

UNITED WISDOM

Модель и реальность в современной космологии

Мир и сознание

Andrey Zarinsh & Maria Evilkut

W-15-N01 · RU

@andrey.zarinsh @ilkutki

Модель и реальность в современной космологии

Эпиграф

> *«ответ на него может дать только опыт»*

Альберт Эйнштейн, «Геометрия и опыт», заключительная восьмисловная клауза английского предложения о геометрии Вселенной, строка 141. Наш перевод с английского перевода Дж. Б. Джеффри и У. Перретта, издание 1922 года; не перевод с немецкого.

О чём эта статья

Когда космолог показывает карту неба и называет параметры Вселенной, между изображением и числами находится целая работа: измерение, обработка, выбор предпосылок и проверка следствий. Карта не становится от этого произвольной картинкой, а модель не становится самой Вселенной. Их связь заслуживает отдельного рассмотрения. Мы сопоставим различение геометрии и физического опыта у Эйнштейна, кантовскую идею систематического единства и конкретные условия исследования Planck. Это разные виды аргумента, которые помогают поставить более точные вопросы к выводу о мире. Что зарегистрировано? Что предположено? Что получено при этих предположениях? И какой новый вопрос остаётся после успешного объяснения? Условные примеры дадут возможность пройти эту цепочку без специальных вычислительных программ. Мы не предложим окончательной картины космоса: важнее увидеть, как объяснение приобретает опору, как сохраняется возможность исправления и почему ограниченный, хорошо проверенный результат может быть знанием, даже когда он не отвечает на все вопросы о существовании.

@andrey.zarinsh @ilkutki

I. От неба к утверждению о небе

Представим собственный условный пример: наблюдатель видит световые точки через окно с несколькими закрытыми участками. Он рисует их расположение, предполагает, что точки образуют решётку, и по видимым промежуткам восстанавливает скрытые места. Здесь можно различить четыре результата. Зарегистрированы определённые световые сигналы. Построена карта после принятой обработки. Предложено правило расположения. Из него выведено положение невидимых точек. Даже если предсказание позже подтвердится, первые и последние результаты получены разными путями. Слово «увидел» допустимо для открытого участка; для скрытого участка точнее сказать «предсказал и затем проверил». Пример придуман нами и не описывает устройство спутника или настоящий астрономический набор данных.

Теперь добавим возможность неодинаковой прозрачности стекла. Слабая точка может оказаться слабым источником, а может проходить через более тёмное место окна. Чтобы выбрать объяснение, нужны сведения о стекле или иное наблюдение. Сам по себе красивый рисунок решётки не сообщает их. Но и наличие обработки не делает рисунок бесполезным: можно проверить прозрачность, повторить наблюдение через другое окно, заранее назвать ожидаемое место точки. Работа модели состоит в связывании предположений с различимыми последствиями. С её помощью мы узнаём больше непосредственно зарегистрированного, одновременно принимая обязанность показать, почему переход к этому дополнительному знанию оправдан в конкретной ситуации.

В космологическом сообщении полезно искать такую же цепочку, не подменяя её нашим игрушечным устройством. Что является наблюдаемым сигналом, что продуктом обработки, что параметром объяснения? Какие альтернативы сравнивались, какие условия оставались фиксированными? Ответы не требуют заранее соглашаться со всеми философскими взглядами исследователя. Они требуют читать результат в той области, для которой он построен. Ошибка возникает, когда последнее число объявляют прямым отпечатком всей реальности либо, наоборот, всю цепочку отбрасывают из-за наличия предпосылок. В обоих случаях исчезает главное: возможность проследить определённый переход и найти то место, где ему необходима проверка.

II. Математическая ясность и физический смысл

В «Геометрии и опыте» Эйнштейн различает формальные геометрические отношения и их применение к реальным измерительным телам. Логический вывод получает физическое содержание благодаря дополнительному сопоставлению понятий с опытом. Это аргумент из исторического выступления, а не результат наблюдений Planck. Для нашего вопроса он полезен тем, что не позволяет принять правильность вычисления за достаточное доказательство его применимости. Можно безошибочно рассчитать расстояния в выбранной системе и всё же неверно связать её элементы с тем, что измеряли. Ошибка такого связывания не обязательно находится в алгебре. Её может обнаружить проверка того, какое реальное действие обозначено словом «расстояние».

