

Теоретическое исследование «Новое представление о природе тёмной энергии и тёмной материи»

**Яценко Дмитрий Эдуардович, г. Свободный Амурская область Российская
Федерация 20.04.2025 Email: aufield@outlook.com**

Рассматривается вопрос о природе тёмной энергии и тёмной материи.

Введение

Представляется чрезвычайно интересными тот факт, что до сих пор нет сколько-нибудь внятного понимания природы тёмной энергии, а также крайняя скудность сведений о тёмной материи. Так что же такое эта самая тёмная энергия?

Что нам известно о тёмной энергии [8]

В стандартной космологии существует три компонента Вселенной: материя, излучение и тёмная энергия. Материя - это всё, плотность энергии чего измеряется обратным кубом масштабного коэффициента, т.е. $\rho \propto -3$, в то время как излучение - это всё, что измеряется в обратной четвертой степени масштабного коэффициента (a , -4 ,). Это можно понять интуитивно: для обычной частицы в кубической коробке удвоение длины края коробки уменьшает плотность (и, следовательно, плотность энергии) в восемь раз [9]. Для излучения уменьшение плотности энергии больше, потому что увеличение пространственного расстояния также вызывает красное смещение.[10]

Последний компонент - это тёмная энергия: она является неотъемлемым свойством пространства и имеет постоянную плотность энергии, независимо от размеров рассматриваемого объема ($\rho \propto a^0$). Таким образом, в отличие от обычной материи, она не разбавляется расширением пространства.

Доказательства существования темной энергии являются косвенными, но поступают из трех независимых источников:

Измерения расстояния и их связь с красным смещением, которые предполагают, что вселенная больше расширилась во второй половине своей жизни.[11]

В последние годы значительное внимание привлек новый подход к проверке доказательств существования темной энергии с помощью данных наблюдений

постоянной Хаббла (ОНД), также известных как космические хронометры.[12][13][14][15]

Постоянная Хаббла, $H(z)$, измеряется как функция космологического красного смещения. ОНД напрямую отслеживает историю расширения Вселенной, используя пассивно развивающиеся галактики раннего типа в качестве "космических хронометров".[16] С этого момента этот подход обеспечивает стандартные часы во вселенной. В основе этой идеи лежит измерение дифференциальной возрастной эволюции в зависимости от красного смещения этих космических хронометров. Таким образом, он дает прямую оценку параметра Хаббла.

Существование темной энергии, в какой бы форме она ни была, необходимо для согласования измеренной геометрии пространства с общим количеством материи во Вселенной. Измерения анизотропии указывают на то, что Вселенная близка к плоской. Чтобы форма вселенной была плоской, плотность массы–энергии Вселенной должна быть равна критической плотности. Общее количество вещества во Вселенной (включая барионы и темную материю), измеренное по космическому микроволновому фоновому спектру, составляет лишь около 30% от критической плотности. Это подразумевает существование дополнительной формы энергии, на которую приходится оставшиеся 70%.[17]

Измеряет крупномасштабные волновые паттерны плотности массы во Вселенной. Ускоренное космическое расширение приводит к тому, что гравитационные потенциальные ямы и холмы сглаживаются по мере прохождения через них фотонов, образуя холодные и горячие точки на космическом микроволновом фоне, выровненные с огромными супервойдами и сверхскоплениями. Этот так называемый интегрированный эффект Сакса-Вулфа позднего времени (ISW) является прямым сигналом о темной энергии в плоской вселенной.[41] О ее высокой значимости сообщили в 2008 году Хо и др.[18] и Джанантонио и др.[19]

Сверхновые. Сверхновые – яркие доказательства существования тёмной энергии. Сверхновые полезны для космологии, потому что они представляют собой отличные стандартные маяки (свечи) на космологических расстояниях. Они позволяют исследователям измерять историю расширения Вселенной, рассматривая взаимосвязь между расстоянием до объекта и его красным смещением, которое показывает, насколько быстро он удаляется от нас. Зависимость примерно линейная, согласно закону Хаббла. Измерить красное смещение относительно легко, но определить расстояние до объекта сложнее. Обычно астрономы используют стандартные свечи: объекты, для которых известна собственная яркость, или абсолютная величина. Это позволяет измерять расстояние до объекта исходя из его фактической наблюдаемой яркости или видимой величины. Сверхновые типа Ia являются наиболее

известными стандартными свечами на космологических расстояниях из-за их чрезвычайной и постоянной яркости.

