательский практикум

Все дела этой части являются вымышленными учебными исследованиями. Числа и записи созданы для разбора метода. Они не свидетельствуют о реальном обнаружении описанных эффектов и не задают универсальные эксплуатационные пределы.

Глава 55

Дело 1: Расхождение часов после восстановления связи

Все события, приборы и численные данные этого дела вымышлены и составлены для учебного разбора; набор полностью синтетический. В обследуемом техническом помещении два регистратора после восстановления сети показывают скачок времени примерно на 1,2 секунды. Позднее один из них продолжает уходить вперёд. Сотрудник объединяет оба признака в сообщение о локальном ускорении времени. Исследовательская группа сохраняет первоначальную формулировку, но выделяет два вопроса: почему одновременно изменились показания и почему затем накопилось дополнительное расхождение. Эти вопросы могут иметь разные причины.

Паспорт А: что действительно зарегистрировано

Случай получает обозначение УЧ-ТМ-01. Доступны исходные журналы регистраторов A и B, журнал сервера синхронизации S и запись автономного эталона R. Первая метка DI относится к отображаемому времени; TM обозначает проверяемую гипотезу о физическом темпе. Место известно, однако момент скачка первоначально задан интервалом, поскольку сама проверяемая шкала не может служить единственным основанием хронологии. Владелец помещения подтверждает штатное состояние оборудования. Исследование ограничено регистрацией и разрешёнными стендовыми проверками; оно не требует изменения технологического процесса.

В качестве опорной последовательности используют счётчик R. Его сравнение с отдельным лабораторным эталоном выполнено до и после сеанса. Канал R сохраняет данные локально и не получает команд от S. Регистратор A имеет доступный аппаратный счётчик, который считывается независимо от программной календарной метки. Для B сохранён журнал команд коррекции. Поэтому исходные данные позволяют раздельно исследовать ход генератора и преобразование показаний. Именно это разделение, сформулированное в главе 12, становится содержанием конкретного дела.

План Б и карта независимости В

До повторной серии группа фиксирует три версии. При ошибке синхронизации скачок должен появиться в программных метках после определённой команды S, сохраняя непрерывность аппаратного счёта. При температурном дрейфе частотная разность A относительно R должна зависеть от состояния самого генератора. Для локального метрического объяснения после учёта этих причин должен остаться согласованный эффект у разнородных автономных эталонов, связанный с местом. Главный показатель — остаточная разность за час; минимальный интересующий масштаб этой учебной проверки установлен равным 0,5 миллисекунды.

Карта B обнаруживает, что A и B не являются независимыми свидетелями скачка: оба получают поправку от S. Их согласие проверяет распространение одной команды. R имеет отдельные

питание, сохранение и опору, но использует ту же лабораторную среду; температурные и механические зависимости поэтому не объявляются устранёнными. Метролог вводит отдельную запись температуры корпусов и выполняет совместное сравнение устройств. Важен не общий лозунг независимости, а конкретные связи, которые новая конфигурация разрывает.

Данные и разложение расхождения

В таблице приведены разности относительно R в миллисекундах. Нулевые значения при начале сеанса означают выбранную начальную привязку. До сеанса A установился при 28 °C, тогда как его контрольная характеристика определялась также при 20 °C. В рассматриваемый час температура A оставалась постоянной. Знаки «до» и «после» относятся к одной зарегистрированной команде сервера; это не два интервала физического времени. Округление таблицы не заменяет исходные более подробные записи.

Отсчёт R	Метка A − R, мс	Метка B − R, мс	Аппаратный счёт A − R, мс
Начало	0,0	0,0	0,0
600 с, до команды	1,2	0,0	1,2
600 с, после команды	1201,2	1200,0	1,2
3600 с	1207,2	1200,0	7,2

Журнал S содержит единственную команду добавления 1200 миллисекунд, возникшую после загрузки неверной сохранённой поправки при восстановлении связи. Аппаратный счёт A в этот момент непрерывен. В разрешённой изолированной копии конфигурации та же последовательность загрузки воспроизводит скачок, а исправленная версия его не создаёт. Проверка объясняет общий программный переход. Она ещё не объясняет оставшиеся 7,2 миллисекунды и поэтому не завершает анализ одним найденным дефектом.

Отдельная стендовая характеристика A даёт относительное изменение частоты $2{,}00\times10^{-6}$ между двумя указанными температурными состояниями. При постоянном значении за 3600 секунд ожидаемое накопление равно 0,00720 секунды, то есть 7,20 миллисекунды. Эта величина согласуется с аппаратным счётом. Измеренная температурная зависимость относится к данному экземпляру в проверенном режиме; её нельзя назначить свойством любых часов. Поправка применяется к рабочей копии, а исходная фаза и исходная температура сохраняются.

В новой серии после исправления S аппаратный счёт A накапливает 7,1 миллисекунды за час при прежнем температурном состоянии. После заранее определённой поправки остаток равен −0,1 миллисекунды; расширенная неопределённость сравнения составляет 0,3 миллисекунды при коэффициенте охвата 2. При совместном температурном режиме аппаратная разность составляет 0,1 миллисекунды с той же заявленной неопределённостью. Перестановка доступных позиций не переносит дрейф на B: зависимость следует за A. Эти результаты проверяют конкретные прогнозы, а не просто повторяют первоначальную сцену.

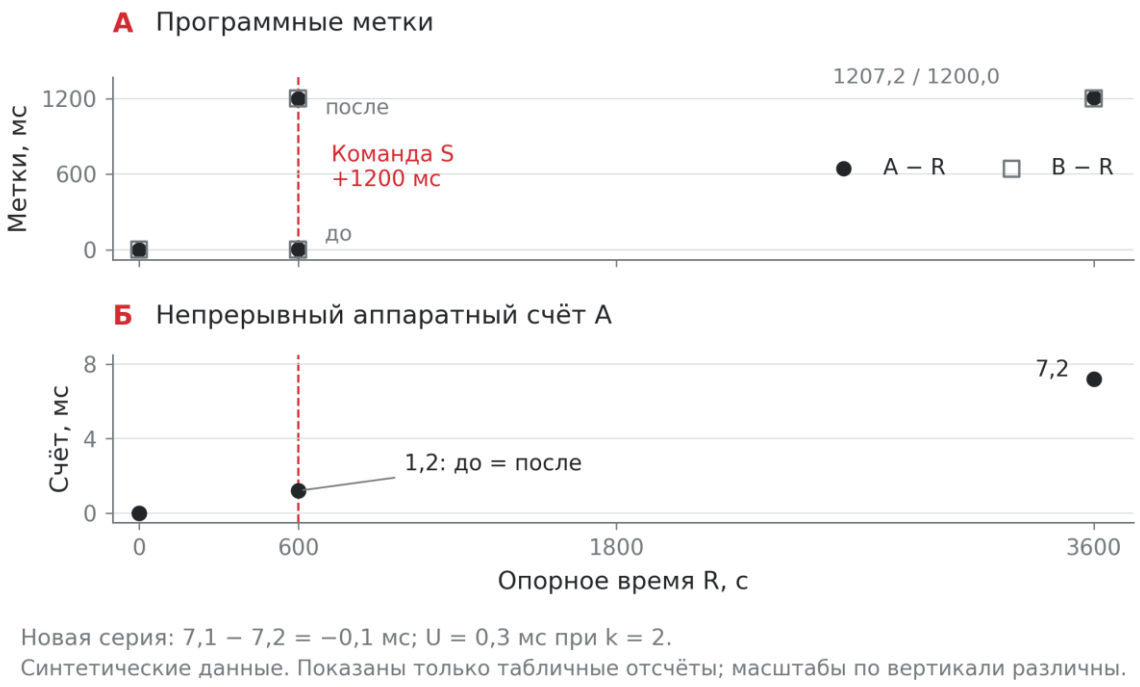


Рисунок 44. Общий скачок меток и отдельный дрейф генератора. Синтетические данные дела 1. Общий скачок программных меток после команды S показан отдельно от непрерывного аппаратного счёта A; вертикальные масштабы различаются. Повторные точки при 600 с относятся к состояниям до и после одной команды. Нижняя подпись описывает новую серию: U = 0,3 мс — расширенная неопределённость при k = 2, не интервал исходных точек.

Режим Г, результат Д и последующий пересмотр

Руководитель разрешает только штатное сравнение, перенос в заранее доступные позиции и испытание копии настроек. Оператор прекращает серию при потере независимой записи R, незарегистрированной коррекции или выходе среды за проверенные условия. Остановка означает прекращение сравнительного опыта с сохранением локальных журналов. Координатор не разрешает отключать инфраструктурный сервер ради демонстрации эффекта; его рабочая функция отделена от стендовой проверки. Хранитель сохраняет как ошибочную конфигурацию, так и историю её исправления.

В акте Д записаны два подтверждённых результата: общий скачок меток объяснён командой синхронизации, дополнительный ход A согласуется с измеренной температурной характеристикой. Исправление времени является исправлением измерительного тракта, а не нейтрализацией физической временной области. После поправок новый эффект масштаба более 0,5 миллисекунды за час не поддержан данной проверкой. Вывод не распространяется на меньшие эффекты, другие режимы или отсутствующие интервалы; отсутствие поддержанного отклонения не превращается в утверждение об абсолютном совпадении часов.

Случай закрывается как объяснённое сочетание двух причин. Повторное открытие предусмотрено при остатке, превышающем согласованную границу сравнения и сохраняющемся после независимой проверки состояния приборов. Для него потребуется новая серия, а не восстановление прежнего названия события. Паспорт сохраняет связь между исходным сообщением, двумя найденными механизмами и исправленными выводами. Так разбор приводит к положительному знанию о системе: известно, какой процесс создавал каждую часть расхождения и каким наблюдением это объяснение можно снова проверить.

Глава 56

Дело 2: Устойчивый остаток малой силы

Это полностью вымышленное учебное дело; все силы, расстояния, характеристики и результаты являются синтетическими. Его задача — показать продолжение исследования после сохранения необъяснённого остатка. На безопасном лабораторном стенде перемещение закрытого исследовательского модуля сопровождается малым отклонением контрольного тела. Внешняя оболочка модуля и допустимые операции проверены заранее; неизвестен механизм наблюдаемой силы. Слово «остаток» означает разность с принятой моделью известных влияний. Оно не обозначает заранее новую фундаментальную силу.

Паспорт А и измерительная задача

Случай УЧ-МВ-02 получает основную метку MV. Гравитационная и электромагнитная версии записаны как гипотезы, а не как установленные классы источника. Исследуется квазистатическая сила вдоль заданной оси между модулем и контрольным телом. Угол крутильной подвески переводится в силу через независимо проверенные жёсткость и плечо. Для синтетического стенда плечо равно 50 миллиметрам, крутильная жёсткость — $2{,}0\times10^{-7}$ Н·м/рад, момент инерции — $5{,}0\times10^{-6}$ кг·м². Соответствующий свободный период составляет примерно 31,4 секунды.

При силе 10 наноньютонов ожидаемый угол равен 2,5 миллирадиана. Эти значения согласованы с проектом из главы 51. Они не являются характеристиками продаваемого устройства. В деле используются только установившиеся участки после подтверждённого окончания перехода; множество соседних отсчётов не объявляется множеством независимых опытов. Единицей повторения служит отдельный цикл размещения, контрольной записи и возвращения к исходной позиции. Все перестановки остаются внутри разрешённого стендового диапазона.

План Б и независимость В

Первый план различает смещение оптического считывания, механическую связь с основанием и силу, действующую на контрольное тело. Оптический тракт проверяют известными малыми поворотами; движение основания записывают отдельно. Положение модуля меняют по заранее подготовленной последовательности, а оценщик получает записи без обозначения расстояния. Контрольный макет с сопоставимой геометрией не даёт того же профиля. Это ограничивает определённые технические версии, но не устанавливает, что все свойства макета совпадают со свойствами исследуемого модуля.

В карту В включают общий стол, воздух, геометрию и систему обработки. Поэтому второе измерение выполняют независимо калиброванной упругой балкой с отдельным считыванием и кодом анализа. Сохранение помещения и самого модуля означает, что общие электростатические и тепловые причины остаются возможными. Измерение двух механических откликов усиливает утверждение о силе относительно ошибки единственного считывателя. Оно не создаёт независимости от любого воздействия среды и не заменяет дальнейшей проверки источника.

Подгонка и проверочная серия

Для первой серии расстояние d отсчитывают между определёнными геометрическими реперами. Исследовательский анализ предлагает эмпирическую зависимость $F(d)=A(50\ \text{мм}/d)^2$. Степень два здесь является выбранной формой описания ограниченного диапазона, а не выводом о природе взаимодействия. Коэффициент A оценивают только по трём строкам подгонки. Независимая

составляющая стандартной неопределённости каждой строки равна 0,30 наноньютона; общая относительная неопределённость масштаба составляет 1,5 процента. Последняя не уменьшается от числа точек.

Нулевое смещение оценивают в отдельном парном контрольном цикле для каждой точки. Указанные 0,30 наноньютона включают независимую составляющую неопределённости такой разности. Нуль нельзя свободно менять одновременно с началом отсчёта расстояния и степенью зависимости, сохраняя видимость однопараметрической модели. При нескольких свободных геометрических поправках те же три числа допускали бы гораздо больше объяснений. Поэтому здесь подгоняется только A, а реперы и обработка остаются неизменными. Их последующий пересмотр означал бы новую версию модели, а не уточнение прежнего предсказания.

Серия	d, мм	Крутильный тракт, нН	Упругая балка, нН
Подгонка	40	15,80	Не измерялось
Подгонка	60	6,80	Не измерялось
Подгонка	80	4,00	Не измерялось
Новая проверка	45	12,50	12,20
Новая проверка	70	5,00	5,20

Минимизация суммы квадратов по первой серии даёт A=10,068 наноньютона, округлённо 10,07. Независимая составляющая неопределённости коэффициента равна приблизительно 0,171 наноньютона; после добавления общего масштаба получается около 0,23 наноньютона. В данном учебном расчёте погрешность задания расстояний пренебрежимо мала относительно этих составляющих. В реальном проекте такое упрощение пришлось бы подтвердить геометрической калибровкой. Полученный коэффициент и формулу фиксируют до открытия следующей серии.

Для новых расстояний 45 и 70 миллиметров прогноз составляет соответственно 12,430 и 5,137 наноньютона. Крутильный тракт показывает 12,50 и 5,00; разности с прогнозом равны 0,070 и −0,137 наноньютона. Стандартная неопределённость отдельного результата балки составляет 0,40 наноньютона. Её данные согласуются с тем же масштабом силы. Отдельная фоновая серия без исследуемого модуля даёт остаток 0,08 наноньютона при стандартной неопределённости 0,30. Все эти записи сохраняются вместе, включая невыразительные контрольные циклы.

Что установлено после сохранения остатка

Получен ограниченный положительный результат: в испытанной конфигурации положение конкретного модуля связано с воспроизводимым механическим откликом двух разнородных трактов. Эмпирическая зависимость, подобранная на одной серии, выдержала проверку на двух новых расстояниях. Вывод относится к диапазону 40–80 миллиметров и измеренному состоянию системы. Три точки подгонки и две проверки недостаточны для установления точной степени закона или единственного источника силы. Продолжать работу следует с этой измеренной зависимостью, а не с прежним общим словом «отклонение».

Остаются как минимум три версии. Остаточная электростатика может зависеть от распределения потенциала поверхности, не полностью описанного внешним контролем. Связь через газовую

среду может зависеть от слабого температурного поля и состояния поверхности. Неучтённое взаимодействие иной природы пока является открытой гипотезой, которой требуется собственный различающий прогноз. Наличие третьей строки не делает её равно подтверждённой первым двум. Нынешние данные не выбирают между механизмами, способными создавать близкую дистанционную зависимость.

Следующий план изменяет условие, по которому эти версии расходятся. В пределах квалифицированной установки сравнивают заранее выбранные состояния газовой среды при одинаковой геометрии и зарегистрированном температурном профиле. Отдельная серия исследует влияние разрешённого проводящего экрана с контролем его механического и теплового вклада. Эти вмешательства не объединяют в один опыт. Для каждого механизма заранее рассчитывают допустимый диапазон отклика; если прогнозов пока нет, новый этап остаётся разведочным. Улучшение точности без такого различения лишь уточнило бы прежнюю неоднозначность.

Режим Г и акт Д

Оператор прекращает движение при потере контроля положения, повреждении подвески, незапланированном изменении среды или выходе считывания из квалифицированного диапазона. Координатор разрешает только уже испытанные операции; более сильное воздействие не служит наградой за интересный остаток. В акте Д отмечено, что нейтрализующее вмешательство не выполнялось: проверены регистрация силы и ограниченная предсказательная зависимость. Условием пересмотра станет несовместимость новой серии с закреплённым прогнозом либо обнаружение ранее неучтённой общей причины. Случай остаётся открытым, но теперь содержит измеримый результат и конкретный следующий вопрос.