Возьмём ещё один собственный пример. На бумаге задана сетка, где соседние отметки разделены одной единицей. Из этого правила следует, что десять промежутков составляют десять единиц. Но если бумагу растянули неравномерно, десять нарисованных промежутков ещё не гарантируют заданную физическую длину. Можно сохранить математическую сетку и учитывать растяжение в переводе к измерению. Можно выбрать другое представление. В обоих случаях требуется работа с соответствием. Пример не доказывает, что космическое пространство устроено как растянутая бумага. Он делает заметной логическую разницу: следствие в модели и утверждение о предмете связаны дополнительными условиями, которые также подлежат обсуждению.

При чтении космологии это различение меняет порядок вопросов. Сначала следует понять, что обозначает параметр внутри модели, затем — какие наблюдения ограничивают его значение, и только потом — какое физическое толкование допустимо. Слишком быстрый переход от обозначения к образу создаёт ложную ясность. Например, слово «плоский» может вызвать картинку листа на столе, хотя такая картинка уже добавляет внешнее пространство, края и положение наблюдателя. Эти добавления не следуют из одного термина. Чтобы объяснение осталось содержательным, нужно спрашивать о точном отношении, выражаемом термином, а не решать вопрос по знакомому бытовому изображению.

III. Что именно оценивает космологическая модель

В работе Planck 2018 results VI, опубликованной в 2020 году, используются данные температуры, поляризации и линзирования реликтового излучения. Базовое описание — пространственно плоская ΛCDM с первичными адиабатическими возмущениями и степенным спектром, шестью космологическими параметрами и заданными дополнительными предпосылками. Эти шесть не являются числом всех инструментальных и вспомогательных параметров анализа. Показательное значение постоянной Хаббла, 67,4 ± 0,5 километра в секунду на мегапарсек, является исторической оценкой внутри указанной модели, с принятой в статье конвенцией 68-процентного интервала. Оно не было непосредственно считано с прибора как отдельная величина. Мы используем выбранные методические и заключительные разделы работы, а не представляем её полный повторный анализ.

Параметр полезно сравнить с неизвестной в задаче, а не с готовой этикеткой, извлечённой из природы. Его значение ограничивают отношения между предполагаемым устройством и наблюдаемыми последствиями. Здесь существенны одновременно несколько вещей: какой набор неизвестных выбран, что удерживается постоянным и какая процедура оценивает совместимость. Если читатель сохраняет только итоговую цифру, он теряет возможность понять, что изменилось при новой оценке. Изменение может отражать другие данные, другой набор предпосылок или другую обработку прежнего материала. Эти варианты не равнозначны, хотя новостной заголовок иногда описывает их одним словом «пересчитали».

Выражение «модель зависит от предпосылок» поэтому не является готовым возражением. Нужно назвать предпосылку и показать её роль. Если условие открыто указано, из него следуют проверяемые последствия, а разные наблюдения позволяют его испытывать, условность не уничтожает знание. Она задаёт форму, в которой знание можно обсуждать и исправлять. Возражение становится сильнее, когда обнаруживает конкретную несогласованность или неучтённую альтернативу. Оно становится слабее, когда просто повторяет, что между измерением и выводом существует рассуждение. Без рассуждения мы не получили бы даже осмысленного сравнения двух измерений, выполненных разными способами.

IV. Один результат и несколько неизвестных

Рассмотрим элементарную авторскую конструкцию, не космологический расчёт. Пусть известно только равенство a + b = 10. Ему удовлетворяют пары 2 и 8, 4 и 6, а также другие пары. Точная сумма ещё не означает точного знания каждого слагаемого. Если независимо получено a − b = 2, оба отношения дают a = 6 и b = 4. Новое условие полезно не просто потому, что в таблице стало больше строк. Оно ограничивает прежнюю неопределённость другим способом. Десять переписанных копий первого равенства не дадут такого же результата. Здесь арифметика точна, а перенос примера к научному исследованию остаётся только пояснением структуры задачи.