Недавние наблюдения сверхновых согласуются с тем, что вселенная состоит на 71,3% из темной энергии и на 27,4% из комбинации темной материи и барионной материи.[20]

Основные гипотезы о природе тёмной энергии

Самое простое объяснение темной энергии заключается в том, что это внутренняя, фундаментальная энергия пространства. Это космологическая постоянная, обычно обозначаемая греческой буквой Λ (Лямбда, отсюда и название модель лямбда-CDM). Поскольку энергия и масса связаны в соответствии с уравнением $E = mc^2$, общая теория относительности Эйнштейна предсказывает, что эта энергия будет оказывать гравитационное воздействие. Ее иногда называют энергией вакуума, потому что это плотность энергии пустого пространства – вакуума.

Основная нерешенная проблема заключается в том, что те же самые квантовые теории поля предсказывают огромную космологическую постоянную, примерно на 120 порядков превышающую величину. Это должно было бы быть почти, но не совсем, отменено столь же большим термином с противоположным знаком.[21]

Квинтэссенция. В моделях квинтэссенции темной энергии наблюдаемое ускорение масштабного коэффициента вызвано потенциальной энергией динамического поля, называемого полем квинтэссенции. Квинтэссенция отличается от космологической постоянной тем, что она может изменяться в пространстве и времени. Чтобы она не скапливалась и не образовывала структуру, подобную материи, поле должно быть очень легким, чтобы оно имело большую комптоновскую длину волны. В простейших сценариях поле квинтэссенции имеет канонический кинетический член, минимально связано с гравитацией и не содержит операций более высокого порядка в своем лагранжиане.

Доказательств квинтэссенции пока нет, и она не исключена. Обычно она предсказывает несколько более медленное ускорение расширения Вселенной, чем космологическая постоянная. Некоторые ученые считают, что лучшим доказательством квинтэссенции были бы нарушения принципа эквивалентности Эйнштейна и изменение фундаментальных констант в пространстве или времени.[22] Скалярные поля предсказываются Стандартной моделью физики элементарных частиц и теорией струн, но возникает проблема, аналогичная проблеме космологической постоянной (или

проблеме построения моделей космологической инфляции): теория перенормировки предсказывает, что скалярные поля должны приобретать большие массы.

Проблема совпадений задает вопрос, почему ускорение Вселенной началось именно тогда, когда это произошло. Если бы ускорение началось раньше во Вселенной, у таких структур, как галактики, никогда не было бы времени сформироваться, и у жизни, по крайней мере, такой, какой мы ее знаем, никогда не было бы шанса на существование. Сторонники антропного принципа рассматривают это как подтверждение своих аргументов. Однако многие модели квинтэссенции имеют так называемое поведение "трекера", которое решает эту проблему. В этих моделях поле квинтэссенции имеет плотность, которая точно отслеживает (но меньше) плотность излучения до равенства материи и излучения, что приводит к тому, что квинтэссенция начинает вести себя как темная энергия, в конечном итоге доминируя во вселенной. Это, естественно, устанавливает низкую энергетическую шкалу темной энергии.[23][24]

В 2004 году, когда ученые сопоставили эволюцию темной энергии с космологическими данными, они обнаружили, что уравнение состояния, возможно, пересекло границу космологической постоянной ($w = -1$) сверху вниз. Была доказана запретная теорема о том, что для этого сценария требуются модели по крайней мере с двумя типами квинтэссенции. Этот сценарий является так называемым сценарием Квинтома.[25]

Некоторым особым случаям квинтэссенции являются фантомная энергия, при которой плотность энергии квинтэссенции фактически увеличивается со временем, и к-эссенция (сокращение от kinetic quintessence), которая имеет нестандартную форму кинетической энергии, такую как отрицательная кинетическая энергия.[26] Они могут обладать необычными свойствами: фантомная энергия, например, может вызвать Большой разрыв.

