

Архисложность: онтологическая многослойность реальности

Archi-complexity: The Ontological Multilayeredness of Reality

Аннотация

В статье вводится концепт архисложности как фундаментального онтологического свойства реальности. Реальность рассматривается как иерархия разнородных онтологических уровней, переходы между которыми представляют собой радикальную трансформацию оснований бытия. Каждый последующий уровень обладает собственным несводимым набором фундаментальных констант, первичных отношений (primitive relations) и способов существования (modes of being). Особое внимание уделяется структурным пределам — таким, как планковская длина, космологический горизонт, горизонты событий чёрных дыр и сингулярность Большого Взрыва, — которые имеют онтологический, а не только эпистемический статус. Обсуждаются ключевые проявления архисложности и возможные возражения со стороны физического редукционизма. Статья показывает, что архисложность предлагает продуктивную онтологическую гипотезу, лучше согласующуюся с наблюдаемыми структурными разрывами реальности, чем предположение о временном характере всех существующих пределов.

Ключевые слова: архисложность, онтологические уровни, сильная эмерджентность, несоизмеримость, планковская длина, космологический горизонт, чёрные дыры, сингулярность Большого Взрыва, квалиа, сознание.

Abstract

This paper introduces the concept of archi-complexity as a fundamental ontological property of reality. Reality is considered as a hierarchy of heterogeneous ontological levels, transitions between which constitute a radical transformation of the grounds of being. Each subsequent level possesses its own irreducible set of fundamental constants, primitive relations, and modes of being. Special attention is given to structural limits — such as the Planck length, the cosmological horizon, black hole event horizons, and the Big Bang singularity — that possess an ontological rather than merely epistemic status. Key manifestations of archi-complexity are discussed, along with possible objections from physical reductionism. The paper argues that archi-complexity offers a productive ontological hypothesis that better accommodates observed structural discontinuities than the assumption of the temporary nature of all existing limits.

Keywords: archi-complexity, ontological levels, strong emergence, incommensurability, Planck length, cosmological horizon, black holes, Big Bang singularity, qualia, consciousness.

1. Введение

Реальность демонстрирует переходы, которые сложно объяснить простым ростом сложности. Физика, космология и философия сознания регулярно сталкиваются с границами, которые не выглядят как временные препятствия для познания. Для описания этого вводится понятие архисложности — онтологического принципа многослойной организации бытия.

Цель статьи — показать, что архисложность представляет собой онтологическую гипотезу, лучше объясняющую структурные разрывы реальности (планковскую длину, космологические горизонты, сингулярности, квалиа сознания), чем редукционистское допущение об эпистемическом характере всех пределов.

Центральный тезис: переходы между онтологическими уровнями носят характер радикальной несоизмеримости, а не количественного усложнения. Категориальный аппарат одного уровня принципиально не способен полностью описывать следующий без существенного искажения.

2. Методология

Настоящее исследование использует метод концептуального анализа онтологических категорий в контексте современной космологии, физики высоких энергий и философии сознания. Основой служат:

- (а) сравнение альтернативных интерпретаций структурных пределов (эпистемической vs. онтологической);
- (б) аргументация по принципу «наилучшего объяснения» (inference to the best explanation);
- (в) критический анализ редукционистских допущений на предмет их внутренней непротиворечивости.

Исследование не опирается на эмпирические данные, выходящие за пределы установленных физических теорий, а работает на уровне интерпретации этих теорий.

3. Определение архисложности

Архисложность — это фундаментальное онтологическое свойство реальности, заключающееся в её иерархически разнородной, многослойной структуре. Каждый уровень обладает собственным несводимым набором фундаментальных констант, первичных отношений (primitive relations) и способов существования (modes of being).

Переход между уровнями представляет собой радикальную онтологическую трансформацию оснований бытия, а не количественное усложнение. Предыдущий уровень становится онтологически несоизмеримым со следующим: его категориальный аппарат принципиально не способен полностью описывать или корректно ставить вопросы о новом уровне без сущностного искажения. Термин «несоизмеримость» заимствуется из философии науки (Кун, Фейерабенд), но здесь получает онтологическую, а не только семантическую интерпретацию.

3.1 Отношение к традиции: Николай Гартман и онтологические уровни

Концепт онтологических уровней имеет предшественников. Наиболее систематически он был разработан Николаем Гартманом в работе «Der Aufbau der realen Welt» (1940). Гартман выделил уровни: неорганический → органический → психический → духовный, полагая, что каждый последующий уровень надстраивается над предыдущим и выводится из него через усложнение.