Этот пример позволяет различить количество сообщений и количество независимой информации. Если один источник пересказан в пяти публикациях, пять заголовков не создают пяти наблюдений. Если два расчёта используют общий исходный материал, их согласие может быть полезной проверкой процедуры, но оно не тождественно согласованию полностью разных данных. Нужно спрашивать, что именно повторилось, а что было независимо изменено. Слово «подтвердили» без такого уточнения может обозначать разные действия: проверку арифметики, сравнение способов обработки, новое измерение или проверку следствия на другой области. Каждое действие имеет собственную ценность и собственные ограничения.

В космологии обсуждение совместных наборов данных связано с реальными математическими и физическими задачами, которые гораздо сложнее двух уравнений. Наш пример не доказывает независимость любых двух наблюдательных методов и не сообщает, какие именно параметры удаётся разделить. Он даёт читателю точный вопрос к исследованию: какое ранее совместимое семейство вариантов новое наблюдение исключает и почему? Такой вопрос помогает понять добавление данных как изменение оснований вывода. Вместо соревнования «у кого больше измерений» появляется возможность рассматривать структуру доказательства: общий материал, отдельные условия, новые ограничения и оставшиеся способы согласовать альтернативные объяснения с наблюдением.

V. Точность внутри условий

Узкий интервал оценки впечатляет, потому что выражает строгое ограничение внутри определённой задачи. Но он не заменяет описание самой задачи. Представим наш условный план помещения, где расстояние между двумя отметками найдено очень точно, однако все размеры записаны в ошибочно выбранной единице. Можно многократно уточнять положение отметки и не обнаружить ошибку единицы, если проверка всегда использует тот же стандарт. Это не рассказ об ошибке Planck. Это различение между разбросом результата при заданном описании и правильностью самого соответствия описания предмету. Для последнего иногда необходима проверка другого рода, чем ещё одно уточнение того же числа.

Авторы Planck прямо называют оценки условными относительно космологической модели, знания инструментов и астрофизических передних планов. В прочитанном методическом контексте указаны проверки карт и различия реализаций анализа. Их наличие даёт основания судить о проделанной работе, но не превращает перечень проверок в обещание отсутствия всякой возможной ошибки. Такое обещание было бы сильнее описанного результата. Для читателя важен положительный смысл ограничения: известно, на какой набор условий опирается число, поэтому можно различать вопросы к наблюдениям, обработке и самому космологическому описанию, вместо общего недоверия к любому сложному исследованию.

Полезно также различать уменьшение интервала и увеличение области применения. Из первого второе не следует автоматически. Если модель лучше различает варианты в своей области, это ещё не означает, что она стала отвечать на вопрос, которого в её устройстве не было. Например, точнее оценить параметр расширения не значит автоматически объяснить, почему вообще существует мир. Для перехода к новой задаче требуется отдельная аргументация. Уточнение не следует обесценивать из-за этой границы: знать определённое отношение точнее может быть существенным научным достижением. Но его значение сохраняется лучше, когда величина достижения описана через действительный вопрос и выполненную работу.

VI. Изображение, геометрия и целый мир

В выбранном тексте Эйнштейн использует образ сферической поверхности для обсуждения конечного пространства без границы. Мы берём функцию аналогии, а не его историческое заключение о действительной форме Вселенной. Аналогия позволяет представить отношение, которое трудно выразить бытовым противопоставлением: если конечно, то должно иметь край. При этом привычная картинка может привнести лишние свойства. У сферы на рисунке есть поверхность, внешняя точка зрения и видимый объём вокруг неё. Из полезности одного отношения не следует, что каждое из этих свойств переносится на рассматриваемый космос. Читателю следует знать, какая часть изображения выполняет объяснительную работу.