В 2021 году группа исследователей утверждала, что наблюдения за напряжением Хаббла могут подразумевать, что жизнеспособны только модели квинтэссенции с ненулевой константой связи.[27]

Взаимодействующая темная энергия. Этот класс теорий пытается создать всеобъемлющую теорию как темной материи, так и темной энергии как единого явления, которое изменяет законы тяготения в различных масштабах. Это могло бы, например, рассматривать темную энергию и темную материю как разные грани одного и того же неизвестного вещества,[28] или постулировать, что холодная темная материя распадается на темную энергию.[29] Предполагается, что другим классом теорий, объединяющих темную материю и темную энергию, являются ковариантные теории

измененной силы тяжести. Эти теории изменяют динамику пространства-времени таким образом, что измененная динамика связана с тем, что было приписано присутствию темной энергии и темной материи.[30] Темная энергия в принципе может взаимодействовать не только с остальным темным сектором, но и с обычной материей. Однако одной космологии недостаточно для эффективного ограничения силы связи между темной энергией и барионами, поэтому необходимо применять другие косвенные методы или лабораторные поиски.[31] В начале 2020-х годов было выдвинуто краткое предположение, что избыток, наблюдаемый в детекторе XENON1T в Италии, мог быть вызван хамелеоновой моделью темной энергии, но дальнейшие эксперименты опровергли эту возможность.[32][33]

Модели переменной темной энергии. Плотность темной энергии могла меняться во времени на протяжении истории Вселенной. Современные данные наблюдений позволяют нам оценить нынешнюю плотность темной энергии. Используя барионные акустические колебания, можно исследовать влияние темной энергии на историю Вселенной и ограничить параметры уравнения состояния темной энергии. С этой целью было предложено несколько моделей. Одной из самых популярных моделей является модель Шевалье–Поларски–Линдера (CPL).[34][35] Некоторыми другими распространенными моделями являются (Barboza & Alcaniz. 2008),[36] (Jassal et al. 2005),[37] (Wetterich. 2004),[38] и (Озтас и др., 2018).[39][40]

Наблюдательный скептицизм. Некоторые альтернативы темной энергии, такие как неоднородная космология, направлены на объяснение данных наблюдений с помощью более утонченного использования устоявшихся теорий. В этом сценарии темная энергия на самом деле не существует и является всего лишь артефактом измерения.

Новая гипотеза о природе тёмной энергии

Чтобы понять конструкцию здания, не имея его плана, лучше всего помимо изучения его изнутри посмотреть на него со стороны, чтобы исключить неполноту знания, изложенную в теоремах Гёделя:

Теорема Гёделя о неполноте и вторая теорема Гёделя — две теоремы математической логики о принципиальных ограничениях формальной арифметики и, как следствие, всякой формальной системы, в которой можно определить основные арифметические понятия: натуральные числа, 0, 1, сложение и умножение.

Первая теорема утверждает, что если формальная арифметика непротиворечива, то в ней существует невыводимая и непроверяемая

формула. Обобщённо: всякая непротиворечивая аксиоматическая теория содержит утверждения, которые нельзя ни доказать, ни опровергнуть средствами самой этой теории.

Вторая теорема утверждает, что если формальная арифметика непротиворечива, то в ней невыводима формула, содержательно утверждающая непротиворечивость этой арифметики. Обобщённо: непротиворечивость всякой аксиоматической теории не может быть доказана средствами самой этой теории. [1]

Обе эти теоремы были доказаны Куртом Гёделем в 1930 году (опубликованы в 1931) [2][3]

Для взгляда извне обратимся к доказательствам существования Бога Фомы Аквинского. [4]

Вот они пять доказательств:

1. Доказательство через движение означает, что всё движущееся когда-либо было приведено в действие чем-то другим, которое в свою очередь было приведено в движение третьим. Именно Бог и оказывается первопричиной всего движения.
2. Доказательство через производящую причину — это доказательство схоже с первым. Так как ничто не может произвести самого себя, то существует нечто, что является первопричиной всего — это Бог.
3. Доказательство через необходимость — каждая вещь имеет возможность как своего потенциального, так и реального бытия. Если мы предположим, что все вещи находятся в потенции, то тогда бы ничего не возникло. Должно быть нечто, что способствовало переводу вещи из потенциального в актуальное состояние. Это нечто — Бог.
4. Доказательство от степеней бытия — люди говорят о различной степени совершенства предмета только через сравнения с самым совершенным. Это значит, что существует самое красивое, самое благородное, самое лучшее — этим является Бог.
5. Доказательство через целевую причину. В мире разумных и неразумных существ наблюдается целесообразность деятельности, а значит, существует разумное существо, которое полагает цель для всего, что есть в мире, — это существо мы именуем Богом. [4]