Архисложность признаёт эту традицию, но отличается от неё в нескольких ключевых пунктах. Гартман мыслит уровни как иерархическую лестницу: нижний служит основанием для верхнего. Архисложность утверждает, что между уровнями нет отношения «выше/ниже» в смысле фундаментальности — есть несводимая категориальная разнородность. Гартман считал возможным выведение высших уровней из низших; архисложность отрицает такую возможность. Сознание не выводится из физического уровня даже в принципе — не потому, что нам не хватает данных, а потому что между ними лежит онтологическая граница. Гартман не рассматривал структурные пределы (планковскую длину, космологический горизонт, сингулярности) как онтологические; для архисложности это центральный пример. Наконец, Гартман не ставил вопрос о принципиальной несоизмеримости результата порождения — архисложность делает это своим ключевым тезисом.

Таким образом, Гартман — ценный предшественник, но его иерархическая и дедуктивистская модель уступает место плюралистической модели разности уровней и принципиальной несоизмеримости их категориальных аппаратов.

3.2 Отличие от сильной эмерджентности

На первый взгляд может показаться, что архисложность — это всего лишь очередная вариация на тему сильной эмерджентности, которую активно развивают в аналитической философии (Chalmers, 2006; Bedau, 1997; Kim, 2006). Однако при ближайшем рассмотрении различия оказываются куда глубже, чем простое терминологическое расхождение.

Николай Гартман мыслил уровни реальности как строгую иерархию внутри одного мира: нижнее служит основанием, верхнее надстраивается над ним и, в принципе, выводимо через постепенное усложнение. Сильная эмерджентность, при всей своей радикальности,

остаётся в рамках того же монистического горизонта. Новые свойства «вдруг» возникают на более высоких уровнях организации, но базовая субстанция — обычно физическая — остаётся единой. Новое рождается из старого, пусть и необъяснимым для нас образом.

Архисложность идёт дальше и предлагает принципиально иной онтологический жест. Уровни здесь уже не «слои одного пирога», а скорее отдельные территории бытия, каждая со своим собственным набором фундаментальных констант, первичных отношений и способов существования. Переход между ними — это не появление новых свойств у прежней реальности, а настоящая категориальная революция: меняется сама матрица, в которой существует и описывается мир. То, что на одном уровне было незыблемым (пространство, время, локальная причинность, материальность), на следующем может утратить смысл или радикально преобразиться.

Если сильная эмерджентность пытается ответить на вопрос «как новое возникает из старого?», то архисложность ставит под сомнение само это «из». Различие между уровнями носит здесь не вертикально-субординационный, а территориальный, почти географический характер. Именно поэтому планковская длина, горизонты чёрных дыр, космологическая сингулярность и qualia сознания воспринимаются не как особенно трудные случаи эмерджентности, а как парадигмальные проявления онтологических разрывов — мест, где заканчивается применимость прежнего категориального языка.

В отличие от Чалмерса, архисложность не ограничивается проблемой сознания как единственным доказательством онтологического разрыва. Структурные пределы физики — планковская длина, космологические горизонты, сингулярности — становятся для неё такими же полноправными свидетельствами многослойности реальности, как и квалиа. Это не просто расширение примеров, а принципиальное смещение фокуса: разрывы встроены не только в сознание, но и в само основание физического мира.

3.3 Эвристический критерий категориального разрыва

Ключевой вопрос, который неизбежно возникает при введении понятия онтологических уровней: как мы можем отличить подлинный категориальный разрыв от простого усложнения или временного незнания? Для ответа на этот вопрос предлагается следующий набор эвристических критериев. Важно подчеркнуть, что это именно эвристики, а не алгоритм: их применение требует философского суждения, и окончательный вердикт о наличии или отсутствии уровня остаётся метафизическим выбором. Тем не менее, эти критерии делают концепцию операциональной и позволяют вести содержательную дискуссию.

Первая эвристика — предельный переход. Существует ли формальный или концептуальный предельный переход между двумя фрагментами реальности, который сохраняет ключевые категории описания (пространство, время, причинность, материя)? Если да — это, скорее всего, один уровень (как в случае классической и релятивистской механики). Если нет — возможно, мы имеем дело с разными уровнями.