Можно построить собственную условную схему: дорожка замкнута в кольцо, и движение по ней не приводит к последней точке, хотя длина ограничена. Это показывает совместимость двух свойств именно в заданной конструкции. Оно не доказывает, что космическое пространство является дорожкой или имеет такую же размерность. Когда аналогию используют аккуратно, она расширяет набор мыслимых возможностей. Когда её используют как наблюдение, она заменяет недостающую проверку впечатлением от наглядности. Разница особенно заметна, если предложить нарисовать несколько разных схем, каждая из которых сохраняет нужное отношение. Тогда исчезает основание считать первую картинку единственным допустимым устройством предмета.

Утверждение о кривизне и утверждение обо всей глобальной форме также требуют различать поставленные вопросы. В прочитанных выводах Planck оценка кривизны обсуждается с указанием сочетания данных; она не превращается в рисунок, показывающий всё пространство снаружи. В нашем рассуждении локальная геометрическая характеристика не служит достаточным описанием всех связностей и размеров. Даже если слово в популярном пересказе звучит просто, оно должно сохранять исследовательское значение. Полезный образ помогает понять условие, а не отменяет необходимость узнать, что именно определено. Иначе два читателя могут согласиться с одним словом и всё же приписать ему несовместимые космические картины.

VII. Единство знания и предмет знания

В §56 «Пролегомен» Кант обсуждает систематическое единство как функцию идей разума. Направление исследования к целому отличается у него от знания целого как данного предмета. Термины «регулятивное» и «конститутивное» здесь важны: первый относится к направлению познания, второй — к предполагаемому определению самого объекта. Это философское различение, которое мы не отождествляем с современным статистическим критерием. Оно позволяет спросить, когда стремление связать знания помогает работе, а когда желание завершённости незаметно становится утверждением, будто вся реальность уже охвачена одним описанием. Кант не исследует параметры реликтового излучения и не предсказывает устройство модели Planck.

Для нашего сравнения полезен собственный образ архива. Можно стремиться соединить все найденные документы по одному правилу и благодаря этому обнаружить пропущенную связь. Однако план расположения папок не гарантирует, что найдены все существовавшие документы. Система облегчает поиск, пока допускает появление материала, который заставит изменить рубрику. Она закрывает поиск, когда ненайденное объявляют невозможным только потому, что для него нет готовой рубрики. Этот пример не изображает кантовскую философию во всех подробностях. Он помогает удержать разные вопросы: как организована работа с известным материалом и на каком основании заявлена полнота самого предмета.

В научной модели единство имеет дополнительно проверяемую сторону: одни предпосылки должны отвечать на разные наблюдательные вопросы без произвольной смены правил после каждого результата. Поэтому нельзя заменить успешное согласование данных одним красивым замыслом. Но также нельзя из согласования определённых наблюдений вывести философскую завершённость знания обо всём. Эти переходы требуют разных оснований. Мы можем ценить связанность объяснения, проверять его последствия и сохранять открытым вопрос о том, какие новые отношения пока не включены. Такое положение не является обязательным выбором между окончательной истиной и бессмысленным набором мнений. Оно оставляет место для содержательного, определённого и исправляемого знания.

VIII. Успешное описание и незавершённое объяснение

Модель может хорошо связывать наблюдения и одновременно оставлять открытым вопрос о фундаментальной природе своих составляющих. В выбранном заключении Planck это различие проводится применительно к ингредиентам базового описания. Не следует пересказывать его как признание отсутствия всякого знания. Если отношение ограничено наблюдением и допускает проверку, неизвестность более глубокого основания не уничтожает полученное ограничение. Но не следует и подменять открытый вопрос уверенной бытовой картинкой скрытого вещества или энергии. Название в объяснении задаёт исследовательскую задачу; оно не всегда даёт завершённый ответ о том, чем именно является названное на наиболее фундаментальном уровне.