Всякое событие находит своё упоминание. За любой материей, за любым событием во Вселенной так или иначе стоит энергия. Это единая мера различных форм и взаимодействий материи, мера движения и силы перехода движения материи из одних форм в другие. Всё является так или иначе какой-

то превращённой формой энергии. Все события так или иначе оставляют свой след, информацию о себе. Информация – это тоже некая превращённая форма энергии. Всякое событие, всякое возмущение вероятности, оставляет свой энергетический след в пространстве-времени. Если считать Вселенную закрытой системой, то тогда руководствуясь законом о сохранении энергии, можно утверждать, что тёмная энергия – это журнал событий Вселенной - *Acta universi*, если хотите, то книга жизни Вселенной. В дальнейшем для простоты будем называть *Acta universi* – AU-поле. В этом AU-поле всякое событие находит своё отражение, упоминание, что приводит к его разрастанию, увеличению.

Известно, что гравитационные свойства тёмной энергии отличны от других форм энергии. Тёмная энергия не собирается в сгустки. Её плотность равномерна и слабо изменяется во времени. При присущей тёмной энергии отрицательном давлении и, как уже выше указывалось, постоянной плотности тёмная энергия растёт в объёме, вместе с ней растёт и объём Вселенной. Ещё бы! Во Вселенной происходят многообразные события, которые оставляют свой информационно – энергетический след, наблюдаемый нами в виде тёмной энергии. События идут, энергии бушуют, материи взаимодействуют всё течёт, всё изменяется, журнал Вселенной растёт, Вселенная расширяется - что мы и наблюдаем.

Если тёмная энергия — это AU-поле, то следуя закону сохранения энергии тёмную материю можно трактовать, как своеобразный отвал, противовес, побочный продукт запечатления в AU-поле, своеобразной книги жизни Вселенной. Тут даже несколько неудивительно, что тёмная материя как правило вокруг центров событий – галактик, скоплений галактик. Метаморфозы материи приводят к разрастанию «книги жизни» Вселенной и массе тёмной материи. Любая флуктуация вероятности ведёт к расширению Вселенной. AU-поле расширяет Вселенную.

В AU-поле происходит коллапс понятий пространства и времени. В AU-поле любой объект, любое событие везде и всегда. При коллапсе траекторий не имеет смысла определять координату, время, траекторию. Есть только фазовое пространство корреляций, которое состоит из ансамблей флуктуаций и возмущений. Здесь ансамбль – это набор тождественных систем с различными начальными условиями.

Типы ансамблей.

1. Стандартная модель. Стандартная модель физики элементарных частиц – это теория, описывающая три из четырех известных фундаментальных сил (электромагнитное, слабое и сильное

взаимодействия, исключая гравитацию) во Вселенной и классифицирующая все известные элементарные частицы.

2. Время. Типы времени:

- Онтологическое время (трансцендентное, эсхатологическое, телеологическое): Время Писания, время Сартра, Хайдеггера. Духовное, нелинейное, разрывное (дискретное), конечное время, дается Откровением. (Квантовый Наблюдатель). [5], [42]
- Термодинамическое время (биологическое, геологическое, эволюционное): Время Больцмана, Клаузиуса, Пригожина [6], Берталанфи. Живое, нелинейное, направленное, неоднородное, конечное, наблюдаемое/вычислимое время. (Онтологический наблюдатель) [5], [42]
- Метрологическое время (физическое, механическое, геометрическое): Время Ньютона, Эйнштейна, Уиллера. Мертвое, линейное, направленное, однородное, бесконечное, измеримое время. (Живой наблюдатель) [5], [42].

3. Операторы бытийности, небытийности, инобытийности.

Б (Бытие), Н (Небытие), И (Инобытие)

ННН (небытие небытия есть небытие) – Красная Дорога. Абсолютная небытийность

ННБ (небытие небытия есть бытие) – классическая Черная Дорога.

ННИ (небытие небытия есть инобытие) – Бежевая Дорога, квантовые флуктуации НИЧТО, порождающие Иное.

НБН (небытие бытия есть небытие) – Желтая Дорога, антитворение.