Вторая эвристика — контрфактическая дедуцируемость. Можем ли мы мысленно, при полной и идеальной информации о фрагменте А, дедуцировать свойства фрагмента Б без обращения к новым категориям? В случае сознания это невозможно: полное нейрофизиологическое описание мозга не позволяет дедуцировать, каково это — переживать красный цвет. Это не «мы пока не знаем как», а принципиальная невозможность, встроенная в структуру описаний.

Третья эвристика — встроенность разрыва в фундаментальную теорию. Является ли недоступность или несоизмеримость свойством самой теории, а не следствием нашей неполной информации? В случае планковской длины это свойство квантовой гравитации: дальнейшее зондирование меньших расстояний ведёт к образованию микроскопических чёрных дыр. В случае космологического горизонта это свойство метрики расширяющейся Вселенной.

Эти эвристики не дают механического ответа, но они структурируют дискуссию и позволяют отличать случаи, где постулирование нового онтологического уровня является оправданным, от случаев, где оно было бы произвольным.

4. Основные проявления архисложности

К наиболее показательным примерам относятся:

(а) Планковская длина ($\approx 1,6 \times 10^{-35}$ м) — фундаментальный микроскопический горизонт. На этих масштабах попытка объединения квантовой механики и общей теории относительности приводит к тому, что классические понятия непрерывного пространства-времени и локальной причинности теряют применимость (Callender & Huggett, 2001; Weinstein, 2005; Jacobs, 2025). Дальнейшее зондирование меньших расстояний неизбежно ведёт к образованию микроскопических чёрных дыр. Планковская длина выступает указанием на онтологический разрыв: это не технический предел измерительных приборов, а предел применимости самих категорий пространства и времени.

(б) Горизонты событий чёрных дыр — локальные онтологические горизонты, за которыми радикально трансформируются причинность, структура пространства-времени и статус информации. Горизонт событий чёрной дыры не является просто поверхностью, за которой у нас нет доступа к данным; он представляет собой структурную границу, за которой понятия «до» и «после» теряют смысл в рамках внешнего описания (Susskind, 2008).

(в) Космологический горизонт — глобальный структурный предел. В условиях ускоренного расширения Вселенной образуются причинно несвязанные (causally disconnected) регионы, принципиально недоступные для наблюдателей нашего светового конуса. Эта

недоступность носит структурный характер и задана метрикой пространства-времени, а не ограниченностью наших технологий (Ellis, 2006; Ellis & Uzan, 2005).

(г) Сингулярность Большого Взрыва — предельный горизонт, где рушатся основания пространства-времени и причинности. Вопрос «что было до Большого Взрыва?», согласно архисложности, не является корректным: он совершает категориальную ошибку, аналогичную попытке описать цвет с помощью гравитационных уравнений.

(д) Феномен сознания (*qualia*). Переход от нейрофизиологических процессов к субъективному переживанию представляет собой онтологический разрыв, аналогичный космологическому горизонту. Полное нейрофизиологическое описание мозга, включая все пространственно-временные корреляции, не порождает описания самого переживания без категориального сдвига. Это не «трудная проблема сознания» в эпистемическом смысле, а указание на онтологическую границу между уровнями. Сознание не «надстраивается» над физическим миром как эмерджентное свойство — оно сосуществует с ним как отдельный онтологический слой, чьи первичные отношения (интенциональность, квалитативность, единство переживания) несводимы к пространственно-временным отношениям физического уровня (Chalmers, 1996; Chalmers, 2006).

В то же время важно признать, что сознание остаётся наиболее дискуссионным примером. Логическая невыводимость квалиа из физического описания не является автоматическим доказательством онтологического разрыва: это может быть аргументом в пользу панпсихизма, теорий высшего порядка или интегративной информации (Tononi, 2008), которые предлагают альтернативные объяснения того же факта невыводимости. Архисложность предлагает одну из интерпретаций — онтологический плюрализм, — но не утверждает, что это единственно возможное прочтение.

5. Ответ на возражения

Одно из наиболее последовательных возражений против концепта архисложности состоит в том, что все указанные пределы имеют эпистемический, а не онтологический характер. Согласно этой позиции, недоступность тех или иных областей или уровней объясняется конечностью наших инструментов и познания, а не встроенными свойствами самой реальности. Ниже мы разбираем четыре конкретные формы этого возражения.