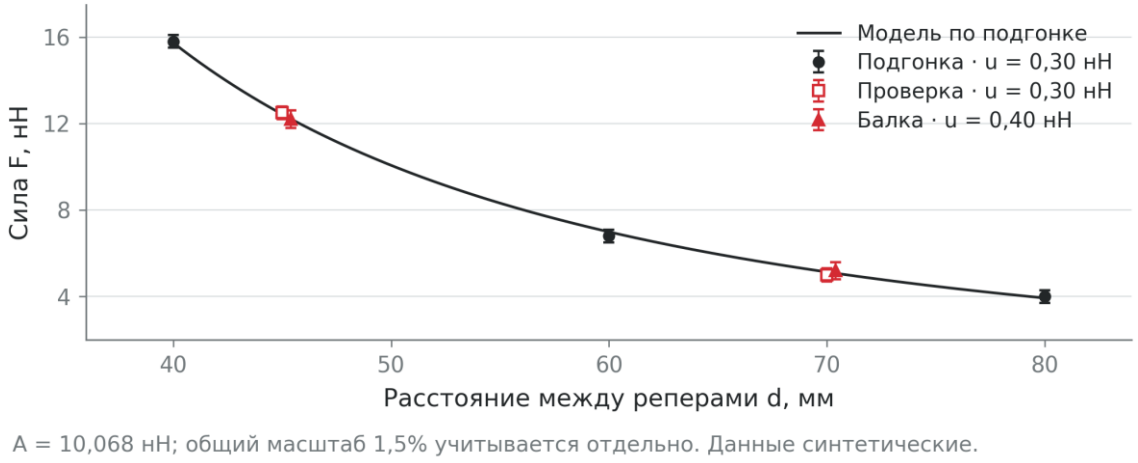


Рисунок 45. Модель силы и независимые проверочные измерения. Синтетические данные дела 2 и эмпирическая модель F = A(50 мм/d)², A ≈ 10,068 нН. Полосы показывают независимые стандартные составляющие неопределённости: 0,30 нН для крутильного тракта и 0,40 нН для балки. Общая относительная неопределённость масштаба 1,5% учитывается отдельно. Треугольники сдвинуты на 0,4 мм только для читаемости; действительные расстояния — 45 и 70 мм. Область модели ограничена 40–80 мм.

Глава 57

Дело 3: Проверка временной модели по часам и механике

Все наблюдения и числа этого дела являются вымышленными учебными данными; набор полностью синтетический. Рассматривается проверка условной метрики, а не сообщение об

обнаруженной временной области. После сравнения нескольких автономных частотных эталонов группа получает небольшой устойчивый пространственный профиль временных остатков. Исправления известных условий и проверка линии передачи не устраняют его. Возникает соблазн назвать совпадение с красивой формулой объяснением. Задача дела состоит в том, чтобы проверить другое обязательное следствие той же формулы и сохранить результат даже тогда, когда оно оказывается неудобным.

Паспорт А и область утверждения

Случай УЧ-ТМ-03 объединяет суточные сравнения четырёх исследуемых позиций с удалённым эталоном. Радиальная координата задана относительно выбранного геометрического центра; удалённый эталон расположен при R=100 метров. Положение центра установлено в разведочной серии и закреплено до проверки. Метка ТМ относится к измеренным разностям, а метрическое объяснение имеет статус условной модели. Сведения о механическом канале первоначально скрыты от аналитика, подбирающего профиль часов. Так одна группа данных не используется незаметно для настройки всех последующих прогнозов.

В паспорте отдельно указано, что локальные атомные частоты, передача фазы и движение опор имеют собственные проверки. Общая ошибка координат и среды остаётся частью бюджета. Для учебного разбора стандартная неопределённость каждого суточного остатка составляет 3 пикосекунды. Этот уровень задан условием синтетического исследования; он не является обещанием доступности такой точности при произвольном полевом развёртывании. Время сравнения относится к проверенной опорной шкале, а сырые фазы сохранены до поправок.

Для каждой позиции проверено, что суточная величина описывает накопление разности, а не постоянный сдвиг начальной фазы. Исходные временные ряды поддерживают примерно линейный ход в рассматриваемом интервале. Статичность профиля остаётся условием проверяемой версии: данные другого состояния нельзя механически объединять с этой серией. Если бы регистрировались только разовые конечные показания без начального сравнения, сильный вывод о темпе был бы недоступен ещё до обсуждения геометрии.

План Б: закреплённая условная метрика

Группа использует ровно модель из главы 16: статическую сферически симметричную метрику с евклидовыми пространственными сечениями и положительной функцией $N(r)=1+\varepsilon \exp(-r^2/L^2)$. Для неподвижных часов $d\tau=N(r)dt$. По двум точкам подгонки получают округлённые параметры $\varepsilon\approx10^{-15}$ и L≈10 метров. Они фиксируются до открытия новых радиальных позиций. Удалённый эталон при R=100 метров для данного профиля практически соответствует N=1. Это приближение принадлежит модели и явно участвует в расчёте.

r, м	Назначение	Прогноз за сутки, пс	Синтетическое наблюдение, пс
0	Подгонка	86,40	86,4
10	Подгонка	31,78	31,8
5	Новая проверка	67,29	67,5
20	Новая проверка	1,58	1,6

Данные новых позиций согласуются с временным профилем при указанной неопределённости. Это положительный результат проверки одной группы следствий. Он показывает, что модель способна предсказывать интерполяцию и спад часового остатка в испытанном диапазоне. Но совпадение профиля не определяет механизм его возникновения. Модель одновременно связывает часы с распространением света и с ускорением, необходимым для удержания неподвижного тела. Предварительный план прямо запрещает завершать экспертизу после одной удобной таблицы.

Независимость B и механический прогноз

Механический канал измеряет горизонтальную радиальную составляющую собственного ускорения закреплённой платформы после вычитания проверенного обычного фона. Ориентация, наклон и движение основания регистрируются независимо. Канал имеет отдельные питание, считывание и обработку; его коэффициент не определяется по часовым данным. Совпадение места измерения остаётся общей физической связью, необходимой для сравнения модели. Калибровка выполнена до и после серии в условиях, не использующих предполагаемый новый эффект.

В выбранной метрике величина удерживающего ускорения равна c²|d ln N/dr|. При положительном ε радиальная компонента направлена к центру. Для малой ε максимум находится практически при r=L/√2, то есть около 7,07 метра. Подстановка принятых параметров даёт примерно 7,71 м/с². Это крупный механический прогноз, несмотря на суточный сдвиг часов всего в десятки пикосекунд. Причина заключается в пространственном градиенте, умножаемом на c². Проверка только в центре была бы непригодной: там градиент равен нулю.

$$a_{\max} \simeq \frac{c^2|\varepsilon|}{L}\sqrt{\frac{2}{e}} \simeq 7{,}71\ \mathrm{ms}^{-2}$$

Синтетическая запись при r=7,07 метра даёт избыточную радиальную компоненту +0,003 м/с² со стандартной неопределённостью 0,010 м/с². Знак оси направлен от центра. Прогноз модели составляет около −7,71 м/с². Проверка работоспособности подтверждает, что такое ускорение не могло бы скрыться в диапазоне прибора или в его нулевой индикации. Различие несопоставимо с заявленным бюджетом и не устраняется округлением ε или L. Сохранение часового профиля не компенсирует этого несоответствия.

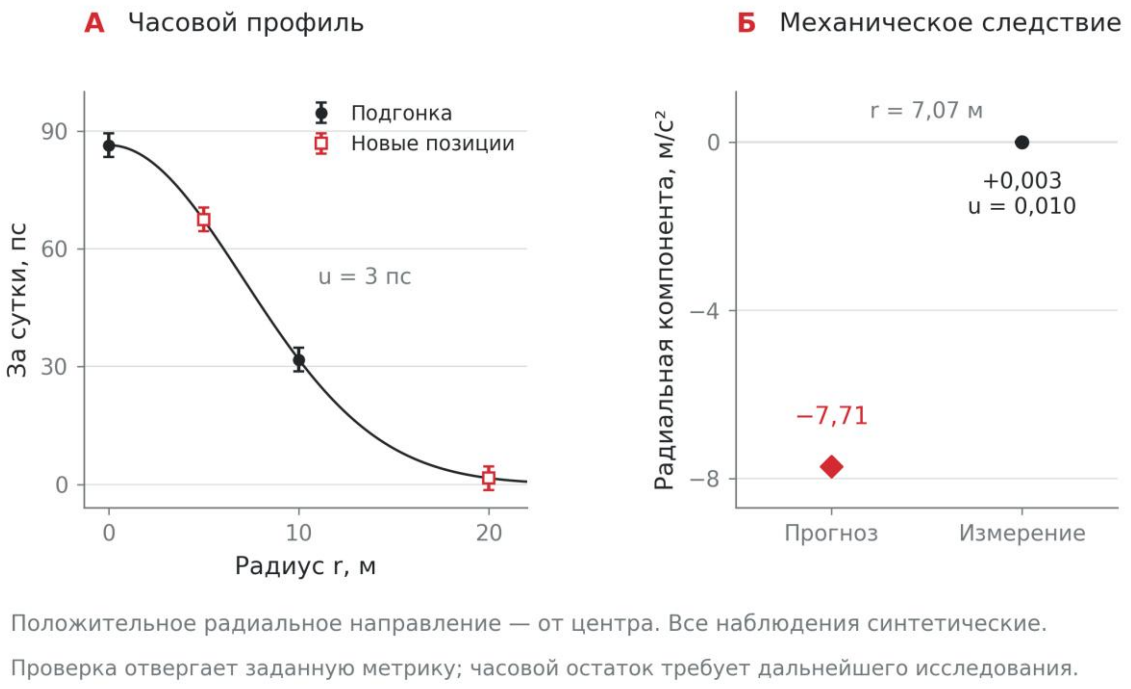


Рисунок 46. Одна метрика выдерживает часы и не выдерживает механику. Синтетические данные дела 3. Условная метрика с $\varepsilon = 10^{-15}$ и L = 10 м согласуется с четырьмя часовыми отсчётами, включая две новые позиции, но предсказывает несовместимую с измерением механическую компоненту. Для часов показана стандартная неопределённость u = 3 пс; для механического измерения u = 0,010 м/с². Его короткий интервал почти неразличим в масштабе крупного прогноза. Положительное направление — от центра. Неопределённость параметров модели здесь не задана.

Режим Г и решение по модели

Оборудование размещено в уже допущенной испытательной зоне; механические данные снимаются дистанционно. Появление гипотезы о большом ускорении не становится поводом отправить человека для субъективной проверки тяжести. Координатор останавливает перемещение при неожиданной нагрузке, потере положения или отказе обязательного механического контроля. Сохранённая стационарная запись достаточна для основной развилки. Если калибровка механического канала была бы утрачена, результатом стала бы непригодность этой проверки, а не автоматическая истинность временной модели.

В акте Д отвергается конкретная совместная интерпретация: заданная метрика с закреплённым профилем не согласуется одновременно с часовыми и механическими данными. Это не опровержение любой мыслимой геометрии и не доказательство отсутствия зарегистрированного частотного остатка. Изменение пространственной части метрики, введение дополнительной силы на платформу или пересмотр статичности означало бы новую модель с дополнительными предсказаниями. Такие изменения нельзя вводить после результата и затем объявлять прежнюю проверку успешной.

Часовой остаток получает собственное продолжение исследования. Сравниваются переходы с разной чувствительностью к среде, повторяются независимые линии передачи и исследуется устойчивость координатного профиля. Если причина окажется приборной, она должна воспроизвести масштаб и форму наблюдений. Если остаток сохранится, новая гипотеза обязана объяснить также отсутствие отвергнутого механического следствия. Временное название случая больше не защищает выбранную геометрию от проверки.

Условие пересмотра решения записано конкретно: обнаружение существенного дефекта механической записи либо новая серия, совместимая со всеми закреплёнными прогнозами. Нейтрализующее вмешательство не проводилось, поэтому акт не сообщает об устранении области. Научный результат состоит в сужении множества объяснений при сохранении исходного наблюдения. Дело показывает, как положительное совпадение одной группы данных и отрицательное сравнение другой вместе дают более сильный вывод, чем любое из них по отдельности.

Глава 58

Дело 4: Меняющаяся область и потеря наблюдаемости

Все обстоятельства, карты и числа этого учебного дела вымышлены; данные синтетические. В учебном помещении дистанционная тепловая съёмка выявляет участок поверхности, отличающийся от сопоставимого фона. Видимая область постепенно увеличивается, одновременно качество её регистрации ухудшается. Затем пропадает телеметрия подвижной платформы. Перед группой стоят две разные задачи: понять развитие зарегистрированного процесса и сохранить обоснованность действий при утрате части сведений. Исчезновение карты с экрана не принимается ни за исчезновение области, ни за доказательство разрушения аппарата.

Паспорт А: область наблюдения и её граница

Случаю УЧ-ТН-04 присвоена метка ТН; изменение геометрии контура описывается как характеристика наблюдаемой поверхности. Причина теплового различия пока неизвестна. Граница задана операционально: это контур превышения разности температуры над 0,8 кельвина в выбранной модели измерения. Порог относится к выделению признака на данной записи, а не к безопасности человека. Для реальной тепловой интерпретации необходимы учтённые свойства поверхности и отражённого излучения; в учебном наборе их проверки считаются выполненными в указанном диапазоне.

В паспорт включены исходные кадры, опорные температурные участки, положение камеры, маска непригодных пикселей и сведения о фоне. Вместо одного числа «радиус зоны» записывается наибольшее расстояние от фиксированного репера до пригодной части контура. Непросматриваемые участки сохраняют отдельное обозначение. Карта наблюдаемого отличия и карта разрешённого размещения людей являются разными документами. Слияние этих карт создало бы ложную границу безопасности там, где измерена только выбранная тепловая характеристика.

План Б, карта В и исходный режим Г

Основной вопрос первой серии — сохраняется ли изменение контура при неподвижном измерительном тракте и пригодном фоне. Версия физического изменения поверхности предсказывает согласованную картину независимых ракурсов. Версия изменившегося измерения предсказывает связь с настройкой, положением либо потерей опорного участка. В плане закреплены неизменная обработка и критерий качества: отношение выделяемого контраста к его оценённой неопределённости должно оставаться не ниже четырёх. Это локальное условие различимости учебного опыта, не универсальная статистическая или защитная норма.

На карте В отмечены две камеры, но их первоначальная независимость неполна. Они используют общий канал передачи, а одна установлена на подвижном носителе. Локальные накопители

работают отдельно. Отдельный канал состояния подтверждает только остановку платформы и не заменяет научные данные. Поэтому совпадение экранов не подтверждает непрерывность связи, а потеря телеметрии не означает потери всех исходников. До запуска задано поведение платформы при отказе канала: прекращение перемещения с сохранением предусмотренных функций. Этот режим предварительно испытан для данной площадки; он не предлагается как универсальный ответ на любую неизвестную среду.

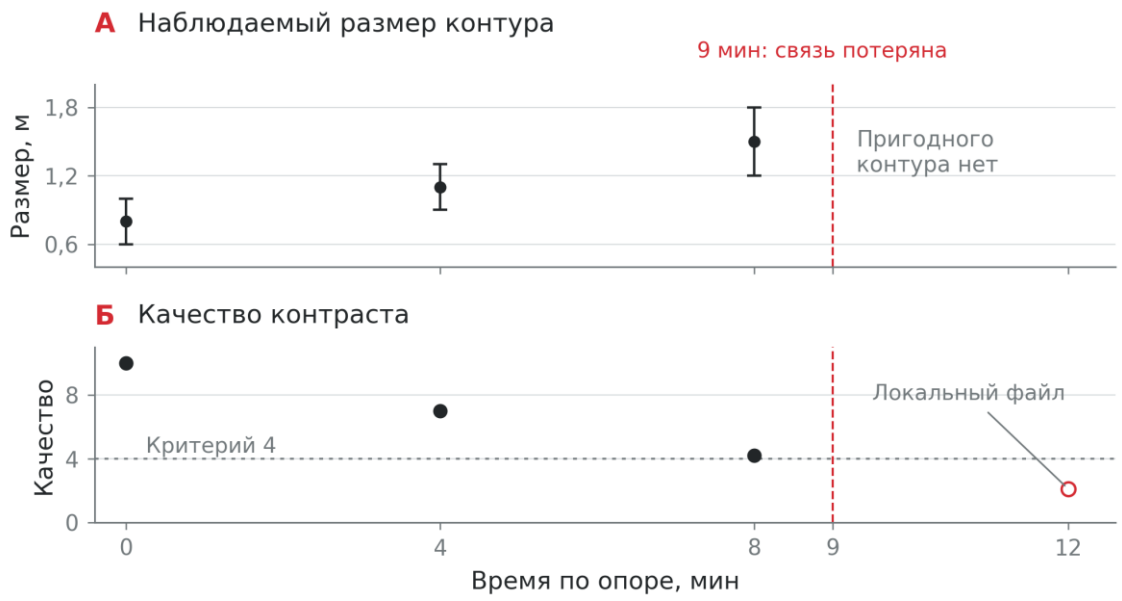
Время по опоре	Размер контура, м	Качество контраста	Статус записи
0 мин	0,8; интервал 0,6–1,0	10	Пригодна
4 мин	1,1; интервал 0,9–1,3	7	Пригодна
8 мин	1,5; интервал 1,2–1,8	4,2	Пригодна на границе режима
9 мин	Не определён	Не определено	Потеря телеметрии
12 мин	Не определён	2,1	Локальный файл; контур непригоден

Изменение состояния и команда остановки

Первые три строки поддерживают расширение именно зарегистрированного контура при принятом критерии. Разность центральных оценок составляет 0,7 метра за восемь минут, то есть 0,0875 метра в минуту. Это описание движения пороговой границы, а не установленная скорость переноса вещества или энергии. Изменение температурного профиля способно двигать такой контур без перемещения отдельного тела. После восьмой минуты заранее выбранная модель уже предупреждает о приближении к потере пригодности, поэтому дополнительное сближение не разрешается.