НББ (небытие бытия есть бытие) – Пурпурная Дорога, детерминированность, колесо Сансары

НБИ (небытия бытия есть инобытие) – Изумрудная Дорога, область чудесного.

НИН (небытие инобытия есть небытие) – Дорога Цвета Воронового Крыла – падение Сатаны.

НИБ (небытие инобытия есть бытие) – Перламутровая Дорога – грехопадение

НИИ (небытие инобытия есть инобытие) – Серебряная Дорога (все пути ведут к Богу)

БНН (бытие небытия есть небытие) – Серая Дорога, бесконечное блуждание, онтологический экзорцизм, переплетение, которое не образует целое.

БНБ (бытие небытия есть бытие) – Зеленая Дорога, творение из ничего.

БНИ (бытие небытия есть инобытие) – Обесцвеченная дорога, Лавкрафтианство, логово Ктулху.

ББН (бытие бытия есть небытие) – Синяя Дорога, черная дыра (Бытия), Бездна, Ungrund.

БББ (бытие бытия есть бытие) – Золотая Дорога, Бытие

ББИ (бытие бытия есть инобытие) - Белая Дорога – синергия, моя воля и воля Бога соединяются в едином действии, в единой воле. В какой-то мере, техно / науко магия, творение иномиров.

БИН (бытие инобытия есть небытие) – Абсолютно Черная Дорога, Ад.

БИБ (бытие инобытия есть бытие) – Яблочно-зеленая Дорога, материализм в своем самодовольстве.

БИИ (бытие инобытия есть инобытие) – Фиолетовая дорога, восхождение к инобытию, монашество.

ИНН (инобытие небытия есть небытие) – Аметистовая Дорога, Высшее язычество, античные Боги, языческий Олимп

ИНБ (инобытие небытия есть бытие) – Льняная Дорога, «Маленький принц» А. де Сент-Экзюпери.

ИНИ (инобытие небытия есть инобытие) – Малиновая Дорога (???)

ИБН (инобытие бытия есть небытие) – Серебряная Дорога (прораствание, проклевание, возникновение со смертью предыдущего – бабочка из куколки...)

ИББ (инобытие бытия есть бытие) – Янтарная Дорога, циклические модусы Бытия.

ИБИ (инобытие бытия есть инобытие) – Лазурная Дорога, обожение.

ИИН (инобытие инобытия есть небытие) – Грозовая Дорога, Страшный Суд

ИИБ (инобытие инобытия есть бытие) – Темно-Синяя Дорога, Спасение через Крестную Жертву

ИИИ (инобытие инобытия есть инобытие) – Кобальтовая Дорога, предельное Инобытие. [5]

4. Локальность и нелокальность.

Локальные и нелокальные корреляции. Локальные – это все корреляции, которыми наука оперирует за пределами квантовой физики, могут быть объяснены влиянием одного явления на другое. Взаимодействие, передача информации осуществляются цепочкой событий. Следствие следует за причиной. Причина передаётся от точки к точке, без скачков и разрывов. Причина и

следствие неразрывно связаны друг с другом. Нет причины без следствия, и нет следствия без причины. Причина распространяется в пространстве непрерывно из исходной локальной точки. В этом смысле корреляции будем называть локальными – все они имеют исходную локальную точку во времени и пространстве.

Нелокальные – это корреляции, при которых не происходит обмена информации. Например, результате квантовой запутанности образуется нелокальное целое. Представьте, что вы имеете два автомобиля. Вы сдаёте их в сервис для ремонта. Их там некоторым образом разбирают для ремонта. Выполняют ремонт, после ремонта собирают и отдают вам. И в результате ремонта автомобили приобретают необычные свойства. Вы садитесь за руль одного из автомобилей и отправляетесь в поездку. По необходимости манипулируете органами управления, включаете и выключаете дальний и ближний свет, сигналы поворота, автомагнитола. А в тоже самое время у второго вашего автомобиля в гараже начинают включаться и выключаться сигналы поворота, поворачиваться колёса, играть магнитола, так сказать, синхронно с устройствами вашего первого автомобиля. Вообще-то в теории запутанным может быть любой объект. Но пока запутанность была продемонстрирована для фотонов, атомов и элементарных частиц. Самые большие объекты, которые удалось связать, это кристаллы. [7] Интересным может быть вопрос о запутанности в какой-то мере всех элементарных частиц во Вселенной, которая могла возникнуть в результате эволюции Вселенной.