5.1 Возражение 1: все пределы временны и эпистемичны

Автор признаёт правомерность такого подхода и ценность эпистемической скромности. Тем не менее, в случае планковской длины и космологического горизонта недоступность носит структурный, онтологический статус: она встроена в геометрию и метрику самих теорий, а не в наше незнание. Планковская длина возникает из комбинации фундаментальных констант (\hbar , G , c) и не может быть преодолена никаким будущим

развитием технологий. Космологический горизонт задан метрикой расширяющейся Вселенной, а не слабостью телескопов.

Более того, последовательный метафизический редукционизм сталкивается с внутренним противоречием. Чтобы утверждать, что все уровни реальности в принципе редуцируемы к одному базовому, необходимо уже занять метапозицию вне всех уровней — позицию, с которой видна их принципиальная однородность. Однако сама эта метапозиция недоступна редукционистской стратегии: её нельзя занять, не предположив уже того, что требуется доказать. Архисложность, напротив, не требует такой метапозиции.

Здесь важно провести различие, которое часто упускается из виду. Методологический редукционизм — исследовательская стратегия, стремящаяся объяснять сложное через простое, — не только совместим с архисложностью, но и является необходимым инструментом науки. Он работает внутри уровней и между ними, выявляя корреляции и механизмы. Метафизический редукционизм — утверждение, что все уровни в конечном счёте тождественны одному, физическому, — это уже позиция веры в однородность реальности, которая не лучше обоснована, чем онтологический плюрализм. Архисложность отвергает именно метафизический редукционизм, но никоим образом не препятствует методологическому.

Как отличить онтологический горизонт от эпистемического барьера? Онтологический горизонт встроен в теорию самого уровня, а не в наше незнание. Что касается сознания, его онтологическая граница проявляется в контрфактической недоступности: мы не можем ответить на вопрос «каким было бы сознание, если бы наш мозг детектировал все виды ЭМИ?» не потому, что нам не хватает технологий, а потому что для ответа нам пришлось бы иметь такое сознание и одновременно сравнивать его с текущим. Это невозможно в принципе. Такого рода недоступность и является маркером онтологического горизонта.

5.2 Возражение 2: бритва Оккама

Критик может сказать: «Зачем вводить онтологическую многослойность, если достаточно одного физического уровня и эпистемических ограничений?» Ответ: бритва Оккама не предписывает выбирать более простую онтологию автоматически — она требует не умножать сущности без необходимости. Но если более простая онтология не объясняет наблюдаемые разрывы, то добавление онтологических уровней становится необходимостью. Принципиальная несоизмеримость описаний требует либо сильной эмерджентности, либо онтологической многослойности. Архисложность представляет собой минимальное онтологическое усложнение, которое даёт объяснение этим разрывам, тогда как редукционизм оставляет их как необъяснённые эпистемические артефакты.

5.3 Возражение 3: архисложность ведёт к мистицизму и непознаваемости

Возможно утверждение, что признание онтологических горизонтов равносильно отказу от познания. Это возражение основано на неверном прочтении. Архисложность не утверждает непознаваемость уровней. Она утверждает, что: (1) каждый уровень познаётся изнутри своими средствами; (2) переход между уровнями не является предсказуемым из предыдущего описания (но может быть описан ретроспективно); (3) горизонты — это не стены, а границы применимости определённых категорий. Аналогия с квантовой механикой носит иллюстративный характер: квантовая механика не отрицает классическую физику, но устанавливает границы её применимости. Архисложность делает то же самое на онтологическом уровне.

5.4 Возражение 4: голографический принцип и чёрные дыры

Согласно голографическому принципу (Susskind, 't Hooft), информация об объектах, упавших в чёрную дыру, сохраняется на её горизонте событий. Из этого иногда заключают, что горизонт не является онтологической границей. Однако этот вывод опирается на неявную предпосылку: что понятие «информация» остаётся онтологически неизменным при переходе через горизонт. Но внутри чёрной дыры радикально трансформируются время, свет, плотность, причинность. В таких условиях нет оснований априори считать, что информация сохраняется в том же смысле. Архисложность предлагает интерпретировать горизонт как границу, за которой категория «информация» (в привычном понимании) теряет применимость.

Важно отметить, что как позиция архисложности, так и последовательный метафизический редукционизм содержат метафизический компонент. Утверждение, что неизвестное принципиально подобно известному и в конечном итоге будет редуцировано, также является выбором веры в однородность реальности. Архисложность предлагает интерпретировать принципиальную недоступность как проявление онтологической многослойности бытия.