На девятой минуте оператор получает признак прекращения обязательной телеметрии. Локальная автоматика прекращает движение по заранее испытанному условию; отдельный канал состояния подтверждает остановку. Оператор фиксирует прекращение операции и последнюю пригодную конфигурацию. Руководитель прекращает выводы о текущем размере области. На общей карте остаются последний измеренный контур, его интервал и явно обозначенная ненаблюдаемая часть. Продлевать прежнюю кривую на последующие минуты по одному среднему темпу нельзя: программа ещё не установила закона развития процесса.

Связь позднее восстанавливается, и локальный массив копируется дистанционно. Это позволяет получить строку двенадцатой минуты, но не делает её пригодной для прежнего геометрического вывода. В ней контраст недостаточен по закреплённому критерию. Хранитель не заменяет пропуск телеметрии непрерывной линией контура. Одновременно он сохраняет саму запись: она полезна для анализа потери различимости. Успешное получение файла и пригодность содержащегося в нём измерения относятся к разным проверкам.



На 9-й минуте движение остановлено. Полученный файл не восстанавливает контур.
Синтетические данные. Интервалы размера заданы в деле; их уровень покрытия не указан.

Рисунок 47. Рост измеренного контура и потеря пригодности. Синтетические данные дела 4. Три пригодных оценки размера показаны с заданными в деле интервалами; их уровень покрытия не указан, поэтому они не названы стандартными неопределённостями или доверительными интервалами. На 9-й минуте потеря телеметрии приводит к остановке движения. В восстановленном файле 12-й минуты качество равно 2,1, ниже локального критерия 4; размер по нему не определён. Между отсчётами и через пропуски линии не проведены.

Пересмотр режима вместо автоматического возврата

Группа рассматривает три объяснения ухудшения: изменение самой поверхности, изменение фоновой обстановки и отказ части измерительной связи. Для аппаратной потери телеметрии найден зарегистрированный перезапуск общего передающего узла. Это объясняет отсутствие связи, но не объясняет рост контура до него. Точно так же низкий контраст не устанавливает затухание источника. Разбор сохраняет отдельные ветви, чтобы найденная техническая причина не поглотила необъяснённую физическую последовательность.

Новый допуск предусматривает наблюдение из уже доступных внешних позиций, независимый путь передачи и дополнительные опорные участки. Передача данных восстанавливается отдельно от решения о перемещении платформы. Координатор требует подтверждения всех обязательных условий; команда не считает возвращённую картинку продолжением прежнего разрешения. Если обновлённая схема не обеспечивает различимость контура, допустимым итогом остаётся ограниченная регистрация без оценки его размеров. Вход человека ради извлечения или перестановки аппарата не включается в этот режим.

В последующей синтетической серии две пригодные неподвижные записи дают размер 1,6 метра с интервалом 1,4–1,8. Они позволяют возобновить описание текущего состояния, но не восстановить неизвестную историю между последними пригодными кадрами. Нельзя заключить, что область всё время оставалась внутри нового контура. Сохраняются несколько вариантов развития: дальнейшее расширение с возвратом, стабилизация или изменение формы. Каждому варианту соответствует ограничение будущего вывода и требование к следующему наблюдению.

Акт Д и условие пересмотра

В акте зафиксированы расширение наблюдаемого признака в первом интервале, потеря обязательного контроля, выполненная остановка и восстановление ограниченной измерительной пригодности. Нейтрализация не проводилась. Последний статус процесса — наблюдаемое отличие с неполной историей, а статус работы — пассивная регистрация в пересмотренной конфигурации. Дальнейший переход разрешается только после получения пригодной динамики и проверки её связи с условиями среды. Повторная потеря опоры, рост слепой области или непредусмотренное изменение снова прекращают соответствующие выводы и действия.

Дело показывает жизненный цикл исследования рядом с жизненным циклом объекта. Источник мог продолжать изменяться, пока группа теряла наблюдаемость; состояние архива и состояние поверхности не обязаны совпадать. Сохранённый паспорт позволяет различить эти истории. Полезным результатом становится не уверенная карта любой ценой, а точное знание того, где измерение было пригодным, почему прежний режим перестал быть обоснованным и какие сведения сделали ограниченное продолжение возможным.

Глава 59

Дело 5: Информационная зависимость на новых заданиях

Это вымышленное учебное исследование. Все изображения, ответы, числа и свойства установки синтетические; они не являются сообщением о существовании необычного разумного источника. Безопасный оптический модуль выдаёт один из двух электрических импульсов после предъявления изображения. Его подробная внутренняя организация в распоряжении группы отсутствует. Первые наблюдатели называют ответы пониманием картинки. Исследование сохраняет более узкий вопрос: содержит ли выход воспроизводимую информацию о заранее определённом отношении между изображёнными фигурами и переносится ли эта связь на независимо созданные задания.

Паспорт А: функция вместо личности

Случай УЧ-АГ-05 получает метку AG как проверка кажущегося осмысленного ответа и DI как исследование регистрации. Установка не управляет внешним оборудованием; её выход только записывается. Вход представляет картинку с замкнутым контуром и отдельной меткой. Целевой признак — расположена ли метка внутри контура. Два допустимых импульса обозначены 0 и 1; все остальные выходы, отсутствие импульса и неоднозначные записи получают собственные категории. Измеряемая функция не предполагает сознания, намерения или способности понимать любое сообщение.

Разведочная серия из восьмидесяти изображений используется только для выбора рабочего формата, окна ответа и устойчивого способа распознавания импульсов. Она не входит в подтверждающие числа. После её окончания закрепляются код, длительность предъявления, правила качества входа и критерии оценивания. Оба значения целевого признака формируются без доступного оператору расписания. Средняя яркость и длительность сравниваемых изображений контролируются, но группа не утверждает, что тем самым устранены все физические признаки формы. Такой предел является частью вопроса о значении ответа.

План Б: две подтверждающие серии

Первая гипотеза предполагает доступную входу информацию о расположении метки. Она предсказывает преимущество на новых изображениях при открытом оптическом канале и его

исчезновение при контрольном предъявлении, не несущем целевого признака. Версия запомненного порядка предсказывает ухудшение после смены независимо созданного набора. Версия реакции только на простую яркость требует иной зависимости от сопоставленных по этому признаку стимулов. Ни одна из этих гипотез пока не определяет полный внутренний алгоритм устройства.

Основной показатель — число правильных ответов, делённое на все назначенные попытки. Молчание не удаляется как «нежелание отвечать», а засчитывается как отсутствие успешного ответа. Для каждого блока отдельно сохраняются правильные, неправильные и отсутствующие ответы. Контрольные изображения имеют целевую метку только в закрытом списке испытаний: сам предъявляемый рисунок не сообщает, какой ответ числится правильным. Это позволяет оценить угадывание и возможную утечку, не подменяя контроль повторением известных устройству картинок.

Карта независимости B и исполнение режима Г

Перечень заданий и ключ хранит участник, не управляющий установкой. Оператор получает порядок предъявления без правильных ответов. Импульсы оцениваются по закреплённому декодеру до открытия ключа. В архив входят исходные изображения, фактическая оптическая запись предъявления, электрические сигналы и журнал состояния. Проверка служебных файлов исключает включение ключа в передаваемые метаданные. Общая программа генерации всё же может создать скрытую подсказку, поэтому последующая серия B готовится другой группой с иной реализацией.

Допуск разрешает только испытанный уровень освещения, штатное питание и отдельную регистрацию выхода. Оператор прекращает предъявления при непредусмотренной команде устройства, перегрузке регистрации, раскрытии ключа или изменении установленного кода. Научная привлекательность ответа не разрешает расширять канал общения. После остановки сохранённые попытки получают статус по заранее заданному правилу; непригодная серия не дополняется выбранными удачными ответами из другого сеанса. В этом деле нарушения допуска не возникли.

Серия и условие	Все попытки	Верно / неверно / нет ответа	Доля успеха
А, открытый вход	200	150 / 42 / 8	75,0%
А, контроль без целевой информации	100	48 / 46 / 6	48,0%
B, новые задания, открытый вход	160	118 / 35 / 7	73,75%
B, контроль без целевой информации	80	38 / 38 / 4	47,5%

Что добавила независимая серия

Серия B сформирована после закрепления вывода по А. Новая группа не использует прежний список изображений и не знает прежних выходных последовательностей. Она меняет размеры,

положение и рисунок контура в пределах заранее объявленного класса заданий. Предварительная проверка подтверждает однозначность правильного ответа на каждой картинке. Ни один пробный запуск B не используется для перенастройки декодера. Поэтому 118 правильных ответов из 160 становятся проверкой переноса установленной функции, а не продолжением подгонки первой серии.

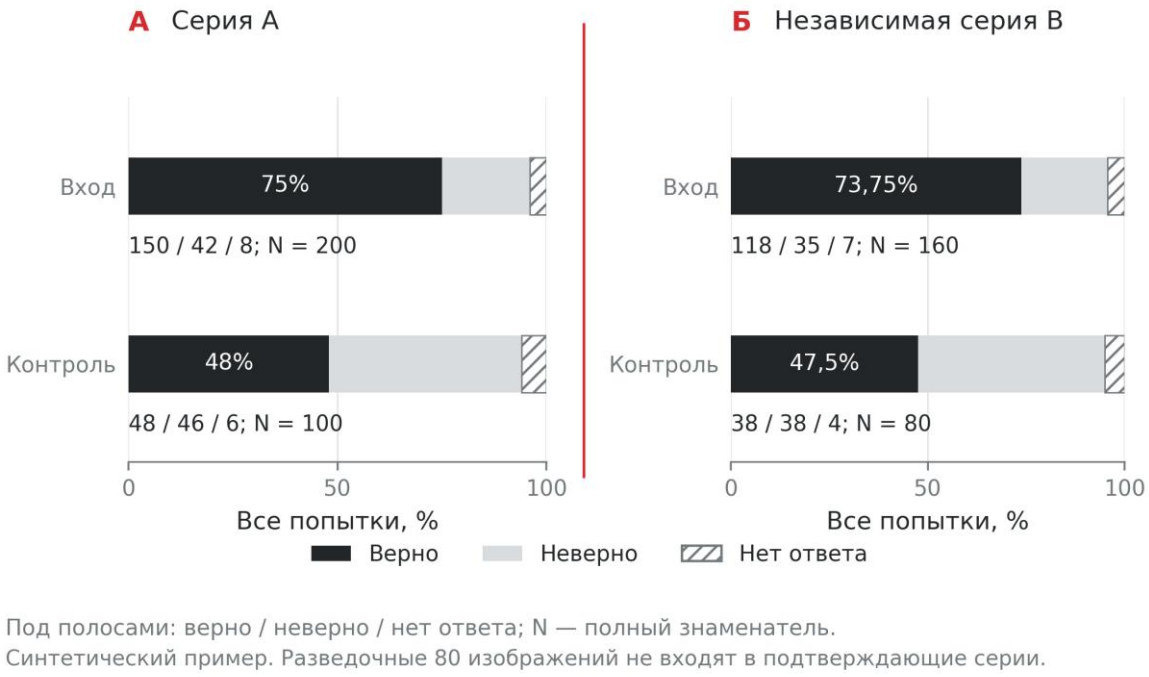


Рисунок 48. Перенос результата на независимый набор. Синтетические данные дела 5. Полосы нормированы на все назначенные попытки, включая отсутствие ответа; под ними приведены исходные числа и знаменатели. Серия B использует независимый новый набор после закрепления процедуры. Разведочные 80 изображений не включены. Рисунок показывает перенос конкретной функции, без доверительных интервалов, отметок значимости или вывода о сознании источника.

Доля успеха на открытом входе составляет 75,0 процента в A и 73,75 процента в B; разность равна 1,25 процентного пункта. Контрольные блоки не показывают сопоставимого преимущества. Таблица поддерживает ограниченную информационную зависимость, однако простое сравнение процентов не завершает статистическую экспертизу. Её модель должна учитывать распределение условий, возможную зависимость последовательных ответов и выбранное правило остановки. В четырёх полных блоках A по пятьдесят попыток зарегистрировано 37, 38, 37 и 38 успехов; в блоках B по сорок попыток — 29, 30, 29 и 30. Эффект не сосредоточен в единственном удачном фрагменте.

Результат не требует утверждать, что модуль понимает смысл так же, как человек. Вполне совместимы обычная обработка изображения, чувствительность к геометрическому признаку, скрытая электронная реализация правила и некоторые ещё не проверенные каналы. Изоляция видимого сетевого разъёма не доказывает отсутствия всех технических связей. Неизвестность внутреннего устройства является ограничением описания механизма. Вместе с тем она не отменяет измеренной функции: на новых заданиях выход содержит полезную для данного различения информацию.

Акт Д и следующий различающий опыт

В акте Д установлен воспроизводимый функциональный результат для заданного класса изображений и испытанного канала. Нейтрализация и физическое управление источником не выполнялись. Никакого вывода о личности, доброжелательности или намерении не принято. Следующий проект должен различить простое геометрическое правило и более широкое использование задания. Например, отдельный заранее подготовленный формат может потребовать противоположного ответа при том же изображении через независимое указание правила. Такой формат представляет новую задачу и не считается уже подтверждённым нынешними числами.

Техническая экспертиза внутренней реализации остаётся самостоятельным направлением при наличии разрешения владельца и безопасной процедуры. Если она объяснит ответы обычной схемой, функциональное наблюдение сохранится, а его механизм станет известным. Если новая серия не воспроизведёт зависимость, пересматриваются границы переносимости и возможные скрытые условия. Условием повторного открытия уже закрытого вывода служит конкретное нарушение ключа, декодера или происхождения заданий. Дело демонстрирует положительный информационный результат, который выдерживает новые вопросы, не превращаясь в произвольную историю о собеседнике.

Глава 60

Дело 6: Проверка предполагаемой нейтрализации

Все события и уровни этого дела вымышлены и относятся к безопасному учебному стенду; данные синтетические. Числа не задают допустимого воздействия на человека. В контролируемом помещении регистрируется устойчивый узкополосный акустический сигнал. После команды с названием «подавление» его график резко снижается. Оператор предлагает закрыть случай как нейтрализованный. Независимый разбор выясняет, что одинаково спокойный экран совместим с прекращением источника, ограничением передачи и потерей чувствительности измерения. Эти исходы проверяются раздельно.

Паспорт А и заранее определённое утверждение

Случай УЧ-АС-06 получает метку АС. Главный показатель — уровень среднеквадратичного звукового давления в фиксированной полосе возле выбранной частоты, при неизменной методике усреднения. Основной микрофон М1 расположен в точке приёма, независимый М2 — ближе к техническому источнику. Их координаты закреплены. Для обоих доступны исходные сигналы, настройки и проверка отклика. Измерительная задача состоит в установлении изменения передачи к М1; вопрос об остановке самого источника требует дополнительного свидетельства М2 и сведений о его состоянии.

Все уровни таблицы выражены в децибелах относительно одной принятой опоры. Корректное сопоставление требует одной и той же полосы и одинаковых условий обработки. Локальная контрольная подача к М1 проверяет чувствительность в этой полосе, не проходя через исследуемый путь от источника. Поэтому она помогает отделить изменение приёма от изменения распространения, но не измеряет эффективность барьера сама по себе. Стандартная неопределённость пригодных полевых сравнений в учебном наборе составляет один децибел.

План Б: три результата с разными признаками

При прекращении источника основной сигнал должен уменьшиться у обоих микрофонов, тогда как контрольные воздействия останутся обнаруживаемыми. При ограничении передачи к М1 его показатель снизится, М2 сохранит прежний уровень, а локальный контроль М1 останется пригодным. При изменении чувствительности или обработки М1 уменьшатся как исследуемый, так и его контрольный сигнал. Эти прогнозы закрепляются до новой проверки. Отсутствие пригодного контроля даёт исход «подтверждения недостаточно», даже если интересующий график оказался очень низким.

Форма В отмечает раздельные чувствительные элементы, питание и сохранение М1 и М2. Первоначальное приложение отображения у них общее, поэтому независимый аналитик проверяет сырые потоки отдельным кодом. Контрольная подача имеет собственный журнал. Рабочая карта также содержит механическую передачу через конструкцию помещения: снижение воздушного сигнала не характеризует этот путь автоматически. В акт нельзя переносить вывод с измеренной полосы на все возможные звуки или вибрации.

Состояние	М1, дБ	М2, дБ	Контроль М1, дБ
До вмешательства	68,0	67,5	60,0
После программного «подавления»	18,0	67,6	10,0
После восстановления обработки	68,1	67,4	60,1
После проверенного акустического барьера	54,0	67,5	60,0

Первая развилка: исчезло измерение

Вторая строка не подтверждает нейтрализацию. Исследуемый и контрольный показатели М1 уменьшились на одинаковые пятьдесят децибел, а М2 сохранил прежний результат. Проверка журнала показывает, что команда изменила обработку выбранной полосы основного канала и не воздействовала на излучатель. Отображаемая величина после этой перестройки использовала прежнее обозначение, хотя передаточная характеристика стала другой. Сохранённый сырой сигнал позволяет восстановить сопоставимое представление. Ошибочный экран остаётся в архиве как часть истории решения.