У Канта в выбранных местах §57 природное объяснение и требование последнего основания также различаются, однако область и смысл его рассуждения иные. Его граница возможного опыта не является сегодняшней границей чувствительности телескопа. Отсутствие измерения сейчас не доказывает невозможности измерить когда-либо. Поэтому наше сопоставление не объявляет физический вопрос навсегда закрытым и не превращает философа в автора современной космологической гипотезы. Оно показывает, почему необходимо точно обозначить, какого объяснения мы ждём. Объяснить взаимосвязь наблюдаемых величин, предложить физический механизм и ответить на предельный вопрос о существовании — разные достижения, даже если в разговоре их называют одним словом.

Представим собственное ограниченное правило для рисунка: каждая следующая строка содержит на одну отметку больше. Оно позволяет предсказать размер десятой строки по первой, но не сообщает, кто рисует отметки и зачем. Если рисунок реально сделан, вопрос об исполнителе имеет дополнительный смысл и требует других сведений. Космос не приравнивается к намеренно сделанному рисунку; пример только различает виды запроса к объяснению. Дополнительный вопрос нельзя считать решённым тем, что предыдущее правило работает. Но и работу правила нельзя отрицать лишь потому, что оно не отвечает на дополнительный вопрос. Такое разделение сохраняет смысл как научного уточнения, так и философского исследования.

IX. Расхождение и исправление имеют адрес

Если два способа вывода дают несовпадающие значения, сначала следует выяснить, что именно сравнивается. Использованы ли одинаковые определения, одинаковые области и согласованные условия? Может ли расхождение происходить из обработки, предпосылок или действительно нового отношения? Этот перечень вопросов не даёт готового ответа. Он задаёт порядок рассмотрения альтернатив, чтобы слово «противоречие» не выполняло всю работу за исследование. Реальное расхождение заслуживает внимания именно потому, что может уточнить границы объяснения. Оно не становится автоматически доказательством обмана или готовой новой физики. Для более сильного вывода нужны отдельные основания, связывающие обнаруженную разницу с предложенной причиной.

Показателен опубликованный в 2021 году corrigendum к выбранной работе Planck. Исправлена численная ошибка получения 95-го процентиля из выборок Монте-Карло для конкретных границ раннего вклада в оптическую глубину: для данных lowE и модели FlexKnot приведены 0,018 при равномерном априорном распределении τ(15,30) и 0,023 при равномерном распределении узлов. Авторы отмечают увеличение примерно втрое относительно прежних значений. Это исправление определённого вычислительного результата, а не сообщение о пересмотре постоянной Хаббла. Его стоит читать именно в таком масштабе. Мы не выполняли повторное вычисление по исходным выборкам и не выводим из короткой поправки утверждение о каждом другом параметре работы.

В собственном условном примере таблица может содержать правильные исходные числа, но неправильно вычисленный процентиль. Обнаружение ошибки требует изменить итог соответствующей операции и проверить связанные выводы. Оно не требует выбросить все строки только потому, что одна процедура была неверной. Однако нельзя ограничиться косметическим изменением числа, если прежнее число поддерживало более сильный тезис. Нужна трассировка: какой вывод использовал ошибочный результат, насколько изменилось основание и какая формулировка теперь допустима? Этот способ чтения применим к нашему примеру и предлагается как авторское правило анализа. Его полезность для читателя не подаётся как результат отдельного эксперимента.

X. Доверие к определённой работе

Вопрос «верить ли космологии» слишком широк, если он смешивает конкретное измерение, модель, популярную иллюстрацию и ответ о смысле существования. Лучше выбрать определённый результат и восстановить его опоры. Иногда выяснится, что заголовок расширил область вывода. Иногда — что исправление честно сузило прежнее утверждение. Иногда ограничение будет не возражением, а частью того, что делает результат понятным. Читателю не нужно изображать специалиста, который самостоятельно проверил каждый программный модуль. Он может точно отделить выполненную им работу чтения от ещё не выполненной научной проверки и назвать оставшийся вопрос без преувеличения своей компетенции.

