

Электромагнитное излучение в контексте гипотезы Acta Universi

Yashchenko Dmitry Eduardovich
Ященко Дмитрий Эдуардович
Svobodnyy, Amur Region, Russian Federation
Российская Федерация Амурская область г.
Свободный
yashchenko.dmitry@gmail.com
mi@liberurban.ru
X: @graviton2011
@dmitryactauniversi.bsky.social
<https://scienalimo.space/>

25.08.2026

Оглавление

Введение.....	3
1.1. Проблема онтологии электромагнитного излучения.....	3
1.2. Цель работы	3
1.3. Место AU среди существующих подходов.....	4
1.4. Структура статьи.....	4
Часть I. Онтологические и математические основания.....	4
Глава 1. Электромагнитное поле в AU-онтологии.....	4
1.1. Поле $S\Theta$ как первичная сущность	4
1.2. Фотон как когерентное возбуждение поля $S\Theta$	5
1.3. Электромагнитные волны как распространение энтропийных возмущений	6
1.4. Скорость света как предельная скорость распространения когерентной информации	6
Глава 2. Модифицированная электродинамика AU	7
2.1. Лагранжиан электромагнитного поля с энтропийными и нелокальными членами	7
2.2. Вывод модифицированных уравнений Максвелла.....	7
2.3. Роль нелокального ядра K_{xy}	8
2.4. Предел восстановления стандартной КЭД	8
Глава 3. Излучение как энтропийный процесс.....	9
3.1. Спонтанное излучение как акт записи мыслеформы.....	9

3.2. Тепловое излучение и распределение мод $S\Theta$	10
3.3. Связь с кайрос-временем и необратимостью	10
Часть II. Квантовые и наблюдательные следствия	11
Глава 4. Когерентность, статистика и запутанность	11
4.1. Когерентные состояния как когерентные моды $S\Theta$	11
4.2. Фотонная статистика и флуктуации поля	11
4.3. Запутанность как проявление нелокального ядра	12
Глава 5. Проверяемые предсказания	13
5.1. Энтропийные поправки к атомным уровням и лэмбовскому сдвигу	13
5.2. Возможная модуляция времён жизни возбуждённых состояний	13
5.3. Космологические аспекты (кратко)	14
5.4. Предлагаемые экспериментальные протоколы	14
Часть III. Сравнение и заключение	15
Глава 6. Сравнение со стандартной КЭД и нелинейными теориями	15
6.1. Онтологические различия	15
6.2. Объяснительная и предсказательная сила	15
6.3. Условия фальсификации	16
Заключение	17
Приложения	18
Приложение А. Вывод модифицированных уравнений Максвелла	18
Приложение Б. Оценка величины энтропийных поправок	19
Приложение В. Глоссарий основных понятий	19
Библиография	20
1. Основные работы по гипотезе Acta Universi	20
2. Квантовая электродинамика и природа фотона	20
3. Когерентные состояния, статистика фотонов и запутанность	21
4. Нелинейная и обобщённая электродинамика	21
5. Прецизионная спектроскопия и лэмбовский сдвиг	21
6. Информационные и голографические подходы в физике	21
7. Дополнительные источники по квантовой оптике и основаниям	22

Введение

1.1. Проблема онтологии электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение занимает центральное место в современной физике. Уравнения Максвелла, специальная теория относительности и квантовая электродинамика (КЭД) обеспечивают чрезвычайно точное описание распространения света, взаимодействия излучения с веществом и квантовых свойств фотонов. Тем не менее онтологический статус электромагнитного поля и фотона остаётся открытым вопросом.

В классической электродинамике электромагнитное поле является самостоятельной физической сущностью, подчиняющейся линейным уравнениям. В квантовой теории поля фотон предстаёт квантом этого поля — элементарным возбуждением, обладающим энергией $\hbar\omega$, импульсом $\hbar\mathbf{k}$ и спином 1. Корпускулярно-волновой дуализм при этом описывается формально, но не получает удовлетворительного онтологического разрешения: неясно, что именно «существует» между актами излучения и поглощения, каков статус волновой функции фотона и почему электромагнитное взаимодействие допускает столь точное калибровочно-инвариантное описание.