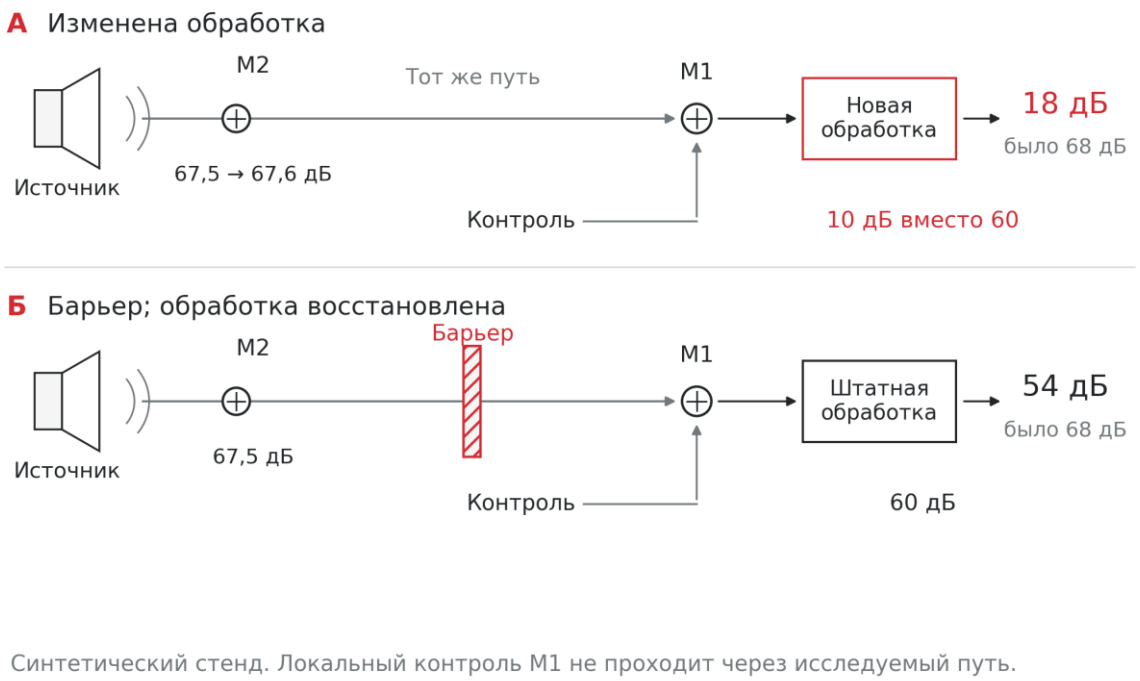
Координатор прекращает действие прежнего разрешения, поскольку обязательный канал больше не выполняет заявленную функцию. Остановка не требует отключать источник или стирать фильтр без записи. Оператор фиксирует конфигурацию, восстанавливает квалифицированный режим на разрешённом стенде и повторяет контроль. Третья строка показывает возвращение прежнего масштаба. Таким образом объяснено падение показателя, но физическое воздействие ещё не ограничено. Исправление измерителя и управление источником являются разными выполненными задачами.

Вторая развилка: ограничена передача

Новый план предусматривает штатный акустический барьер на заранее оценённом участке пути. Его установка не меняет положение микрофонов и не закрывает обязательные функции вентиляции или наблюдения. До работ профильный специалист подтверждает пригодность конструкции для данного безопасного стенда. Руководитель формулирует узкую цель: уменьшить выбранный воздушный сигнал в точке М1 при сохранении регистрации источника. Не заявляются прекращение излучения и исчезновение всех возможных путей воздействия.

После установки уровень М1 составляет 54,0 децибела, а М2 остаётся около 67,5. Контроль М1 сохраняет 60,0. Дополнительный независимо калиброванный микрофон в согласованной точке приёма даёт 54,3 децибела со стандартной неопределённостью один децибел. В разрешённых контрольных перестановках барьера результат воспроизводится без изменения программной полосы. Это существенно сильнее первоначального наблюдения: теперь снижение основного сигнала сопровождается сохранённой способностью заметить контрольное воздействие и независимым пространственным подтверждением.

Разность исходного и конечного уровней М1 равна четырнадцати децибелам. При данном определении уровня отношение средних квадратов давления составляет приблизительно 0,0398, то есть уменьшение примерно в двадцать пять раз. Это вычисление относится к выбранной полосе и точке приёма. Оно не определяет полную энергию источника, не устанавливает ослабление вне измеренного диапазона и не является универсальным критерием безопасности. Положительный количественный результат должен сохранять те же границы, что и исходное измерение.



Синтетический стенд. Локальный контроль М1 не проходит через исследуемый путь.

Рисунок 49. Подавление показания и ограничение передачи. Схема двух синтетических проверок дела 6. После изменения обработки падают и сигнал М1, и его локальный контроль, поэтому уменьшение графика не подтверждает физического подавления. После восстановления обработки и установки барьера М1 даёт 54 дБ, М2 — 67,5 дБ, контроль М1 — 60 дБ. Контроль вводится после исследуемого пути. Показано ограничение выбранного канала передачи, а не прекращение источника. Все уровни относятся к одной оговорённой полосе и опоре; пригодные сравнения имеют стандартную неопределённость 1 дБ.

$$\frac{\langle p^2 \rangle_{\text{после}}}{\langle p^2 \rangle_{\text{до}}} = 10^{-14/10} \simeq 0{,}0398$$

В четырёх полных контрольных циклах разность уровней составляет 13,8; 14,2; 13,9 и 14,1 децибела. Среднее равно 14,0, но малый разброс не отменяет общих погрешностей геометрии и калибровки. Поэтому точность акта не повышают до сотых децибела по одному усреднению. Оценщик получает обозначения положения барьера после фиксации уровней. Такая организация уменьшает возможность выбрать только удобные участки записи, сохраняя весь материал циклов.

Режим Г и заполненный акт Д

Действия останавливают при утрате контроля М2, непредусмотренной деформации барьера, изменении состояния оборудования или невозможности выполнить согласованный переход. Ответственный за эксплуатацию принимает барьер с условиями обслуживания и проверки. Если его защитная функция зависит от положения и целостности, эти признаки входят в последующее наблюдение. Отсутствие необходимости немедленно измерять каждый отсчёт не означает отсутствия владельца сохранённой функции. Демонтаж рассматривается как отдельное изменение условий.

В акте Д первой операции указано: изменение обработки, доказательства физической нейтрализации отсутствуют. Во второй операции подтверждено ограничение выбранного канала передачи в испытанных условиях. Источник продолжает регистрироваться; общий статус «источник устранён» не принят. Неисследованный механический путь и другие полосы перечислены как границы вывода. Условием пересмотра служат изменение геометрии, повреждение барьера, новый режим источника или отказ контрольного канала. Дело завершается полезным ограничением воздействия, не требующим приписывать ему более широкий результат.

Глава 61

Дело 7: Материал с утраченным происхождением

Все материалы, документы и числа этого учебного дела вымышлены; данные синтетические. После необычного светового эпизода группа получает сообщение о появлении небольшого образца и уменьшении его массы. Передающий участник предлагает немедленно направить материал в лабораторию. При первичном разборе выясняется, что фотографии, обозначения и записи взвешивания не образуют непрерывной истории. Лаборатория отказывается принимать отправление в заявленном виде. Исследовательская задача теперь состоит в сохранении доступного знания и ограничении вывода, а не в получении анализа любой ценой.

Паспорт А: предел связи между событием и образцом

Случай УЧ-МТ-07 получает основную метку МТ для сообщения о веществе. Само появление после вспышки остаётся свидетельским утверждением; ни превращение, ни необычная потеря массы пока не подтверждены. Упаковке, фактически доступной группе, присваивается новый устойчивый идентификатор П-07. Он связывает дальнейшие записи с данным предметом, но не удостоверяет его предшествующее происхождение. Старые обозначения А-17 и А-71 сохраняются как спорные сведения. Их нельзя молча исправить до удобного совпадения.

До выяснения допустимого маршрута никто не открывает упаковку ради любопытства или получения красивой фотографии. Ответственность за фактическое хранение остаётся у

назначенного владельца материала по согласованному с профильным специалистом порядку. Передача сведений для оценки не означает передачи самого объекта. Это различие существенно: лаборатория может изучить заявку и отказаться от физического приёма, а отсутствие согласия не должно превращаться в ничейное отправление у её двери.

Материал записи	Заявленное содержание	Доступное основание	Ограничение
Снимок весов 01	Масса 17,42 г; А-17	Экспортированное изображение	Тара и исходный журнал неизвестны
Снимок весов 02	Масса 16,87 г; А-71	Отдельный файл	Тождество предмета не установлено
Фотография упаковки	Тот же образец	Сохранившаяся копия	Нет непрерывной истории передачи
Первичное сообщение	Появление после вспышки	Запись слов передающего участника	Независимая связь не подтверждена

План Б: сначала происхождение утверждения

В плане проверяются три объяснения расхождения. Это может быть изменение одного материала, различие тары или непреднамеренное сопоставление разных предметов. Каждая версия требует своих данных: исходного журнала весов, идентификации упаковки и последовательности передач. Разность двух показанных чисел составляет 0,55 грамма. Арифметическая правильность этой разности не устанавливает изменение массы вещества. Даже исправные весы измеряли бы общий объект взвешивания, который ещё не определён и не доказан тождественным в двух случаях.

Хранитель запрашивает оригинальные файлы и независимые документы о передаче. Оператор восстанавливает, когда созданы снимки, когда они экспортированы и когда присоединены к сообщению. Профильный специалист оценивает, какие сведения нужны для квалификации материала и возможности работы с ним. Основной результат первой стадии заранее ограничен картой прослеживаемости. Спектральное или химическое исследование не назначается способом автоматически восстановить событие, которое предшествовало текущей регистрации. Эта логика соответствует разделению состава и происхождения в главах 27 и 31.

Карта В и обнаруженные необратимые пробелы

Все представленные подтверждения вначале восходят к одному передающему участнику. Несколько пересланных копий не создают независимых очевидцев. Момент взвешивания известен только со слов; календарные метки принадлежат экспорту. Часть промежуточных сообщений не сохранилась. Проверка доступных носителей не позволяет установить, являлись ли А-17 и А-71 опечатками или обозначениями разных предметов. Ни честность участника, ни аккуратность последующего хранения не устраняют этот конкретный пробел.

Первое надёжно документированное состояние П-07 начинается с совместной внешней регистрации упаковки и назначения ответственного. Дальнейшую цепочку можно сделать прослеживаемой. Обратное распространение этой надёжности на прошлое недопустимо. В паспорте отмечают точку начала подтверждённой истории и участок, который по доступным материалам восстановить не удалось. Это не объявление подделки: утрата происхождения

совместима с добросовестной ошибкой, неполной записью и другими версиями, между которыми нет различающих сведений.

Отказ лаборатории и решение по режиму Г

Принимающая лаборатория изучает описание дистанционно и выдаёт мотивированный отказ. Её заявленная компетенция и условия приёма не охватывают материал неопределённого типа при неизвестном состоянии упаковки и неясной ответственности за передачу. Кроме того, запрошенный вывод «доказать появление после события» не следует из одного анализа текущего содержимого. Отказ не означает, что материал признан опасным или необычным. Он означает, что конкретная лаборатория не подтверждает возможность выполнить именно эту задачу при этих входных условиях.

Руководитель фиксирует отказ как завершённый результат согласования и не отправляет образец под изменённым названием. Координатор прекращает подготовку физической передачи до появления подходящего разрешённого маршрута. Ответственный за материал подтверждает сохранение владения и условий текущего обращения. Если эти условия невозможно обеспечить, вопрос передаётся профильной службе по фактическим свойствам ситуации. Книга не предлагает произвольных операций обеззараживания или упаковки неизвестного содержимого вместо такой квалификации.

Научную заявку разделяют. Первая задача касается происхождения и изменения массы исходного материала; она остаётся неразрешённой имеющимися сведениями. Вторая могла бы относиться к свойствам П-07 начиная с подтверждённой точки его истории. Для неё нужны новый вопрос, подходящая компетенция, условия приёма и согласие владельца. Даже успешное будущее определение состава будет характеризовать принятый материал, а не доказывать его образование во время вспышки. Такое разделение сохраняет потенциальную ценность анализа без обещания невозможного вывода.

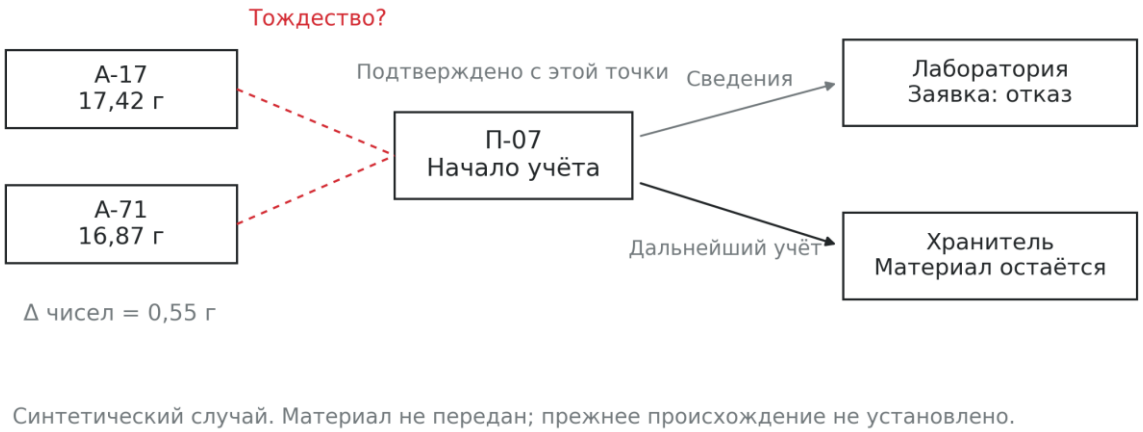


Рисунок 50. Граница подтверждённого происхождения П-07. Схема прослеживаемости синтетического дела 7. Связь между А-17, А-71 и позднее зарегистрированной упаковкой П-07 не установлена; пунктир не означает передачу одного и того же предмета. 0,55 г — разность чисел в двух записях, а не подтверждённая потеря массы. Подтверждённая история начинается с регистрации П-07 и назначения хранителя. Лаборатории переданы сведения; после отказа физическая передача материала не выполнена.

Заполненный акт Д и условия возвращения к задаче

В акте Д указано, что активное исследование и нейтрализующее вмешательство не выполнялись. Подтверждены приём цифровых сведений, внешняя регистрация П-07 и отказ выбранной лаборатории. Разность 0,55 грамма сохранена как различие двух предоставленных чисел, без присвоения ей физической причины. Исходное утверждение получает статус недостаточно определённого происхождения. Решение о прекращении этой заявки не уничтожает записи и не освобождает назначенного владельца от ответственности за находящийся у него материал.

Повторное открытие вопроса о происхождении возможно при появлении действительно нового независимого документа, связывающего предметы и времена, а не при очередном пересказе прежнего рассказа. Новая проба из того же предполагаемого места будет новым материалом с собственной цепочкой и не исправит историю П-07 задним числом. Для исследования повторного события следует заранее подготовить допустимую регистрацию без неподготовленного контакта. Результат дела состоит в точном разделении того, что ещё можно исследовать, и того, какой вывод доступные материалы больше не способны обеспечить.

Глава 62

Дело 8: Редкое событие, пропуски и отрицательный результат

Это полностью вымышленное учебное дело. Все события, экспозиции и характеристики обнаружения заданы синтетически. После одного плохо зарегистрированного светового эпизода организовано десятисуточное наблюдение. Новых подходящих событий не найдено. Такой итог может оказаться содержательным, если известно, сколько времени система действительно наблюдала и какие события могла заметить. Главная задача состоит в вычислении ограниченного отрицательного результата без утверждения, что за десять календарных суток были проверены любые возможные аномалии.

Паспорт А: определение события

Случай УЧ-ОР-08 относится к классу ОР. Подтверждающая задача касается импульсов длительностью 40–80 миллисекунд с сигналом в заданном калиброванном диапазоне 5–10 условных единиц, возникающих внутри фиксированной обследуемой геометрии. Эти числа определяют учебный класс регистрации, а не универсальную границу физического явления. Первоначальный эпизод служит основанием выбора места, но не включён в будущую серию: его качество не позволяет применить к нему тот же критерий. Все новые попытки учитываются с момента закрепления плана.

Паспорт содержит пространственную маску, частотную и временную полосу трактов, версии обработки, фон и правила непригодности. Импульс за пределами маски или вне указанной длительности является отдельным наблюдением, а не отрицательным ответом данной проверки. Момент появления и время сохранения файла различаются. Исходный поток и журнал состояния позволяют определить фактические пропуски. Программа не заменяет потерянные интервалы нулями и не засчитывает их как время, в течение которого было подтверждено отсутствие событий.

План Б и измерительная независимость В

В синтетической модели события выбранного класса возникают стационарно с интенсивностью λ в сутки и образуют пуассоновский поток. В пригодные интервалы каждое такое событие независимо обнаруживается с вероятностью ε=0,50. Это заданное условие учебной модели, а не точная

эффективность, выведенная из небольшого калибровочного набора. Отдельно предполагается, что причины пропусков не выбирают моменты повышенной интенсивности. Если эти предпосылки неверны, итоговая граница не получает прежнего смысла.