5. Специальная теория относительности.
6. Общая теория относительности.
7. Ансамбль флуктуаций. [6]
8. Комбинированный ансамбль. Ансамбль на основе связей и пересечений пространств элементарных событий других ансамблей.

Краткие выводы

1. Нам известно о существовании тёмной энергии.
2. Имеются доказательства существования тёмной энергии. В основном, косвенные.
3. Существуют наблюдения, подтверждающие существование тёмной энергии.
4. Существующие теории и модели не раскрывают сущность и свойства тёмной энергии.

5. Предлагается новая модель тёмной энергии. Согласно этой модели, тёмная энергия – это журнал событий Вселенной - *Acta universi*, если хотите, то книга жизни Вселенной. В дальнейшем для простоты будем называть *Acta universi* – AU-поле. В этом AU-поле всякое событие находит своё отражение, упоминание, что приводит к его разрастанию, увеличению. В AU-поле происходит коллапс понятий пространства и времени. В AU-поле любой объект, любое событие везде и всегда. При коллапсе траекторий не имеет смысла определять координату, время, траекторию. Есть только фазовое пространство корреляций, которое состоит из ансамблей флуктуаций и возмущений.
6. AU-поле описывается типами ансамблей корреляции:
 - Стандартная модель физики элементарных частиц.
 - Время.
 - Операторы бытийности, небытийности, инобытийности.
 - Локальность и нелокальность.
 - Специальная теория относительности.
 - Общая теория относительности.
 - Ансамбль флуктуаций.
 - Комбинированный ансамбль. Ансамбль на основе связей и пересечений пространств элементарных событий других ансамблей.
7. Тёмная материя является продуктом метаморфоз AU-поля («тёмной энергии»). Любые процессы и события во Вселенной приводят к разрастанию «книги жизни» Вселенной и росту массы тёмной материи. Любая флуктуация вероятности во исполнение закона сохранения энергии ведёт к росту запасов энергии посредством роста массы тёмной материи и роста AU-поля («тёмной энергии») как антиэнергии.
8. Любая флуктуация вероятности ведёт к расширению Вселенной. AU-поле расширяет Вселенную.

Заключение

Предложенная теория нуждается в проверке практическими исследованиями. В тоже время открывает путь к пониманию и осмыслению взаимосвязи фундаментальных законов природы. В дальнейшем приведёт к появлению новых отраслей знаний, новых направлений фундаментальной и прикладной науки, даст импульс в развитии техники (например, в области освоения дальнего космоса), а также позволит Человечеству встать на путь превращения из вида, прикованного к одной планете одной звёздной системы, в межзвёздный вид.

Список использованных источников

1. Самое короткое объяснение Теоремы Гёделя
<https://habr.com/ru/articles/79715/>
2. Статья в Википедии «Теоремы Гёделя о неполноте» <https://clck.ru/3LNjie>
3. Статья в Википедии «Gödel's incompleteness theorems»
https://en.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6del%27s_incompleteness_theorems
4. Thomas von Aquin Die Gottesbeweise in der «Summe gegen die Heiden» und der «Summe der Theologie» Text mit Übersetzung, Einleitung und Kommentar, herausgegeben von Horst Seidl - Фома Аквинский Доказательства бытия Бога в «Сумме против язычников» и «Сумме теологии» Составление, введение и комментарии Хорста Зайдля Перевод с латинского и немецкого К.В. Бандуровского Москва 2000
5. «Когнитивные коды и дескрипторы цивилизаций» С.Б Переслегин Санкт-Петербург 8 августа 2024 года <https://disk.yandex.ru/i/b1xX-u9xe9a9EA>
6. Пригожин И., Стенгерс И. Время. Хаос. Квант. К решению парадокса времени. М.: Едиториал УРСС. Москва 2003.
7. Николя Жизан «Квантовая случайность: Нелокальность, телепортация и другие квантовые чудеса (Nicolas Gisin. Quantum Chance: Nonlocality, Teleportation and Other Quantum Marvels) Издательство «Альпина нон-фикшн», 2016 Страниц: 202, твердый переплет, 145×215 ISBN: 978-5-91671-489-0 Тираж: 3000 Перевод с английского Ксении Ефимовой
8. Статья в Википедии «Dark energy»
https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy
9. Wanjek, C. (2015). The Drake Equation. Cambridge University Press. ISBN 9781107073654. Retrieved 9 September 2016.
10. Kennicutt, Robert C.; Evans, Neal J. (22 September 2012). "Star Formation in the Milky Way and Nearby Galaxies". Annual Review of Astronomy and Astrophysics. 50 (1): 531–608. arXiv:1204.3552. Bibcode:2012ARA&A..50..531K. doi:10.1146/annurev-astro-081811-125610. S2CID 118667387.
11. Palmer, J. (11 January 2012). "Exoplanets are around every star, study suggests". BBC. Retrieved 12 January 2012.
12. Westby, Tom; Conselice, Christopher J. (15 June 2020). "The Astrobiological Copernican Weak and Strong Limits for Intelligent Life". The Astrophysical Journal. 896 (1): 58. arXiv:2004.03968. Bibcode:2020ApJ...896...58W. doi:10.3847/1538-4357/ab8225. S2CID 215415788.
13. Davis, Nicola (15 June 2020). "Scientists say most likely number of contactable alien civilisations is 36". The Guardian. Retrieved 19 June 2020.
14. "Ernst Mayr on SETI". The Planetary Society. Archived from the original on 6 December 2010.