6. Ретро-предсказательная сила архисложности

Концепт архисложности не претендует на предсказание новых эмпирических фактов. Однако он обладает ретро-предсказательной силой: он объясняет уже известные структурные разрывы, которые остаются загадочными в рамках редукционистской парадигмы.

Пример 1: нестыковка квантовой механики и общей теории относительности. Уже более ста лет физики безуспешно пытаются объединить эти две теории в одну. Редукционист объясняет это временными техническими трудностями. Архисложность предлагает альтернативную интерпретацию: квантовая механика и ОТО принадлежат к онтологически разным типам физики. Их нестыковка — не случайность, а свидетельство несводимости уровней.

Пример 2: спор Эйнштейна и Бора. Сто лет спустя мы можем понять, что они оба были правы — но только со своих территорий. Эйнштейн был прав на своём онтологическом уровне (классическая причинность, локальность), Бор — на своём (квантовая нелокальность, дополнительность). Архисложность объясняет, почему этот спор был принципиально неустраим: спорщики говорили с разных онтологических уровней.

Пример 3: проблема qualia. Редукционист надеется, что будущая нейронаука «закроет» трудную проблему сознания. Архисложность объясняет, почему это принципиально невозможно: субъективное переживание принадлежит иному онтологическому уровню, чем нейрофизиологические процессы.

Архисложность не запрещает попыток объединения, но объясняет, почему они могут быть принципиально незавершимыми — и почему это не пораженческая позиция, а уточнение границ нашего познания.

7. Дискретность онтологических уровней

Архисложность не утверждает, что уровней бесконечно много. Она утверждает, что они дискретны и конечны (хотя их точное число остаётся открытым вопросом). Дискретность означает, что между уровнями нет плавного континуума — есть разрывы, скачки, переходы.

Критерий дискретности: уровень существует там, где фиксируется категориальный разрыв — невозможность перевода понятий одного уровня в понятия другого без сущностного искажения. Если два фрагмента реальности могут быть описаны на одном категориальном языке — они принадлежат одному уровню.

Примеры категориального разрыва: планковская длина ↔ классическое пространство-время (понятия непрерывности и локальности теряют применимость); физический уровень ↔ уровень сознания (qualia невыразимы на языке пространства-времени); квантовая механика ↔ общая теория относительности; наш световой конус ↔ космологический горизонт.

Дискретность уровней означает, что реальность не является континуумом постепенных усложнений. Она устроена как архипелаг: есть острова (уровни) с собственной логикой, и между ними — вода (категориальные разрывы), которую нельзя перейти вброд.

8. Где уровней нет: границы применения архисложности

Чтобы избежать произвольного умножения онтологических уровней, важно указать, какие различия не образуют нового уровня.

Критерий: два фрагмента реальности принадлежат одному онтологическому уровню, если их категориальные аппараты в принципе переводимы друг в друга (даже с трудом, через предельные переходы или аппроксимации).

8.1 Примеры, не являющиеся онтологическими уровнями

1. Классическая и релятивистская механика. Между ними существует предельный переход ($v \rightarrow c$). Уравнения классической механики получаются из релятивистских в пределе малых скоростей. Это разные масштабы одного уровня.
2. Твёрдое, жидкое и газообразное состояния вещества. Фазовые переходы — изменения свойств внутри одного физического уровня. Категориальный аппарат остаётся тем же.
3. Стол и стул. Разные физические объекты, но принадлежат одному уровню — оба описываются на языке физики.
4. Разные естественные языки. Перевод возможен, пусть с потерями. Это один уровень (социально-лингвистический).

8.2 Сложные пограничные случаи

Биология vs. химия. С точки зрения архисложности — это один уровень. Хотя биологические системы обладают колоссальной сложностью, их категориальный аппарат (эволюция, гомеостаз, репликация) в принципе переводим на язык молекулярной биологии и химии. Мы можем описать работу рибосомы или генной регуляции на языке химических реакций. Предельного перехода, нарушающего категориальную непрерывность, здесь нет.

Культура и социальное. Ситуация менее очевидна, но в рамках архисложности предлагается считать их одним уровнем с психическим и когнитивным. Ментальные состояния и социальные практики описываются через общий категориальный аппарат значений, норм и коммуникации. Между индивидуальной психикой и культурой нет категориального разрыва — культура есть экстериоризация ментальных состояний.