До наблюдения фиксируются критерий события, календарный горизонт и правила окончания. Проверяемое утверждение — совместима ли с нулевой регистрацией постоянная интенсивность выбранного класса не менее одного события в сутки. Настройка детектора завершена на отдельном материале. Контрольные сигналы проверяют тракт, но не смешиваются с природными кандидатами. Карту B составляют для камер, времени, питания и кода; дублирование одного потока двумя программами не прибавляет к экспозиции второй такой же интервал.

Две доступные записи помогают проверять кандидатов и состояние аппаратуры, однако совпадение их рабочей геометрии не удваивает наблюдаемую территорию. Для общей процедуры используется одна согласованная эффективность обнаружения. Её нельзя перемножать или складывать с характеристиками отдельных каналов без модели совместного решения. В данном деле ε относится уже к завершённой цепочке от события установленного класса до его включения в итоговый счёт. Ложные кандидаты анализируются по заранее закреплённым правилам, и число принятых событий равно нулю.

Календарный интервал, сутки	Пригодное время, сутки	ε в пригодное время	Эффективная экспозиция, сутки
0–2,5	2,4	0,50	1,2
2,5–5,0	1,6	0,50	0,8
5,0–7,5	2,0	0,50	1,0
7,5–10,0	2,0	0,50	1,0
Всего	8,0	0,50	4,0

Расчёт с сохранением предпосылок

Пригодны восемь из десяти суток, то есть доля 0,8. После учёта заданной эффективности эффективная экспозиция составляет T_eff=10×0,8×0,50=4 суток. Она измеряется временем, а не числом кадров или объёмом архива. Для неодинаковой эффективности по интервалам потребовалась бы сумма соответствующих произведений; в непрерывной записи — интеграл. Равномерная замена всех промежутков средним значением допустима здесь только потому, что модельная интенсивность постоянна и условия эффективности явно заданы.

$$T_{\mathrm{eff}} = 10 \times 0{,}8 \times 0{,}50 = 4 \text{ суток}$$

При принятой модели ожидаемое число зарегистрированных событий равно λT_eff, а вероятность не зарегистрировать ни одного — exp(−λT_eff). Одностороннюю верхнюю доверительную границу уровня 95 процентов для нулевого счёта получают, приравнивая эту вероятность 0,05. Результат равен −ln(0,05)/4≈0,749 события в сутки. Это частотная доверительная процедура при перечисленных предпосылках. Она не означает, что истинная интенсивность с вероятностью 95 процентов лежит ниже указанного числа.

$$\lambda_{95} = \frac{-\ln(0{,}05)}{T_{\text{eff}}} \simeq 0{,}749 \text{ сут}^{-1}$$

Если бы интенсивность действительно равнялась одному событию в сутки, ожидалось бы четыре регистрации, а вероятность нулевого счёта составляла бы exp(−4)≈0,0183. Поэтому нулевая серия ограничивает именно это заранее заданное утверждение при принятой модели. Она не исключает редкие события меньшей интенсивности. Не исключены также импульсы вне выбранной геометрии, другого диапазона амплитуд или процессы, возникающие только при условиях, которых в пригодной части серии не было.

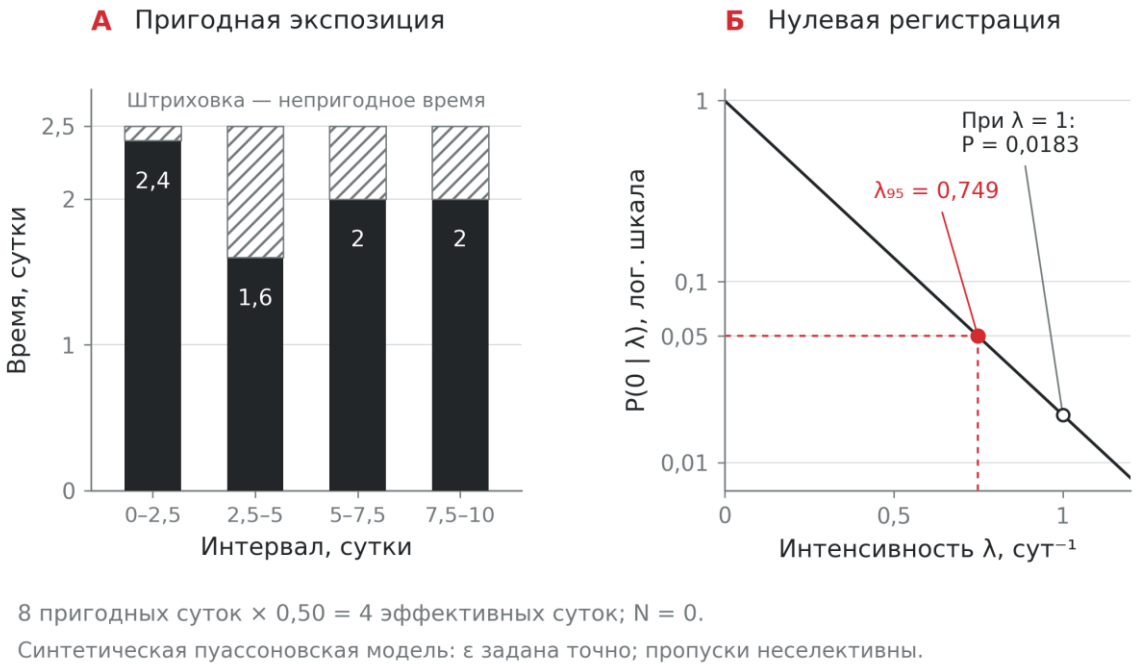


Рисунок 51. От календарного времени к границе частоты событий. Синтетический расчёт дела 8. Слева показаны суммарные пригодные и непригодные длительности в четырёх календарных интервалах, без указания расположения пропусков внутри них. Восемь пригодных суток при точно заданной эффективности ε = 0,50 дают четыре эффективных суток. Справа P(N = 0 | λ) = exp(−4λ), ось вероятности логарифмическая. Для нулевого счёта верхняя односторонняя 95%-ная доверительная граница равна 0,749 сут⁻¹ при стационарном пуассоновском потоке, независимом обнаружении и неселективных пропусках. Кривая не является распределением вероятности истинного λ.

Режим Г и проверка отрицательного результата

Научный режим остаётся пассивным наблюдением с разрешёнными проверками аппаратуры. При потере опоры, насыщении или неизвестном состоянии обязательного канала соответствующий интервал исключают из пригодной экспозиции по установленному правилу. Оператор сохраняет причину и момент ограничения. Если событие само способно выключать аппаратуру, считать такие пропуски независимыми уже нельзя; тогда данная пуассоновская оценка не закрывает гипотезу. Сам отказ регистрации становится отдельным исследуемым исходом с другой моделью наблюдения.

В реальном исследовании эффективность 0,50 имела бы неопределённость и могла бы зависеть от распределения амплитуд, длительностей и положения. Тогда её нельзя подставлять как точную только потому, что половина ограниченного набора контрольных сигналов обнаружена. Требуется совместная оценка либо обоснованная консервативная граница с ясно определённым уровнем

покрытия. В учебном деле эта задача отделена условием, чтобы показать арифметику экспозиции. Именно это ограничение должно сопровождать готовое число в акте.

Акт Д и условие пересмотра

Акт Д фиксирует отсутствие принятых событий за четыре эффективных суток и указанную верхнюю границу для выбранного стационарного потока. Нейтрализация не проводилась, безопасность всей территории не устанавливалась, первоначальный единичный эпизод не объявлен опровергнутым. Научная задача данной серии завершена: интенсивность порядка одного события в сутки не поддержана при её условиях. Отчёт содержит маску пропусков, правила отбора, исходные кандидаты и предпосылки, без которых итоговая цифра была бы лишена предмета.

Новую программу запускают при появлении пригодного события, свидетельства зависимости от другого условия или выявлении существенной ошибки эффективности. Если задача требует ограничить интенсивность гораздо ниже 0,749 в сутки, заранее рассчитывают необходимую эффективную экспозицию и оценивают ресурсы. Продлевать прежнюю запись лишь до желаемого результата без нового правила нельзя. Дело заканчивается количественным знанием о границе проведённой проверки: отсутствие обнаружения становится полезным именно потому, что его область действия названа и вычислена.

Приложения

Приложение A

Форма паспорта случая

Форма предназначена для копирования в рабочий журнал. Поля заполняются по мере поступления сведений. Отсутствующее значение обозначается словами «не установлено» с указанием причины. Пустое поле не считается отрицательным результатом. Идентификатор случая сохраняется при смене гипотезы.

Регистрационная запись

• Идентификатор случая и версия паспорта.

• Дата и способ регистрации. Автор записи и его роль.

• Время события или допустимый интервал; основание временной привязки.

• Место или границы обследования; допустимая точность локализации.

• Источник сообщения; правила доступа к личным сведениям.

Наблюдаемый материал

• Минимальное утверждение без причинного объяснения.

• Список исходных файлов, показаний, свидетельств и образцов с отдельными идентификаторами.

• Приборы, настройки, единицы, частота записи и известные ограничения.

• Пропуски, насыщение, изменения конфигурации и неустановленные параметры.

• Связь каждой классификационной метки с конкретным основанием.

Гипотезы и решения

• Текущие объяснения и их различающиеся предсказания.

• Проверенные альтернативы и пределы проведённых проверок.

• Профиль опасности по восьми осям; данные и допущения для каждой оценки.

• Назначенный режим, ответственные, основания допуска и критерии остановки.

• Следующий вопрос и данные, которые могут изменить решение.

История и передача

• Операции с файлами и образцами; дата, исполнитель, цель и результат.

• Версии обработки и связь итоговых материалов с исходными.

• Изменения объяснения, классификации и режима с обоснованием.

• Передача другой группе: перечень материалов, ограничения и подтверждение получения.

• Статус завершения или дата следующего пересмотра.

Паспорт проверяется на согласованность: каждый вывод должен иметь основание, каждое действие — исполнителя и условия, каждый пропуск — явное обозначение. Если эти связи восстановить

нельзя, итог ограничивается теми утверждениями, для которых связь сохранена. Подробный порядок приведён в главе 8.

Связи паспорта с рабочими формами

В разделе текущего состояния указать идентификаторы актуальной карты Ж1, открытых карточек реагирования Ж2, согласования управления Ж3 и исходящих предметов Ж5. Наличие формы означает наличие записи, а не положительное решение. Для каждой связи указать версию и последнее подтверждённое действие; отменённые версии сохранить в истории.

Приложение Б

План различающего эксперимента

Этот бланк задаёт структуру авторского плана. Он не заменяет оценку допустимости конкретной операции. Перед началом опыта участники должны одинаково понимать главный вопрос и последовательность прекращения работы.

Вопрос и предсказания

• Одно основное проверяемое утверждение.

• Гипотеза H1 и ожидаемый наблюдаемый результат.

• Гипотеза H2 и результат, отличающийся от предсказания H1.

• Другие причины, способные создать похожий отклик.

• Условия, при которых исход будет неразличающим или неинтерпретируемым.

Схема измерений

• Измеряемая величина, единица, диапазон и требуемая неопределённость.

• Цепочка от объекта до исходной записи; отдельная цепочка обработки.

• Калибровка, фон, контрольные серии и подтверждение чувствительности.

• Общие зависимости каналов и меры их различения.

• Временная последовательность, задержки, интервалы пропусков и условия сопоставления.

Изменяемое условие

• Что физически меняет экспериментатор; сопутствующие тепло, свет, звук, движение, питание или вещество.

• Какие условия должны оставаться сопоставимыми и как это проверяется.

• Почему выбранное действие пригодно и допустимо.

• Ответственный за разрешение запуска и независимая функция остановки.

• Действия при потере связи, контроля или возможности завершения.

Анализ и выход

• Основной показатель и правило оценки, зафиксированные до основной серии.

• Объём данных или иное обоснованное правило завершения.

• Правила исключения записей; работа с отсутствующими данными.

• Порядок сохранения исходников, версии кода и журналов.

• Какой вывод допускает каждый исход и что потребует нового опыта.

Если план меняется после просмотра данных, новая версия сохраняется отдельно. Уже просмотренный материал может служить разведочным основанием, а последующая проверка требует независимой серии или ясного ограничения вывода. См. главы 4 и 39.

Дополнение к плану подтверждающей серии

Версия гипотезы и дата фиксации: _____. Набор, использованный для выбора модели: _____. Проверочный набор и способ ограничения доступа до фиксации анализа: _____.

Единица события и знаменатель: _____. Пригодное время либо число попыток: _____. Правило объединения срабатываний: _____. Эффективность регистрации и её неопределённость: _____.

Моменты просмотра и правило окончания: _____. Таблица исходов по главе 4: _____. Действия при программном исправлении после открытия данных: _____. Условие независимого повторения: _____.

Условия исполнения команды

• Предпосылка из реестра Ж1: _____. Как проверяется до действия: _____.

• Команда и запись Ж3: _____. Различаемые стадии исполнения: _____.

• Что произойдёт при повторной доставке: _____. Как это проверено: _____.

• Ресурс завершения по Ж4: _____. Условия запрета нового блока: _____.

Приложение B

Карта измерительной независимости

Карта заполняется для пары каналов или для всей сети. Слово «независимый» всегда относится к указанному виду ошибки. Разные экземпляры устройства могут сохранять общие физические и программные зависимости.

Общая зависимость	Вопрос для проверки	Что фиксировать
Эталон времени	Откуда каждый канал получает исходную шкалу	Генератор, синхронизация, автономный режим
Питание	Может ли одно изменение влиять на несколько каналов	Схема питания и записи его состояния
Среда	Есть ли общий температурный, механический или полевой фактор	Размещение и вспомогательные измерения
Конструкция	Какие одинаковые чувствительные элементы используются	Технология и известные механизмы отклика
Обработка	Применяется ли общий код или алгоритм	Версии библиотек, настройки и независимая реализация
Связь	Проходят ли данные через общий канал	Буферизация, потери и автономная запись
Отбор	Запускает ли один триггер сохранение всех потоков	Предыстория события и критерии запуска
Оператор	Может ли ожидание влиять на выбор результата	Роли, ослепление и порядок доступа
Образец	Относятся ли анализы к действительно сопоставимому материалу	Отбор, разделение, хранение и изменения состояния

Для каждой строки указывают установленную зависимость, выполненную проверку и оставшееся ограничение. Отсутствие обнаруженной общей причины не равнозначно доказательству полной независимости. Карта показывает, какие версии ещё совместимы с согласованным результатом. Основные объяснения приведены в главах 10 и 47.

Приложение Г

Решение о режиме и остановке

Форма сопровождает конкретное действие, а не разрешает неопределённую совокупность будущих работ. Решение пересматривается при изменении указанных условий.

До начала действия

• Исследовательская цель и связь с текущим паспортом случая.

• Режим: регистрация, дистанционное пассивное наблюдение, ограниченное исследование или контролируемое вмешательство.

• Ответственные роли и доступная связь; заместитель при передаче смены.

• Известные сценарии вреда, неопределённости и основание допустимости.

• Проверенные функции наблюдения, защиты и прекращения собственного действия.

• Условия, которые должны сохраняться на всём протяжении операции.

Команда остановки

• Кто может подать команду и каким способом она передаётся.

• Какие наблюдаемые события требуют остановки.

• Что конкретно делает каждый оператор после команды.

• Какие функции должны сохраняться для завершения и регистрации.

• Как подтверждается фактическое прекращение действия.

После остановки

• Время команды, причина и фактическая последовательность выполнения.

• Состояние людей, среды, оборудования и данных.

• Утрата каналов контроля и неустановленные последствия.

• Условия, необходимые для рассмотрения повторного запуска.

• Решение ответственных и новая версия допуска.

Повторный запуск не является продолжением прежнего разрешения по умолчанию. Необходимо подтвердить восстановление существенных условий и разобраться в причине остановки в объёме, необходимом для следующего действия. См. главы 7, 9 и 37.

Связи решения после остановки

Приложить актуальные Ж1 и Ж3, а при затронутых людях — Ж2. Для смены режима указать обеспеченность по Ж4, незавершённое обращение с предметами по Ж5 и относящиеся к ролям ограничения Ж6. В акте решения перечислить именно восстановленные основания; пустое поле и неподтверждённый этап не превращаются в разрешение подписью.

Приложение Д

Акт проверки результата вмешательства

Акт применяется после любого действия, которому приписывается нейтрализующий результат. Его структура заставляет отдельно проверить исследуемый процесс и пригодность измерения.

1. Исходное утверждение о воздействии и данные, на которых оно основано.
2. Установленный или предполагаемый канал вмешательства.
3. Выполненная операция, исполнитель, время и фактические условия.
4. Наблюдаемые изменения в основных и контрольных каналах.
5. Проверка того, что приборы сохранили необходимую чувствительность и диапазон.
6. Сопоставимость состояния до и после; изменения фона и конфигурации.
7. Статус результата по главе 44: источник устранён; канал ограничен; состояние стабилизировано; объект изолирован; наблюдается затихание; подтверждения недостаточно. Статус устанавливают отдельно для каждого воздействия. Исправление измерительного артефакта записывают отдельно: оно меняет достоверность наблюдения и само по себе не подтверждает нейтрализацию источника.
8. Оставшиеся ограничения, вторичные изменения и возможные сценарии возврата.
9. План наблюдения, ответственный за пересмотр и критерии возобновления работ.
10. Заключение независимого проверяющего и перечень разногласий, если они сохраняются.