15. Rare Earth, p. xviii.: "We believe that life in the form of microbes or their equivalents is very common in the universe, perhaps more common than even Drake or Sagan envisioned. However, complex life—animals and higher plants—is likely to be far more rare than commonly assumed."
16. Campbell, A. (13 March 2005). "Review of Life's Solution by Simon Conway Morris". Archived from the original on 16 July 2011.
17. Khan, Amina (4 November 2013). "Milky Way may host billions of Earth-size planets". Los Angeles Times. Retrieved 5 November 2013.
18. Davies, P. (2007). "Are Aliens Among Us?". *Scientific American*. 297 (6): 62–69. Bibcode:2007SciAm.297f..62D. doi:10.1038/scientificamerican1207-62.
19. Crick, F. H. C.; Orgel, L. E. (1973). "Directed Panspermia" (PDF). *Icarus*. 19 (3): 341–346. Bibcode:1973Icar...19..341C. doi:10.1016/0019-1035(73)90110-3. Archived (PDF) from the original on 29 October 2011.
20. Trimble, V. (1997). "Origin of the biologically important elements". *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 27 (1–3): 3–21. Bibcode:1997OLEB...27....3T. doi:10.1023/A:1006561811750. PMID 9150565. S2CID 7612499.
21. newspaper, staff (8 November 1959). "Life On Other Planets?". *Sydney Morning Herald*. Retrieved 2 October 2015.
22. Forgan, D.; Elvis, M. (2011). "Extrasolar Asteroid Mining as Forensic Evidence for Extraterrestrial Intelligence". *International Journal of Astrobiology*. 10 (4): 307–313. arXiv:1103.5369. Bibcode:2011IJAsB..10..307F. doi:10.1017/S1473550411000127. S2CID 119111392.
23. Tarter, Jill C. (September 2001). "The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI)". *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. 39: 511–548. Bibcode:2001ARA&A..39..511T. doi:10.1146/annurev.astro.39.1.511. S2CID 261531924.
24. Shermer, M. (August 2002). "Why ET Hasn't Called". *Scientific American*. 287 (2): 21. Bibcode:2002SciAm.287b..33S. doi:10.1038/scientificamerican0802-33.
25. Grinspoon, D. (2004). *Lonely Planets*.
26. Goldsmith, D.; Owen, T. (1992). *The Search for Life in the Universe* (2nd ed.). Addison-Wesley. p. 415. ISBN 1-891389-16-5.
27. Vinn, O. (2024). "Potential incompatibility of inherited behavior patterns with civilization: Implications for Fermi paradox". *Science Progress*. 107 (3): 1–6. doi:10.1177/00368504241272491. PMC 11307330. PMID 39105260.
28. Sulleyman, Aatif (2 November 2017). "Stephen Hawking warns artificial intelligence 'may replace humans altogether'". independent.co.uk.
29. "The value of N remains highly uncertain. Even if we had a perfect knowledge of the first two terms in the equation, there are still five remaining