Это меняет и разговор между людьми. Один собеседник может интересоваться тем, насколько хорошо выбранное описание соответствует наблюдениям, другой — тем, почему существует вообще что-либо. Первый не обязан выдавать оценку параметра за ответ на второй вопрос; второй не обязан отвергать оценку из-за её ограниченной задачи. Общая беседа возникает, когда каждый называет свой вопрос и вид ожидаемого основания. Тогда философское рассуждение не служит заменой приборному измерению, а измерение не становится незаметным доказательством всей метафизической картины. Сопоставление традиций помогает именно через сохранение различий: оно показывает, где вопросы встречаются и где переход между ними ещё нужно обосновать.

Модель ценна как организованный способ отвечать перед предметом за свои выводы. Её сила проявляется не только в простоте описания, но и в возможности указать условия, получить различимые последствия, признать адресное исправление и продолжить исследование. Реальность в таком отношении не сводится к последней таблице и не становится недоступной из-за использования таблиц. Между этими словами находится конкретная работа. Когда мы читаем её внимательно, остаётся пространство и для уверенности в определённом результате, и для нового вопроса. Космологическая модель тогда перестаёт быть лозунгом о полном знании или полном незнании и становится поводом понять, как именно устроено полученное объяснение.

Что это значит на практике

Можно выбрать одно короткое сообщение о космологическом результате и выписать три строки: «что наблюдалось», «что предположено», «что выведено». Если сообщение не позволяет заполнить одну строку, оставьте её открытой. Это точнее, чем дописать знакомую картину мира по памяти. Рядом укажите дату работы и тип утверждения: зарегистрированный сигнал, оценка параметра, авторская иллюстрация или философский вопрос. Историческую цифру не нужно превращать в последнюю оценку только потому, что её повторяет свежий пересказ. Упражнение создано авторами; мы не обещаем, что оно заменит специальное образование или проверено как метод изменения убеждений.

Затем выберите один переход между строками. Спросите, какое условие делает его возможным и какое изменение могло бы повлиять на вывод. В собственном примере со стеклом таким условием была известная прозрачность; в научной работе нужно читать действительные условия, а не переносить туда наше окно. Если обнаружилось исправление, найдите исправляемую операцию и связанный с ней тезис. Запишите отдельно, что изменено и что вы ещё не проверяли. Фраза «эта величина пересчитана» имеет иной смысл, чем «все основания описания отвергнуты»; выбрать вторую можно лишь при самостоятельном подтверждении её более широкого содержания.

Наконец, сформулируйте один оставшийся вопрос так, чтобы на него можно было искать подходящий ответ. Это может быть вопрос о наборе данных, предпосылке, определении или философском смысле полноты. Не обязательно решить его сразу. Достаточно перестать требовать от одного числа всех возможных объяснений и не обесценивать число за то, что оно отвечает на определённый вопрос. Если разбор становится излишне техническим, можно остановиться на честном описании границы своего чтения и вернуться к первичному тексту позже.

Ключевая цитата

> *«то, что лишь регулятивно, конститутивным»*

Иммануил Кант, «Пролегомены», §56, строка 724: внутренняя восьмисловная английская клауза после «if we regard». Наш перевод с английского издания Пола Каруса, третье издание 1912 года; не с немецкого. Кант предупреждает о принятии направляющей функции идеи за определение самого объекта.

Связи между традициями

1. Эйнштейн и Planck: проверяется интерпретированная система. У Эйнштейна геометрия вместе с физическими законами отвечает перед опытом («Геометрия и опыт», 148–151); у Planck оценки названы условными относительно модели, инструментов и передних планов (1157–1176). Сопоставление показывает механизм перехода: формальное следствие становится физическим выводом через условия интерпретации. Историческое рассуждение не является современной функцией правдоподобия, и влияние одного текста на авторов другого не утверждается.