Незаполненная проверка чувствительности ограничивает вывод об исчезновении эффекта. Неподтверждённое состояние источника ограничивает вывод о его устранении. Если достигнута только изоляция, в акте указывают условия сохранения барьера. См. главы 42–45.

Приложение E

Термины и сокращения

Определения используются как рабочий язык трактата. В специализированной главе значение уточняется условиями соответствующего метода. Обозначения классов приведены в главе 6.

Аномалия. Отклонение наблюдений от явно указанного ожидания, требующее отдельной проверки. Термин не определяет причину.

Артефакт. Особенность результата, возникающая в измерении, хранении или обработке и способная имитировать свойство исследуемого объекта.

Валидация. Подтверждение пригодности системы или процедуры для конкретного назначения и условий использования.

Верификация. Проверка соответствия реализации заданным требованиям; сама по себе не устанавливает пригодность требований для задачи.

Гипотеза. Проверяемое объяснение, из которого следуют наблюдаемые ожидания и условия пересмотра.

Граница системы. Выбранное разделение объекта и среды, определяющее учёт вещества, энергии, сигналов и внешних воздействий.

Дрейф. Изменение характеристики измерительного канала со временем, требующее оценки в условиях применения.

Изоляция. Ограничение установленного канала воздействия при сохранении указанных условий барьера.

Калибровка. Установление связи между показаниями и опорными значениями с соответствующими условиями и неопределённостями.

Контрольная серия. Наблюдения, организованные для проверки определённой альтернативы, фона или работоспособности процедуры.

Ложная тревога. Срабатывание критерия обнаружения при отсутствии определённого целевого события в условиях принятой проверки.

Модель измерения. Связь между исходными сигналами, входными величинами, поправками и сообщаемым результатом.

Насыщение. Режим, в котором рост входного воздействия больше не отображается штатным способом в выходном сигнале.

Независимое подтверждение. Подтверждение с обоснованным различием существенных причин ошибки, а не только другим именем исполнителя или устройства.

Неопределённость. Характеристика неполноты определения результата в рамках принятой измерительной модели; требует описания охваченных влияний.

Нейтрализация. Общее обозначение управления воздействием, которое в заключении необходимо уточнить по фактически подтверждённому результату.

Обратная задача. Восстановление свойств источника или системы по наблюдаемым следствиям; решение может быть неединственным.

Общая причина. Фактор, способный согласованно влиять на несколько каналов, элементов или наблюдений.

Паспорт случая. Связанная запись исходных материалов, условий, гипотез, решений, ограничений и истории изменения выводов.

Предел обнаружения. Условие, относительно которого установлена способность процедуры выделять заданный сигнал из фона.

Предварительная регистрация. Фиксация плана и правил анализа до получения или просмотра соответствующих проверочных данных.

Прослеживаемость. Документированная цепочка связей, позволяющая установить происхождение материала, преобразований или опорных значений.

Различающий опыт. Опыт, в котором сравниваемые гипотезы предсказывают различимые при доступной неопределённости исходы.

Стабилизация. Поддержание выбранных параметров в обоснованных границах; может требовать непрерывной действующей системы.

Условная модель. Исследование следствий явно введённого допущения, которое не представлено как установленное свойство природы.

Учебный сценарий. Вымышленный пример, предназначенный для разбора действий и логики вывода; не эмпирическое свидетельство.

Фон. Наблюдения или модель состояния, относительно которых выделяется рассматриваемый эффект; условия сопоставимости должны быть определены.

Целостность файла. Соответствие сохранённой версии определённому состоянию данных; не самостоятельное доказательство истинности записанной сцены.

Эффект наблюдателя. Изменение системы, связанное с конкретным процессом взаимодействия при наблюдении; физический механизм требует отдельного указания.

Экстранаука. Принятая в книге программа исследования необычных явлений с проверяемыми моделями, прослеживаемыми данными и пересматриваемыми процедурами.

Эффективная экспозиция — пригодный объём наблюдения, взвешенный вероятностью обнаружения определённого семейства сигналов. Для иной формы сигнала экспозиция может отличаться.

Доверительная последовательность — последовательность доверительных множеств с заявленным одновременным покрытием по времени при выполнении условий выбранного метода.

Предыстория состояния — сведения о предшествующих воздействиях и переходах, которые могут влиять на текущий отклик системы.

Гистерезис — зависимость наблюдаемого состояния от пути изменения условий; пороги прямого и обратного перехода могут различаться.

Частичный порядок — установленные отношения предшествования, допускающие, что некоторые пары событий остаются неупорядоченными.

Идемпотентная команда — операция, повторное выполнение которой в предусмотренной модели имеет тот же итог, что однократное. Это свойство требует проверки для конкретного интерфейса и состояния.

Согласование состояния — восстановление подтверждённого общего описания установки после разрыва связи, перезапуска или расхождения журналов.

Карта наблюдаемости — описание мест, интервалов и каналов, для которых установлены пригодность регистрации и чувствительность.

Проверочный набор — данные, не использованные при выборе проверяемой модели и процедуры её оценки в рамках заявленного плана.

Нулевое энергетическое условие — требование неотрицательности свёртки тензора энергии-импульса с любым нулевым вектором дважды. Его применение в книге ограничивается явно заданными гравитационными моделями.

Эмпирическая модель — математическое описание установленной зависимости в указанных условиях; оно может оставлять физический механизм открытым.

Переносимость — сохранение определённого результата при заранее описанном изменении условий, оператора, экземпляра прибора или исследовательского материала.

Приложение Ж

Рабочие формы организации

Формы Ж1–Ж6 связывают карту, людей, команды, ресурсы, предметы и подготовку группы одним идентификатором случая. Запись «неизвестно» допустима, если рядом указано зависимое ограничение и ответственный за следующее решение. Запись «не относится» требует краткого основания. Пустое поле не означает отсутствия опасности. Для локальной последовательности используют идентификатор узла, сеанс и номер; физическое время приводят только с известным смыслом метки.

Все заполненные примеры ниже относятся к вымышленному делу УЧ-ОП-01 на этапе разбора учебной остановки. Воздействия, потеря контакта и ресурс моделируются карточками. Все реальные участники находятся в известной организатору безопасной обстановке; внешняя служба разыгрывается отдельной ролью. Примеры показывают незавершённые решения, поэтому не образуют разрешения на реальную работу.

Ж1. Состояние, карта и предпосылки

Поле	Чистая форма
Случай; версия; составитель	_____; _____; _____
Состояние и предыдущая версия	S____; предыстория и неизвестные интервалы: _____
Привязка карты и записей	Подложка/система: _____; узел/сеанс/номер или интервал: _____
Слой Д	Признак; места регистрации; отрицательные наблюдения и чувствительность: _____
Слой Н	Пригодные каналы; слепые области; изменения обзора: _____
Слой Р и маршруты	Разрешённое действие; участок; основание; срок или событие пересмотра: _____
Переход и возврат	Что изменилось; новое состояние; признак возврата; допустимость проверки: _____
Реестр предпосылок	Предпосылка; свидетельство; статус; зависимое решение; ответственный: _____
Следующее решение и связи	Вопрос: _____; Ж2/Ж3/Ж4/Ж5: _____; подтвердили: _____

Заполненный учебный пример Ж1-УЧ-01, версия 3.

Поле	Заполнение
Случай и состояние	УЧ-ОП-01; S2; составитель М1. Предыдущая карта М02; до потери связи менялась экспозиция камеры В.

Поле	Заполнение
Привязка	План учебной комнаты, карта М03. Локальная запись A/R1/40; общей временной шкалы нет.
Д	Световая отметка зарегистрирована в западном секторе. Отсутствие восточной отметки сейчас не установлено.
Н	Камера А пригодна для своего сектора; В не даёт текущих данных. Восточный сектор не наблюдается.
Р	Разрешена только запись из подтверждённой позиции. Основание маршрута R-восток утрачено вместе с каналом В.
Переход и возврат	S1 → S2: потеря наблюдаемости. Восстановление картинки недостаточно; требуется пригодное текущее наблюдение и пересмотр маршрута.
Предпосылка	Текущее положение платформы не подтверждено. Зависимое перемещение не разрешено; проверку координируют М1 и К1.
Связи и решение	Ж2-УЧ-01, Ж3-УЧ-01, Ж4-УЧ-01, Ж5-УЧ-01. Следующий вопрос — подтверждаемое текущее состояние; карту приняли Р1 и К1.

Ж2. Люди и передача реагирования

Поле	Чистая форма
Случай; версия; связной	_____; _____; контакт: _____
Основание перехода	Наблюдаемый факт; источник; момент получения: _____
Учёт людей	Идентификатор; подтверждённое положение/контакт; источник; нерешённое: _____
Последнее подтверждение	Локальная запись или интервал; версия карты; неопределённость: _____
Условия места	Подтверждённые опасные признаки; неоценённое; утраченные основания маршрутов: _____
Сохраняемые функции	Функция; состояние; последствия нарушения; ответственный: _____
Передача	Кому; по какому каналу; что передано; подтверждение приёма: _____
Указания и обновления	Полученные указания; исполнитель; следующий повод обновления: _____

Поле	Чистая форма
Текущий итог	Кто принял какие функции; открытые вопросы; ограничения исследования: _____

Заполненный учебный пример Ж2-УЧ-01, версия 1.

Поле	Заполнение
Случай и связной	УЧ-ОП-01; связной С1. Внешнюю службу играет организатор С2.
Основание и учёт	По карточке участник П2 не отвечает. П1 и П3 учтены на посту; положение П2 для исследовательской команды не подтверждено.
Последнее подтверждение	Запись А/R1/31, карта М02: П2 сообщил о нахождении у учебного поста. Это не текущее подтверждение.
Условия места	М03: восточный сектор не наблюдается; основание маршрута утрачено. Физическое препятствие не установлено.
Сохраняемые функции	Контроль доступа и доступная локальная запись; К1 следит за сохранением. Общее отключение не назначено.
Передача и указания	С1 передал факты С2; приём подтверждён в А/R1/42. Указание упражнения — продолжить доступный учёт и сообщать изменения.
Итог	С2 принял роль руководителя учебного реагирования; С1 ведёт обновления. Исследовательская серия не возобновлена; Ж3 остаётся открытой.

Ж3. Команда и согласование управления

Поле	Чистая форма
Случай; версия; оператор	_____; _____; управляющий пост: _____
Команда	Идентификатор; смысл; адресат; сеанс; конфигурация: _____
Повтор	Изменяет ли повтор итог; условия свойства; проверка повторной доставки: _____
Отправлена / принята	Свидетельство отправки: _____; приёма: _____
Исполнена / результат наблюдён	Свидетельство исполнения: _____; пригодное наблюдение: _____
Разрыв и восстановление	Последняя пригодная запись; новый сеанс; устаревшие пакеты; неизвестное: _____

Поле	Чистая форма
Текущее управление	Автономные функции; очередь; действующий пост; поддерживаемые функции: _____
Положение и следующий шаг	Основание позиции/маршрута; разрешённое действие; проверяющий: _____
Решение	Что согласовано; что не подтверждено; руководитель; оператор; ссылки Ж1/Ж4: _____

Заполненный учебный пример Ж3-УЧ-01, версия 1.

Поле	Заполнение
Случай и команда	УЧ-ОП-01; О1; К7 — относительный поворот на один шаг, платформа В, сеанс R1, конфигурация С1.
Повтор	Может вызвать второй шаг; автоматический повтор для незавершённой команды не разрешён.
Четыре стадии	Отправлена: журнал А. Принята: В/R1/24. Исполнение: неизвестно. Физический результат: не подтверждён.
После разрыва	Текущий сеанс В — R2; первым доставлен архивный В/R1/23. Этот кадр не описывает текущее положение.
Управление	Исследовательская очередь приостановлена. Поддерживающая запись сохраняется; действующий пост О1, передача роли идёт по Ж4.
Следующий шаг	Получить пригодное свидетельство состояния без нового перемещения. R-восток не разрешён по Ж1; проверяет М1.
Решение	Р1 и К1 оставили исследовательскую последовательность незавершённой. О1 подтвердил запрет автоматического повтора; потерянные этапы не восстановлены догадкой.

Ж4. Ресурсы и передача смены

Поле	Чистая форма
Случай; версия; смена	_____; _____; передающий: _____; принимающий: _____
Текущий режим	Состояние; конфигурация; версии Ж1 и Ж3; поддерживаемые функции: _____
Строка ресурса	Функция; ресурс; остаток; способ оценки; расход следующего блока: _____

Поле	Чистая форма
Завершение и неопределённость	Потребность завершения; неопределённость; основание достаточности: _____
Пополнение	Допустимая операция; совместимость замены; нужные повторные проверки: _____
Открытые обязательства	Команды; неисправности; временные изменения; ограничения; предметы Ж5: _____
Ближайшее действие	Что и при каком событии выполнить; кто выполняет; связь: _____
Передача	Принимающий повторил ограничения: _____; принятые функции: _____; момент подтверждения: _____
Если передача не состоялась	Кто сохраняет роль; обеспеченный остаточный режим; следующий адресат решения: _____

Заполненный учебный пример Ж4-УЧ-01, версия 1.

Поле	Заполнение
Смена и состояние	УЧ-ОП-01; О1 передаёт О2. S2, С1; Ж1 версия 3, Ж3 версия 1. Исследовательская очередь не действует.
Ресурсная строка	Учебная энергия регистратора: остаток 8; серия 4; завершение 3; учитываемый разброс 2 условные единицы.
Решение по ресурсу	4 + 3 + 2 = 9 > 8: серия не разрешена. Для предусмотренного завершения 5 единиц достаточно в модели упражнения.
Пополнение	Совместимая замена не подтверждена; пополнение не включено в доступный ресурс.
Открытое	К7: исполнение неизвестно. Канал В не подтвердил текущую позицию. Д1 остаётся у хранителя по Ж5.
Передача и действие	О2 повторил ограничения и принял только наблюдение и предусмотренное завершение. Подтверждение A/R1/44; О1 передал состояние, а не разрешение продолжить серию.
Резервный порядок	Если подтверждение О2 отсутствует, роль сохраняет О1 в пределах обеспеченного перехода; Р1 организует дальнейшую ответственность.

Ж5. Предмет на выходе и конечный хранитель

Поле	Чистая форма
Случай; версия; единица	_____; _____; ID предмета: _____; хранитель: _____
Происхождение	Исходный ID; место использования; дочерние части; связанные образцы: _____
Контакт и состояние	Установлено/предполагается/не оценено; свидетельства; существенные изменения: _____
Текущее местонахождение	Подтверждённая запись; комплектность; условия обращения: _____
План перемещения	Цель; маршрут и карта; операции, изменяющие состояние: _____
Получатель	Компетентная сторона; согласованная конфигурация; подтверждение приёма: _____
Несоответствие	Отказ приёма/недостача/утрата записи; последнее подтверждение; следующий разбор: _____
Конечный статус	Передан/остаётся/обработан/местонахождение не установлено; основание: _____
Связи и ответственность	Ж1/Ж4; передающий; принимающий или текущий хранитель; открытый вопрос: _____

Заполненный учебный пример Ж5-УЧ-01, версия 1.

Поле	Заполнение
Единица	УЧ-ОП-01; держатель Д1; хранитель Х1. Учебный предмет, частей не образовано.
Происхождение и состояние	Использован в модели операции О3; связан с карточкой пробы П1. Состояние Д1 для предполагаемого получателя не оценено.
Местонахождение	Учебный стеллаж Q, комплектность подтверждена Х1; перемещение в транспортную упаковку не выполнено.
Перемещение и получатель	Планировалась передача стороне Л1 вместе с П1. Л1 согласовала только П1 и не подтвердила приём Д1.
Несоответствие и статус	Расхождение заявки и фактического комплекта. Д1 остаётся под ответственностью Х1; альтернативный адрес не выбран.
Следующее решение	Уточнить сведения и условия отдельного приёма либо иной обоснованный способ обращения. Открытая строка передана по Ж4; окончание сеанса её не закрывает.

Ж6. Тренировка и подтверждение готовности

Поле	Чистая форма
Упражнение; версия; роли	_____; _____; участники: _____; организатор: _____; оценщик: _____
Безопасная среда	Бумага/модель/проверенный стенд; реальные воздействия; способ прекращения: _____
Вводная	Начальные документы; сообщаемое отклонение; момент предъявления: _____
Ожидаемые решения	Наблюдаемые действия и документы; критические ошибки: _____
Фактическая последовательность	Кто сделал что; подтверждения; подсказки; сохранённые материалы: _____
Оценка по каждому действию	Самостоятельно/после подсказки/не выполнено; свидетельство: _____
Исправление	Причина разрыва; изменение инструкции/системы; ответственный: _____
Повторная проверка	Изменённая вводная; затронутые роли; результат; оценщик: _____
Допуск и пределы	Подтверждённые задачи; остающиеся запреты; решение руководителя; конфигурация: _____

Заполненный учебный пример Ж6-УЧ-01, версия 1.