Искусственный интеллект. Это наиболее интересный пограничный случай. Если мы имеем дело с симуляцией когнитивных процессов на физическом уровне (нейросети, алгоритмы), то нового онтологического уровня нет: это физический уровень (вычисления). Однако если в будущем мы столкнёмся с субъективным переживанием (*qualia*) у искусственной системы, это стало бы сигналом о появлении нового онтологического уровня. Но до тех пор, пока мы имеем дело с функциональными коррелятами без субъективности, ИИ остаётся на физическом уровне.

8.3 Минимальная онтологическая схема

Для формальной ясности предложим минимальную онтологическую схему уровней:

- Уровни — классы фрагментов реальности, между которыми существует отношение несоизмеримости (невозможность полного перевода категориальных аппаратов).
- Множество уровней частично упорядочено по отношению «быть доступным для наблюдения/описания с уровня X» (но не по отношению «быть более фундаментальным»).
- Отношение несоизмеримости не транзитивно: уровень А может быть несоизмерим с Б, Б с В, но А и В могут иметь частичное пересечение.
- Каждый уровень имеет свой набор первичных отношений (primitive relations), которые не определяются через отношения других уровней.
- Переход между уровнями дискретен — нет плавного континуума.

Эта схема не является завершённой онтологической теорией, но даёт рабочий каркас для обсуждения архисложности.

9. Заключение

Архисложность — это признание того, что реальность имеет уровни, доступные изучению, и одновременно горизонты, которые она сама проводит для наблюдателя данного уровня. Это не пораженческая позиция, а уточнение границ применимости наших теорий и категорий.

Одной фразой:

Архисложность — это территория, которая начинается после окончания возможностей данного онтологического уровня.

Важно подчеркнуть, что архисложность — это одна из конкурирующих онтологических гипотез, а не единственно возможное прочтение реальности. Она конкурирует с метафизическим редукционизмом, панпсихизмом и другими формами онтологического монизма. Её преимущество — в способности объяснить наблюдаемые структурные разрывы и категориальную несоизмеримость без привлечения *ad hoc* допущений. Её слабость — в метафизическом характере базовых постулатов, которые не могут быть эмпирически верифицированы напрямую. Однако эта слабость разделяется всеми фундаментальными онтологическими позициями.

Настоящая работа представляет расширенное онтологическое обоснование концепта, более подробно и прикладно разрабатываемого в монографии «Архисложность: Уровни реальности и границы наших возможностей» (в публикации, 2026).

Литература

1. Bedau, M. A. (1997). Weak emergence. *Philosophical Perspectives*, 11, 375--399.

2. Callender, C., & Huggett, N. (Eds.). (2001). *Physics Meets Philosophy at the Planck Scale*. Cambridge University Press.
3. Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind*. Oxford University Press.
4. Chalmers, D. J. (2006). Strong and weak emergence. In P. Clayton & P. Davies (Eds.), *The Re-Emergence of Emergence* (pp. 244--256). Oxford University Press.
5. Ellis, G. F. R. (2006). Issues in the philosophy of cosmology. In J. Butterfield & J. Earman (Eds.), *Philosophy of Physics* (pp. 1183--1285). Elsevier.
6. Ellis, G. F. R., & Uzan, J.-P. (2005). Causal structures in inflation. *General Relativity and Gravitation*, 37, 1667--1677.
7. Feyerabend, P. K. (1975). *Against Method*. New Left Books.
8. Hartmann, N. (1940). *Der Aufbau der realen Welt*. Walter de Gruyter.
9. Jacobs, C. (2025). Does Quantum Gravity Happen at the Planck Scale? *Philosophy of Physics*.
10. Kim, J. (2006). Emergence: Core ideas and issues. *Synthese*, 151(3), 547--559.
11. Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
12. Penrose, R. (1989). *The Emperor's New Mind*. Oxford University Press.
13. Smeenk, C. (2017). *Philosophy of Cosmology*. Stanford Encyclopedia of Philosophy.
14. Susskind, L. (2008). *The Black Hole War*. Little, Brown and Company.
15. Tononi, G. (2008). Consciousness as integrated information: a provisional manifesto. *Biological Bulletin*, 215(3), 216--242.
16. Weinstein, S. (2005). *Quantum Gravity*. Stanford Encyclopedia of Philosophy (updated).