2. Эйнштейн и Planck: геометрический смысл требует наблюдательного основания. Эйнштейн отличает практическую геометрию от чисто аксиоматической (139–142); выбранное заключение Planck обсуждает кривизну с указанием сочетания данных (6462–6472). В обоих случаях переход к утверждению о пространстве требует большего, чем нарисованная фигура. Эта связь не превращает ограничение параметра кривизны в знание всей глобальной топологии и не подтверждает историческую космическую картину Эйнштейна.

3. Кант и Planck: стремление к единству и проверяемое согласование. Кант рассматривает идею систематического единства (§56, 721–723); в Planck обсуждается согласованность разных спектров с базовым описанием (6426–6435, 6513–6516). Наше сравнение различает направляющий замысел и научную работу, в которой единые предпосылки отвечают на разные наблюдательные вопросы. Регулятивная идея не является параметром и не заменяет проверку данных; сходство задачи организации не устанавливает общего учения.

4. Кант и Planck: предел одного объяснения не отменяет его содержания. Выбранные места §57 у Канта различают природное объяснение и предельные требования разума (738–741); Planck сохраняет вопрос о фундаментальных ингредиентах при успешном описании наблюдений (6529–6534). Механизм сравнения — разделение достигнутого отношения и более глубокой задачи. Оно не означает, что Кант предсказал тёмную материю или что ещё открытый физический вопрос навсегда недоступен исследованию.

5. Эйнштейн и Кант: представление и основание знания. Пространственная аналогия у Эйнштейна помогает мыслить конечность без границы (179–196); кантовское различение не позволяет принять направляющее единство за данное целое (§56, 719–724). Изображение и идея могут организовывать вопрос, но их функция сама по себе не доказывает устройство предмета. Геометрическая схема и трансцендентальная идея различаются по методу и объекту; связь сформулирована нами, без сведения их к одной доктрине.

6. Эйнштейн и corrigendum Planck: исправление относится к своему звену. Эйнштейн учитывает физические условия измерительных тел (147–159); поправка Planck исправляет конкретный расчёт процентиля (39–50). Сопоставление помогает спрашивать, какое звено вывода изменилось и какие следствия зависят от него. Температурное поведение линейки не тождественно численной ошибке Монте-Карло. Ни одно из этих обстоятельств не даёт основания произвольно отвергать каждый результат исследовательской системы.

Первоисточники

Альберт Эйнштейн, Geometry and Experience, Sidelights on Relativity. Английский перевод Дж. Б. Джеффри и У. Перретта, 1922. Использованы 126–162 и 179–196; исторические утверждения о фактической форме Вселенной не представлены как современные выводы. Изображения отдельно не изучались.

Иммануил Кант, Prolegomena, Paul Carus, Third Edition 1912. §56 и выбранные места §57. Философская граница возможного опыта не отождествляется с сегодняшней доступностью измерения.

Planck Collaboration, Planck 2018 results VI, A&A 641 A6 (2020). Прочитаны выбранные первичные методические и заключительные места; не вся статья, не код и не исходные карты. Значения исторические, условные относительно указанного анализа.

Planck Collaboration, Corrigendum, A&A 652 C4 (2021). Полный содержательный абзац поправки к конкретным границам оптической глубины; не пересмотр каждого параметра.

Теги

#космология, #модель, #реальность, #наблюдение, #измерение, #геометрия, #Эйнштейн, #Кант, #Planck, #параметр, #предпосылки, #объяснение, #опыт, #познание, #система, #единство, #регулятивное, #кривизна, #точность, #неопределённость, #интервал, #исправление, #данные, #аналогия, #карта, #проверка, #вывод, #границы, #философиянауки, #реликтовоеизлучение, #космос, #UnitedWisdom

Про авторов

Andrey Zarinsh — автор и основатель проекта United Wisdom. Исследует темы внутренней трансформации, единства традиций, межкультурного диалога и современной духовной дисциплины. Instagram: @andrey.zarinsh.

Maria Evilkut — соавтор United Wisdom. Помимо исследовательской работы, она стремится проверять эти идеи на практике и наблюдать, как принципы единства и

взаимопонимания работают в реальной жизни между людьми и культурами. Instagram: @ilkutki.