Поле	Заполнение
Упражнение	УЧ-ОП-01; тренировка 4, версия Т1. О1 — оператор; М1 — метролог; К1 — координатор; оценщик У1.
Среда и вводная	Программная модель без подключённых приводов. К7 принята; исполнение неизвестно; R2 показывает архивный кадр.
Ожидание	Не повторять относительный шаг; разделить стадии; сохранить старый пакет как архивный; заполнить Ж3.
Факт и оценка	О1 предложил повтор; команда в модели не исполнялась. После подсказки оформил Ж3 правильно. Критическое решение самостоятельно не выполнено.
Исправление	О1 и разработчик интерфейса уточняют отображение сеанса и незавершённой команды; К1 проверяет изменённую инструкцию.

Поле	Заполнение
Повторная проверка	Назначена новая вводная с заданием конечного состояния; ещё не проведена.
Допуск	Готовность О1 к самостоятельному разрешению повторов не подтверждена. Заполненная после подсказки форма не считается положительным результатом тренировки.

При копировании чистой формы сохраняют её название, идентификатор случая и версию. Если объёма таблицы недостаточно, присоединяют продолжение с теми же обозначениями; не сокращают неизвестные или неудобные сведения ради размещения на одном листе. Изменение статуса в одной форме проверяют по связям: подтверждение положения может обновить Ж1 и Ж3, но не закрывает автоматически Ж2, ресурсное ограничение Ж4 или незавершённую передачу Ж5.

Приложение 3

Источник условной статической временной области

В приложении выполнен авторский расчёт для метрики главы 16. Его цель — вывести требования к источнику из уже введённого геометрического допущения. Расчёт не описывает созданную установку и не доказывает существование нужного состояния вещества. Принимаются сигнатура (−, +, +, +), координата $x^0 = ct$, положительная функция N(r), статичность, сферическая симметрия и нулевая космологическая постоянная.

Метрика и соглашение о кривизне

$$ds^2 = -N(r)^2(dx^0)^2 + dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2\theta d\varphi^2$$

Используется соглашение, при котором тензор Риччи строится из производной $Γa_{ij}$ по координате xa, вычитания производной $Γa_{ia}$ по xj и соответствующих двух квадратичных комбинаций связности. Вместе с уравнением Gμν = 8πG Tμν/c⁴ это фиксирует знаки ниже. Штрих означает производную по r. Символ G без индексов обозначает гравитационную постоянную, с индексами — тензор Эйнштейна.

$$R_{\mu\nu} = \partial_\alpha \Gamma^\alpha_{\mu\nu} - \partial_\nu \Gamma^\alpha_{\mu\alpha} + \Gamma^\alpha_{\mu\nu}\Gamma^\beta_{\alpha\beta} - \Gamma^\beta_{\mu\alpha}\Gamma^\alpha_{\nu\beta}$$

Существенные компоненты связности перечислены ниже; нижние индексы симметричны. Первые две компоненты содержат функцию хода часов. Остальные возникают уже при использовании сферических координат для плоской пространственной части. Их сохранение необходимо: пропуск геометрических членов дал бы неправильные давления.

$$\Gamma^0_{0r} = \frac{N'}{N}, \Gamma^r_{00} = NN'$$

$$\Gamma^r_{\theta\theta} = -r, \Gamma^r_{\varphi\varphi} = -r\sin^2\theta, \Gamma^\theta_{r\theta} = \Gamma^\varphi_{r\varphi} = \frac{1}{r}$$

$$\Gamma^\theta_{\varphi\varphi} = -\sin\theta\cos\theta, \Gamma^\varphi_{\theta\varphi} = \cot\theta$$

Кривизна и тензор Эйнштейна

Прямая подстановка даёт диагональный тензор Риччи. Азимутальная компонента отличается от полярной множителем sin²θ. Ненулевые выражения и скаляр кривизны имеют следующий вид:

$$R_{00} = N\left(N'' + \frac{2N'}{r}\right), R_{rr} = -\frac{N''}{N}$$

$$R_{\theta\theta} = -\frac{rN'}{N}, R_{\varphi\varphi} = \sin^2\theta R_{\theta\theta}$$

$$R = -\frac{2}{N}\left(N'' + \frac{2N'}{r}\right)$$

После вычитания половины скаляра кривизны, умноженной на метрику, временная компонента тензора Эйнштейна обращается в ноль. Это точное сокращение для принятой метрики, а не приближение по малому ε. Пространственные компоненты остаются ненулевыми:

$$G_{00} = 0, G_{rr} = \frac{2N'}{rN}$$

$$\frac{G_{\theta\theta}}{r^2} = \frac{G_{\varphi\varphi}}{r^2 \sin^2\theta} = \frac{N'' + N'/r}{N}$$

Физические компоненты источника

Координатная компонента сама по себе ещё не равна показанию локального наблюдателя. Его единичные базисные векторы пропорциональны $N^{-1}\partial_0$, ∂r, $r^{-1}\partial\theta$ и $(r\sin\theta)^{-1}\partial\varphi$. Поэтому временная компонента при переходе к ортонормированному реперу делится на N^2, а угловые — на квадраты соответствующих радиальных множителей. В этом репере ковариантные компоненты T имеют диагональ (ρE, pr, pt, pt).

$$\rho_E = 0, p_r = \frac{c^4}{4\pi G}\frac{N'}{rN}, p_t = \frac{c^4}{8\pi G}\frac{N'' + N'/r}{N}$$

ρE обозначает энергию на объём, а не массовую плотность. Отсутствие потока энергии следует из диагональности и статичности. В общем случае pr и pt различаются: требуемый источник анизотропен. Подмена его обычной идеальной жидкостью с одним давлением была бы новым, пока несовместимым с расчётом допущением. Геометрическая тождественность ковариантной дивергенции тензора Эйнштейна обеспечивает формальный баланс такого T, но не предоставляет микроскопическую модель вещества или способ его формирования.

Гауссов профиль и регулярный центр

$$N = 1 + \varepsilon e^{-r^2/L^2}, N' = -\frac{2\varepsilon r}{L^2} e^{-r^2/L^2}$$

$$N'' = \varepsilon e^{-r^2/L^2}\left(-\frac{2}{L^2} + \frac{4r^2}{L^4}\right)$$

$$p_r = -\frac{c^4 \varepsilon e^{-r^2/L^2}}{2\pi G L^2 N}, p_t = \frac{c^4 \varepsilon e^{-r^2/L^2}}{2\pi G L^2 N}\left(\frac{r^2}{L^2} - 1\right)$$

На вид проблемные отношения N′/r имеют конечный предел, поскольку N′ пропорциональна r. В центре давления совпадают, как требуется для гладкого сферически симметричного источника. При фиксированном ε больше −1 знаменатель положителен, а все приведённые компоненты конечны. Координатная особенность сферических углов в r = 0 не является физической сингулярностью этого профиля.

$$p_r(0) = p_t(0) = -\frac{c^4 \varepsilon}{2\pi G L^2 (1+\varepsilon)}, R(0) = \frac{12\varepsilon}{L^2(1+\varepsilon)}$$

Регулярность при фиксированных параметрах не означает равномерной ограниченности при переходе к запрещённой границе ε = −1. По мере приближения к ней центральные выражения могут расти без ограничения. Вдали от центра N стремится к единице, а давления и кривизна исчезают. При ε = 0 исчезают все компоненты источника: это полезная проверка формул.

Нулевое энергетическое условие

Для диагонального источника без потока энергии условие $T_{\mu\nu}k^\mu k^\nu \geq 0$ для любого нулевого вектора эквивалентно неотрицательности ρE + pr и ρE + pt. В нашем случае плотность энергии нулевая. При ε больше нуля pr отрицательно. При $-1 < \varepsilon < 0$ радиальное давление положительно,

но pt становится отрицательным за радиусом L. Следовательно, любой нетривиальный профиль этой семьи требует нарушения нулевого энергетического условия в некоторой области.

Это вывод внутри выбранных уравнений и полного набора геометрических предпосылок. Он исключает интерпретацию профиля через источник, который обязан удовлетворять указанному условию повсюду. Он не доказывает, что все квантовые состояния удовлетворяют ему, и не снимает необходимости исследовать более строгие ограничения конкретного квантового источника. Формальная допустимость отдельного отрицательного вклада также не обеспечивает требуемое распределение, длительность и устойчивость.

Количественная сверка

Для учебных $\varepsilon = 10^{-15}$ и L = 10 м центральное опережение за 86 400 с относительно асимптотического эталона равно 86,4 пс. При малом ε максимум величины $c^2|N'/N|$ расположен приблизительно при $L/\sqrt{2}$ и составляет $c^2|\varepsilon|\sqrt{(2/e)}/L$, то есть около 7,71 м/с². Центральное давление равно примерно $-1{,}9 \times 10^{26}$ Па; скаляр кривизны в центре имеет порядок $1{,}2 \times 10^{-16}$ м$^{-2}$. Большой размер давления и малая кривизна совместимы из-за размерного коэффициента c^4/G в связи геометрии с источником.

Все числа в этой сверке являются расчётом условной модели. Для экспериментального вывода потребовались бы измеренные параметры, их совместная неопределённость и проверка остальных предсказаний. Читатель может использовать приложение как образец дисциплины построения модели: выбрать геометрию, вывести источник, проверить регулярность и условия энергии, затем сопоставить связанные следствия с данными. Только после этих шагов возникает содержательный вопрос о создании или изменении такого состояния.

Приложение И

Реестр случаев и нерешённых вопросов

Ниже приведена авторская схема реестра. Она связывает паспорт отдельного случая с пригодными данными, проверенными утверждениями и условиями продолжения. Запись об исследовании и запись о физическом событии имеют разные идентификаторы. Все заполненные примеры относятся к вымышленным делам этой книги.

Поле	Содержание записи
case_id и revision	Устойчивый идентификатор дела, номер версии, дата и автор изменения
event_id и message_id	Событие и первичные сообщения; основания объединения или разделения
claim_id	Одно проверяемое утверждение, его величина и условия
data_refs	Исходные файлы, их контрольные суммы, происхождение и условия доступа
configuration	Идентификаторы приборов, версии обработки, общие зависимости
coverage	Места и пригодные интервалы, семейство сигналов, эффективность и её неопределённость
models	Проверенные версии, параметры, прогнозы и результаты различения
status	Установлена причина; остаток; ограничение; недостаточно данных; недействительная проверка; остановка
open_question	Нерешённый вопрос, сформулированный через различающий признак
reopen_condition	Конкретное новое измерение или материал, позволяющий пересмотреть итог
custody	Владелец дальнейшего наблюдения, материалов и сохраняемых ограничений
dependencies	Общие источники, повторные сообщения, связанные серии и предыдущие версии

Учебная запись	Ограниченный итог	Условие продолжения
Дело 1	Установлено объяснение зарегистрированного расхождения часов	Иной остаток после устранения проверенных причин

Учебная запись	Ограниченный итог	Условие продолжения
Дело 2	Остаточная зависимость подтверждена в испытанных условиях; механизм открыт	Конфигурация с различающимися прогнозами оставшихся версий
Дело 3	Конкретная метрическая модель не согласуется с совместными каналами	Иная явно сформулированная модель либо независимые новые данные
Дело 4	Обследование и ограничения пересмотрены после утраты наблюдаемости	Подтверждённые состояние узлов, карта и основания нового режима
Дело 5	Оценена информационная зависимость в пределах предъявления и новых заданий	Заранее подготовленный независимый перенос процедуры
Дело 6	Статус вмешательства определяется вместе с проверкой чувствительности	Сопоставимая регистрация оставшихся каналов
Дело 7	История материала недостаточна для заявленного вывода	Новый материал с подтверждённым происхождением
Дело 8	Получено ограничение частоты выбранного семейства сигналов	Увеличение обоснованного охвата или новая модель событий

Порядок обновления

1. Сохранить исходную версию карточки и основания её прежнего вывода.
2. Добавить новый материал со своим происхождением; не заменять им незаметно старую запись.
3. Указать, какое утверждение пересматривается и какие остаются действительными.
4. Пересчитать сопоставимые показатели, если изменились объединение событий, пригодность или эффективность.
5. Записать новый статус, нерешённый вопрос и ответственного за сохранение материалов.

При публикации выбирают уровень детализации, достаточный для проверки вывода и допустимый для затронутых лиц. Если доступ к исходным данным ограничен, это ограничение входит в оценку возможности независимой проверки. Наличие контрольной суммы подтверждает связь с определённым файлом, но не истинность содержащегося в нём описания.

Приложение K

Предметный и ситуационный указатели

Указатели ведут от термина или исходного рассказа к измерительной задаче. Названия из повседневной речи служат входами навигации и не устанавливают механизм события. Номера соответствуют главам книги.

Предметный указатель

Понятие	Основные главы
Агентность и осмысленный ответ	36
Барьер и проверка ограничения воздействия	42, 44
Временная шкала и частота	12, 13, 50
Генезис и источник	11, 16, 23
Геометрия и связность	17, 18, 21
Данные и происхождение	8, 31, 40
Движущийся фронт	13, 17
Дифференциальное измерение	48, 52
Доверительные процедуры и остановка анализа	3, 49
Жизненный цикл и предыстория	10, 11
Изменение вещества	27, 31
Информационная зависимость	15, 35, 36
Калибровка и квалификация	48, 49
Карта наблюдаемости	7, 38
Малые силы и дополнительные взаимодействия	19, 20, 51
Нейтрализация и её статус	43, 44, 45
Нулевой результат и охват поиска	49, 62
Образцы и выносимое оборудование	31, 38

Понятие	Основные главы
Память и несовместимые свидетельства	32, 46
Пострадавший или неучтённый участник	9, 37
Предпосылки процедуры	10, 14, 18
Проверочный набор	4, 39, 53
Реестр нерешённых случаев	8, 54
Ресурсы и передача смены	37, 45
Согласование управления	38, 40
Стабилизация и задержка	43
Тренировки команды	37
Условия опровержения	4, 39
Частичный порядок событий	40
Энергетический баланс	23, 25, 11

От исходного описания к проверке

Описание	Первый исследовательский вопрос	Главы
Призрак или фигура	Какие оптические, акустические и перцептивные каналы зарегистрировали событие	17, 23, 32, 33
Полтергейст	Какие силы и движения реально измерены, как связаны основание и предмет	24, 26, 51
Пропавшее время	Разошлись воспоминания, интерфейсы или физические шкалы	12, 13, 32
Временная петля	Какие состояния и записи сохраняются между предполагаемыми повторениями	14, 40
Портал	Как проверены маршрут, оптическое распространение и пространственная связность	17, 18, 21

Описание	Первый исследовательский вопрос	Главы
Бесконечный коридор	Каким методом восстановлены геометрия, повторяемость и положение наблюдателя	17, 18
Материализация	Где проходит граница системы и установлено ли происхождение материала	27, 31
Исчезновение предмета	Какие траектории, зоны наблюдения и пути переноса были доступны	8, 17, 27
Предзнаменование	Были ли правило прогноза и срок записаны до исхода	3, 15
Проклятое место	Изменена ли частота определённых событий с учётом охвата и обычной среды	3, 7, 34
Шаровая молния или светящийся объект	Каковы спектр, геометрия регистрации и энергетическая модель	22, 23, 25
Предмет завис в воздухе	Как установлены опоры, движение среды и силы удержания	19, 26
Текст отвечает или понимает	Заранее ли определены ответы, смысловые категории и пути утечки	35, 36
История изменилась	Какие независимые следы доступны и какой прогноз различает версии	14, 32, 40
Прибор сошёл с ума	Сохранены ли исходный сигнал, питание, опора и признаки отказа	35, 47, 49

При переходе от рассказа к исследованию сохраняют исходные слова свидетеля и отдельно записывают рабочую формулировку. Это позволяет уточнять модель, не изменяя первичный материал. Для начала любого дела используются паспорт А, план Б и решение о режиме Г; специальные рабочие формы собраны в приложении Ж.

Библиография

Публикации приводятся как основания конкретных фактических утверждений и методов. Авторские модели, учебные расчёты и вымышленные дела обозначены в тексте. Их допущения и результаты не приписываются перечисленным источникам.

[1] F. Gabbert; A. Memon; K. Allan (2003). Memory conformity: can eyewitnesses influence each other’s memories for an event?. DOI: 10.1002/acp.885. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/acp.885 Главы 2, 32.

[2] Joint Committee for Guides in Metrology (2023). Guide to the expression of uncertainty in measurement Part 1 Introduction. DOI: 10.59161/JCGMGUM-1-2023. https://doi.org/10.59161/JCGMGUM-1-2023 Главы 3, 22, 24, 25.

[3] Dennis D. Leber; Leticia S. Pibida (2020). False Alarm Testing for Radiation Detection Systems. DOI: 10.6028/NIST.TN.2118. https://www.nist.gov/publications/false-alarm-testing-radiation-detection-systems Доступная версия: https://doi.org/10.6028/NIST.TN.2118 Главы 3, 28, 44, 49.

[4] B. A. Nosek; C. R. Ebersole; A. C. DeHaven; D. T. Mellor (2018). The preregistration revolution. DOI: 10.1073/pnas.1708274114. https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1708274114 Главы 4, 36, 39.

[5] NASA (2016). NASA Systems Engineering Handbook Revision 2. https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2018/09/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf Главы 7, 37, 42, 43.