- terms, each of which could be uncertain by factors of 1,000." from Wilson, TL (2001). "The search for extraterrestrial intelligence". *Nature*. 409 (6823). Nature Publishing Group: 1110–1114. Bibcode:2001Natur.409.1110W. doi:10.1038/35059235. PMID 11234025. S2CID 205014501., or more informally, "The Drake Equation can have any value from "billions and billions" to zero", Michael Crichton, as quoted in Douglas A. Vakoch; et al. (2015). *The Drake Equation: Estimating the prevalence of extraterrestrial life through the ages*. Cambridge University Press. ISBN 978-1-10-707365-4., p. 13
30. "The Drake Equation". psu.edu.
 31. Devin Powell, *Astrobiology Magazine* (4 September 2013). "The Drake Equation Revisited: Interview with Planet Hunter Sara Seager". Space.com.
 32. Govert Schilling; Alan M. MacRobert (3 June 2009). "The Chance of Finding Aliens". *Sky & Telescope*.
 33. [better source needed] Dean, T. (10 August 2009). "A review of the Drake Equation". *Cosmos Magazine*. Archived from the original on 3 June 2013. Retrieved 16 April 2013.
 34. Rare Earth, page 270: "When we take into account factors such as the abundance of planets and the location and lifetime of the habitable zone, the Drake Equation suggests that only between 1% and 0.001% of all stars might have planets with habitats similar to Earth. [...] If microbial life forms readily, then millions to hundreds of millions of planets in the galaxy have the potential for developing advanced life. (We expect that a much higher number will have microbial life.)"
 35. von Bloh, W.; Bounama, C.; Cuntz, M.; Franck, S. (2007). "The habitability of super-Earths in Gliese 581". *Astronomy & Astrophysics*. 476 (3): 1365–1371. arXiv:0705.3758. Bibcode:2007A&A...476.1365V. doi:10.1051/0004-6361:20077939. S2CID 14475537.
 36. Selsis, Franck; Kasting, James F.; Levrard, Benjamin; Paillet, Jimmy; ibas, Ignasi; Delfosse, Xavier (2007). "Habitable planets around the star Gl 581?". *Astronomy and Astrophysics*. 476 (3): 1373–1387. arXiv:0710.5294. Bibcode:2007A&A...476.1373S. doi:10.1051/0004-6361:20078091. S2CID 11492499.
 37. Lineweaver, C. H.; Davis, T. M. (2002). "Does the rapid appearance of life on Earth suggest that life is common in the universe?". *Astrobiology*. 2 (3): 293–304. arXiv:astro-ph/0205014. Bibcode:2002AsBio...2..293L. doi:10.1089/153110702762027871. PMID 12530239. S2CID 431699.
 38. Forgan, D. (2009). "A numerical testbed for hypotheses of extraterrestrial life and intelligence". *International Journal of Astrobiology*. 8 (2): 121–131. arXiv:0810.2222. Bibcode:2009IJAsB...8..121F. doi:10.1017/S1473550408004321. S2CID 17469638.

39. "Are we alone? Setting some limits to our uniqueness". phys.org. 28 April 2016.
40. "Are We Alone? Galactic Civilization Challenge". PBS Space Time. 5 October 2016. PBS Digital Studios.
41. Ward, Peter D.; Brownlee, Donald (2000). Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe. Copernicus Books (Springer Verlag). ISBN 0-387-98701-0.
42. «Лекции по психоистории» 2019-2020 СОЦИОСОФТ.ТВ
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLVJKvxv2YVRLvdQROifkNSi8VC710UBUI> <https://sociosoft.ru/>

Для донатов:

Карта Сбер / Card SBER: 2202 2080 0773 7688

Карта Т-Банк / Card T-BANK: 2200 7001 6595 6060

Только для USDT TRC20 / Only for USDT TRC20



TKRKBpQAC6S5bzdaV66JdH59bSnVd99iQm

Только для USDT TON / Only for USDT TON



UQD6Xh3oHWk4fuCl7WA9bA2eQ1xCRMVhidA_oJIY48U878-c

Только для Bitcoin (BTC) / Only for Bitcoin (BTC)



1AvZnep61jXikipfBAhu86YoETghh8dXa6

Только для Toncoin (TON) / Only for Toncoin (TON)



UQD6Xh3oHWk4fuCl7WA9bA2eQ1xCRMVhidA_oJIY48U878-c