[6] National Institute of Standards and Technology (2022). Digital Evidence Preservation: Considerations for Evidence Handlers. DOI: 10.6028/NIST.IR.8387. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2022/NIST.IR.8387.pdf Главы 8, 36, 40.

[7] Harry W. Jones; NASA Ames Research Center (2025). Common Cause Failures Dominate and Defeat Redundancy. https://ntrs.nasa.gov/citations/20240013667 Главы 10, 28, 30, 37, 42, 47.

[8] J. Grotti et al. (2018). Geodesy and metrology with a transportable optical clock. DOI: 10.1038/s41567-017-0042-3. https://www.nature.com/articles/s41567-017-0042-3 Доступная версия: https://arxiv.org/pdf/1705.04089 Главы 12, 13, 16.

[9] M. A. Lombardi (2021). An Evaluation of Dependencies of Critical Infrastructure Timing Systems on the Global Positioning System (GPS). DOI: 10.6028/NIST.TN.2189. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.2189.pdf Главы 12, 13, 47, 50.

[10] T. Bothwell et al. (2025). Deployment of a transportable Yb optical lattice clock. DOI: 10.1364/OL.543310. https://doi.org/10.1364/OL.543310 Доступная версия: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=958732 Главы 13.

[11] Md Tanvir Arafin, D. M. Anand, G. Qu (2016). Detecting GNSS Spoofing using a Network of Hardware Oscillators. DOI: 10.33012/2016.13135. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12309389/ Главы 13.

[12] J. Zhang et al. (2017). Observation of a discrete time crystal. DOI: 10.1038/nature21413. https://www.nature.com/articles/nature21413 Доступная версия: https://arxiv.org/abs/1609.08684 Главы 14.

[13] H. Watanabe, M. Oshikawa (2015). Absence of Quantum Time Crystals. DOI: 10.1103/PhysRevLett.114.251603. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.114.251603 Доступная версия: https://arxiv.org/abs/1410.2143 Главы 14.

[14] Z. Kekecs; B. Palfi; B. Szaszi; et al. (2023). Raising the value of research studies in psychological science by increasing the credibility of research reports: the transparent Psi project. DOI: 10.1098/rsos.191375. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9890107/ Главы 15, 39, 46.

[15] J. Walleczek; N. von Stillfried; S. Schmidt; M. Wittmann; K. A. Kirmse; J. Moll; Z. Kekecs (2025). Metascientific replication project with the advanced meta-experimental protocol of the transparent psi project procedures for testing the precognitive effect claimed by Bem. DOI: 10.1371/journal.pone.0335330. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0335330 Главы 15, 46.

[16] World Meteorological Organization (без даты). Mirage — International Cloud Atlas, Section 3.2.3.7. https://cloudatlas.wmo.int/en/mirage.html Главы 17, 23.

[17] NOAA / National Weather Service (без даты). JetStream Max: Anomalous Propagation. https://www.noaa.gov/jetstream/anomalous-propagation Главы 17.

[18] Le Zheng; Jiamin Long; Marco Lops; Fan Liu; Xueyao Hu; Chuanhao Zhao (2024). Detection of Ghost Targets for Automotive Radar in the Presence of Multipath. DOI: 10.1109/TSP.2024.3384750. https://ieeexplore.ieee.org/document/10488858 Доступная версия: https://www.iris.unina.it/retrieve/4ee96aa8-19be-4e4e-aa60-c8f3fd914fb9/Detection_of_Ghost_Targets_for_Automotive_Radar_in_the_Presence_of_Multipath.pdf Главы 17, 26.

[19] C. H. Bennett et al. (1993). Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels. DOI: 10.1103/PhysRevLett.70.1895. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.70.1895 Главы 18.

[20] P. Gao, D. L. Jafferis, A. C. Wall (2017). Traversable wormholes via a double trace deformation. DOI: 10.1007/JHEP12(2017)151. https://link.springer.com/article/10.1007/JHEP12(2017)151 Главы 18, 21.

[21] B. Stray et al. (2022). Quantum sensing for gravity cartography. DOI: 10.1038/s41586-021-04315-3. https://www.nature.com/articles/s41586-021-04315-3 Доступная версия: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8866129/ Главы 19.

[22] Richard W. Saltus; Richard J. Blakely (2011). Unique geologic insights from “non-unique” gravity and magnetic interpretation. DOI: 10.1130/G136A.1. https://www.geosociety.org/gsa-today/november-2011/unique-geologic-insights-from-nonunique-gravity-and-magnetic-interpretation Доступная версия: https://www.usgs.gov/publications/unique-geologic-insights-non-unique-gravity-and-magnetic-interpretation Главы 19, 22, 26.

[23] M. V. Berry; A. K. Geim (1997). Of flying frogs and levitrons. DOI: 10.1088/0143-0807/18/4/012. https://doi.org/10.1088/0143-0807/18/4/012 Главы 19, 26.

[24] M. J. Duff (2002). Comment on time-variation of fundamental constants. DOI: 10.48550/arXiv.hep-th/0208093. https://arxiv.org/abs/hep-th/0208093 Главы 20.

[25] Boulder Atomic Clock Optical Network (BACON) Collaboration (2021). Frequency ratio measurements at 18-digit accuracy using an optical clock network. DOI: 10.1038/s41586-021-03253-4. https://www.nature.com/articles/s41586-021-03253-4 Доступная версия: https://tf.nist.gov/general/pdf/3104.pdf Главы 20.

[26] X. Zhang et al. (2023). Search for Ultralight Dark Matter with Spectroscopy of Radio-Frequency Atomic Transitions. DOI: 10.1103/PhysRevLett.130.251002. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.251002 Главы 20, 48, 52.

[27] L. H. Ford, T. A. Roman (1996). Quantum field theory constrains traversable wormhole geometries. DOI: 10.1103/PhysRevD.53.5496. https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.53.5496 Главы 16, 21.

[28] S. W. Hawking (1992). Chronology protection conjecture. DOI: 10.1103/PhysRevD.46.603. https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.46.603 Главы 21.

[29] B. S. Kay, M. J. Radzikowski, R. M. Wald (1997). Quantum field theory on spacetimes with a compactly generated Cauchy horizon. DOI: 10.1007/s002200050042. https://doi.org/10.1007/s002200050042 Доступная версия: https://arxiv.org/abs/gr-qc/9603012 Главы 21.

[30] Brian Meyer; Richard Saltus; Arnaud Chulliat; NOAA NCEI (2017). EMAG2v3: Earth Magnetic Anomaly Grid (2-arc-minute resolution). DOI: 10.7289/V5H70CVX. https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.ngdc.mgg.geophysical_models:EMAG2_V3 Доступная версия: https://www.ncei.noaa.gov/products/earth-magnetic-model-anomaly-grid-2 Главы 22.

[31] Occupational Safety and Health Administration (без даты). OSHA Technical Manual, Section II, Chapter 3: Technical Equipment: On-site Measurements. https://www.osha.gov/otm/section-2-health-hazards/chapter-3 Главы 22, 30, 34.

[32] Jianyong Cen; Ping Yuan; Simin Xue (2014). Observation of the Optical and Spectral Characteristics of Ball Lightning. DOI: 10.1103/PhysRevLett.112.035001. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.112.035001 Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24484145/ Главы 23.

[33] John Abrahamson; James Dinniss (2000). Ball lightning caused by oxidation of nanoparticle networks from normal lightning strikes on soil. DOI: 10.1038/35000525. https://www.nature.com/articles/35000525 Доступная версия: https://scienceinschool.web.cern.ch/wp-content/uploads/2009/08/issue12_nature_abrahamson2000.pdf Главы 11, 23.

[34] Torsten Neubert et al. (2020). A terrestrial gamma-ray flash and ionospheric ultraviolet emissions powered by lightning. DOI: 10.1126/science.aax3872. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31826957/ Доступная версия: https://birkeland.uib.no/wp-content/uploads/2019/12/308_Neubert_science.aax3872.full_.pdf Главы 23.

[35] Nathaniel S. Marshall et al. (2023). The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults. DOI: 10.1289/EHP10757. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36946580/ Доступная версия: https://researchers.mq.edu.au/en/publications/the-health-effects-of-72-hours-of-simulated-wind-turbine-infrasou/ Главы 24.

[36] Brandon M. Lane; Eric P. Whitenton (2016). Calibration and Measurement Procedures for a High Magnification Thermal Camera. DOI: 10.6028/NIST.IR.8098. https://www.nist.gov/publications/calibration-and-measurement-procedures-high-magnification-thermal-camera Главы 25.

[37] Georgia L. Harris (2019). Selected Laboratory and Measurement Practices and Procedures to Support Basic Mass Calibrations 2019 Edition. DOI: 10.6028/NIST.IR.6969-2019. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2019/NIST.IR.6969-2019.pdf Главы 27.

[38] Dale E. Newbury (2008). Energy Dispersive Spectrometry. https://www.nist.gov/publications/energy-dispersive-spectrometry Главы 27.

[39] World Health Organization (2020). Laboratory biosafety manual, fourth edition: Decontamination and waste management. https://www.who.int/publications/i/item/9789240011359 Доступная версия: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/337958/9789240011359-eng.pdf Главы 27, 31, 42, 44.

[40] International Atomic Energy Agency (2010). Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1454_web.pdf Доступная версия: https://nucleus-apps.iaea.org/nss-oui/Content/Index?CollectionId=m_627a11e1-f527-4ea2-aed9-48f8099e5ba8&type=PublishedCollection Главы 28, 44.

[41] NASA Small Spacecraft Systems Virtual Institute (без даты). Small Spacecraft Avionics Section 8 2 1 Radiation Mitigation and Tolerance Schemes. https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/small-spacecraft-avionics/ Главы 28.

[42] United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology (2007). Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Wetlands. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P1009KCU.TXT Главы 29.

[43] World Health Organization (2020). Laboratory biosafety manual, 4th edition: Risk Assessment. https://www.who.int/publications/i/item/9789240011458 Доступная версия: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/337966/9789240011458-eng.pdf?sequence=1 Главы 29.

[44] Centers for Disease Control and Prevention; National Institutes of Health; Paul J. Meechan and Jeffrey Potts, senior co-editors (2020). Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 6th Edition. https://www.cdc.gov/labs/bmbl/ Доступная версия: https://www.cdc.gov/labs/media/pdfs/2025/08/SF__19a_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf Главы 29, 31.

[45] Tommaso Francesco Villa; Farhad Salimi; Kye Morton; Lidia Morawska; Felipe Gonzalez (2016). Development and Validation of a UAV Based System for Air Pollution Measurements. DOI: 10.3390/s16122202. https://www.mdpi.com/1424-8220/16/12/2202 Главы 30, 38, 43.

[46] T. Takeuchi; A. Miyasita; Y. Sasaki; M. Inugami; K. Fukuda (1992). Isolated sleep paralysis elicited by sleep interruption. DOI: 10.1093/sleep/15.3.217. https://academic.oup.com/sleep/article-abstract/15/3/217/2749266 Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1621022/ Главы 32.

[47] G. R. Poudel; C. R. H. Innes; P. J. Bones; R. Watts; R. D. Jones (2014). Losing the struggle to stay awake: Divergent thalamic and cortical activity during microsleeps. DOI: 10.1002/hbm.22178. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6869765/ Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23008180/ Главы 32.

[48] H. Henrik Ehrsson (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. DOI: 10.1126/science.1142175. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17717177/ Доступная версия: https://www.science.org/doi/10.1126/science.1142175 Главы 33.

[49] F. Bernasconi; E. Blondiaux; J. Potheegadoo; et al. (2021). Robot-induced hallucinations in Parkinson’s disease depend on altered sensorimotor processing in fronto-temporal network. DOI: 10.1126/scitranslmed.abc8362. https://infoscience.epfl.ch/handle/20.500.14299/177671 Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33910980/ Главы 33.

[50] H. Dhanis; J. Potheegadoo; N. Faivre; M. Hara; F. Bernasconi; O. Blanke (2026). Presence hallucination induction through robotically mediated somatomotor conflicts: A pooled analysis of 25 experiments. DOI: 10.1016/j.cortex.2026.03.018. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001094522600095X Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42000554/ Главы 33.

[51] C. C. French; U. Haque; R. Bunton-Stasyshyn; R. Davis (2009). The ‘Haunt’ project: An attempt to build a ‘haunted’ room by manipulating complex electromagnetic fields and infrasound. DOI: 10.1016/j.cortex.2007.10.011. https://www.haque.co.uk/work/haunt/HauntProject.pdf Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18635163/ Главы 34.

[52] P. Granqvist; M. Fredrikson; P. Unge; A. Hagenfeldt; S. Valind; D. Larhammar; M. Larsson (2005). Sensed presence and mystical experiences are predicted by suggestibility, not by the application of transcranial weak complex magnetic fields. DOI: 10.1016/j.neulet.2004.10.057. https://portal.research.lu.se/en/publications/sensed-presence-and-mystical-experiences-are-predicted-by-suggest/ Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15849873/ Главы 34.

[53] National Institute of Standards and Technology (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). DOI: 10.6028/NIST.AI.100-1. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf Главы 35.

[54] Y. Benjamini; Y. Hochberg (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. DOI: 10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x. https://academic.oup.com/jrsssb/article/57/1/289/7035855 Доступная версия: https://engr.case.edu/ray_soumya/mlrg/controlling_fdr_benjamini95.pdf Главы 35.

[55] P. Nguyen et al. (2021). Environmental noise in advanced LIGO detectors. DOI: 10.1088/1361-6382/ac011a. https://dcc.ligo.org/LIGO-P2000343/public Доступная версия: https://dcc.ligo.org/public/0170/P2000343/007/PEM_O3_paper_210118.pdf Главы 38, 41, 47, 49.

[56] J. P. Simmons; L. D. Nelson; U. Simonsohn (2011). False-Positive Psychology: Undisclosed Flexibility in Data Collection and Analysis Allows Presenting Anything as Significant. DOI: 10.1177/0956797611417632. https://www.psychologicalscience.org/journals/psychological-science/0956797611417632/ Доступная версия: https://www2.psych.ubc.ca/~schaller/528Readings/SimmonsNelsonSimonsohn2011.pdf Главы 41.

[57] IAEA and co-sponsoring international organizations (2015). Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. https://nucleus.iaea.org/sites/nss-oui/Published%20Collections/m_0fce2a40-ac12-4db9-ad3b-e4bfc93f678e/m_0fce2a40-ac12-4db9-ad3b-e4bfc93f678e__59_0.Html Главы 44, 45.

[58] S. R. Howard; A. Ramdas; J. McAuliffe; J. Sekhon (2021). Time-uniform, nonparametric, nonasymptotic confidence sequences. DOI: 10.1214/20-AOS1991. https://doi.org/10.1214/20-AOS1991 Доступная версия: https://arxiv.org/abs/1810.08240 Главы 3.

[59] NIST/SEMATECH (электронный ресурс). e-Handbook of Statistical Methods Section 5.3.3.3.1 Two-level full factorial designs. https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri3331.htm Главы 36.

[60] M. D. Wilkinson et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. DOI: 10.1038/sdata.2016.18. https://www.nature.com/articles/sdata201618 Доступная версия: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26978244/ Главы 54.

[61] Leslie Lamport (1978). Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System. Communications of the ACM, 21(7), 558–565. DOI: 10.1145/359545.359563. https://doi.org/10.1145/359545.359563 Доступная версия: https://lamport.azurewebsites.net/pubs/time-clocks.pdf Главы 40.

[62] Nancy G. Leveson; John P. Thomas (2018). STPA Handbook. MIT-STAMP-001. https://www.mit.stamp-institute.com/handbooks Доступная версия: https://www.mit.stamp-institute.com/get_file.php?name=STPA_Handbook.pdf Главы 10, 38.

[63] U.S. Department of Energy (2019). Conduct of Operations Implementation. DOE-HDBK-1226-2019. https://www.energy.gov/documents/doe-hdbk-1226-2019pdf Главы 37.

[64] Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor (электронный ресурс). 29 CFR 1910.120 — Hazardous waste operations and emergency response. Электронная редакция. https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.120 Главы 9, 37.

[65] Benjamin M. Roberts; Geoffrey Blewitt; Conner Dailey; Mac Murphy; Maxim Pospelov; Alex Rollings; Jeff Sherman; Wyatt Williams; Andrei Derevianko (2017). Search for domain wall dark matter with atomic clocks on board global positioning system satellites. DOI: 10.1038/s41467-017-01440-4. https://www.nature.com/articles/s41467-017-01440-4 Доступная версия: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5662606/ Главы 11, 13.

[66] J. G. Lee; E. G. Adelberger; T. S. Cook; S. M. Fleischer; B. R. Heckel (2020). New Test of the Gravitational $1/r^2$ Law at Separations down to 52 μm. DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.101101. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.124.101101 Доступная версия: https://link.aps.org/accepted/10.1103/PhysRevLett.124.101101 Главы 20, 51.

[67] W. J. Riley (2008). Handbook of Frequency Stability Analysis. NIST Special Publication 1065. DOI: 10.6028/NIST.SP.1065. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1065 Доступная версия: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication1065.pdf Главы 50.

Автор и проекты

Электронная почта: info@brenev.com

Сайт автора: brenev.com

Сайт Миры: mira.technology

Другие проекты: haraizen.tech

Телеграм: https://t.me/Eudgenee