Эти вопросы приобрели особую остроту в 2025 году — Международном годе квантовой науки и технологий, когда столетие квантовой механики совпало с новым витком дискуссий о природе света, первой квантизации фотона и возможных нелинейных обобщениях уравнений Максвелла. Становится всё более очевидным, что чисто феноменологическое описание, каким бы точным оно ни было, оставляет незаполненной глубинную онтологическую нишу.

1.2. Цель работы

Настоящая работа предлагает переосмысление электромагнитного излучения в рамках гипотезы Acta Universi (AU). В этой гипотезе первичной сущностью является поле энтропии мыслеформ S_Θ — информационно-энтропийное поле, динамика которого порождает пространство-время, материю и фундаментальные взаимодействия как эмерджентные структуры.

Цель исследования — показать, что:

- электромагнитное поле возникает как определённый класс возбуждений поля S_Θ ;
- фотон может быть последовательно интерпретирован как когерентная мода этого поля;
- уравнения Максвелла (и их квантовая версия) являются низкоэнергетическим эффективным пределом более общей AU-динамики;
- излучение и поглощение представляют собой необратимые акты записи информации в нелокальный AU-архив.

Таким образом, работа стремится не заменить КЭД, а встроить её в более широкий информационно-онтологический контекст, сохранив все проверенные предсказания и указав возможные малые отклонения, доступные экспериментальной проверке.

1.3. Место AU среди существующих подходов

Предлагаемый подход занимает промежуточное положение между стандартной квантовой электродинамикой и рядом альтернативных программ.

В отличие от КЭД, где фотон постулируется как фундаментальная частица, в AU он является эмерджентным возбуждением. В отличие от чисто геометрических или дискретизационных моделей электромагнетизма, AU сохраняет непрерывное полевое описание, дополняя его нелокальным ядром $K(x, y)$ и связью с энтропийной динамикой. В отличие от нелинейных обобщений уравнений Максвелла, вводимых феноменологически, нелинейность и нелокальность в AU выводятся из структуры исходного информационного лагранжиана.

Важным преимуществом AU-подхода является его внутренняя связь с другими разделами гипотезы: происхождением пространства-времени, тёмной энергией, вариациями фундаментальных констант и даже биологическими и когнитивными процессами. Электромагнитное излучение оказывается не изолированным феноменом, а одним из проявлений единой информационно-энтропийной динамики.

1.4. Структура статьи

Статья построена следующим образом. В первой части формулируются онтологические основания и выводится модифицированная электродинамика AU. Во второй части рассматриваются квантовые аспекты (когерентность, статистика, запутанность) и формулируются проверяемые предсказания. В третьей части проводится сравнение со стандартной КЭД и нелинейными теориями, а также обсуждаются ограничения подхода и направления дальнейших исследований.

Основное внимание уделяется строгости вывода и возможности экспериментальной проверки. Исторические и обзорные разделы сведены к необходимому минимуму.

Часть I. Онтологические и математические основания

Глава 1. Электромагнитное поле в AU-онтологии

1.1. Поле S_Θ как первичная сущность

В гипотезе Acta Universi фундаментальной реальностью является поле энтропии мыслеформ S_Θ — скалярное (в простейшей версии) информационно-энтропийное поле, определённое на абстрактном пространстве событий. Все наблюдаемые физические

структуры — пространство-время, материя, калибровочные поля — возникают как эмерджентные конфигурации и возбуждения этого поля.

Динамика S_Θ задаётся действием, включающим кинетический член, потенциал $V(S_\Theta)$, взаимодействие с полем интегральной информации Φ и нелокальный вклад, определяемый ядром $K(x, y)$:

$$S_{\text{nonlocal}} = \frac{1}{2} \int d^4x d^4y \sqrt{-g(x)} \sqrt{-g(y)} S_\Theta(x) K(x, y) S_\Theta(y).$$

Нелокальное ядро обеспечивает дальние корреляции между событиями записи (мыслеформами) и одновременно регуляризует ультрафиолетовые расходимости. Электромагнитное поле в этой картине не является первичным. Оно появляется как определённый класс коллективных возбуждений над фоном $S_{\Theta,0}$.

1.2. Фотон как когерентное возбуждение поля S_Θ

Рассмотрим малые возмущения поля вокруг вакуумного значения:

$$S_\Theta(x) = S_{\Theta,0} + \delta S_\Theta(x).$$

Линеаризация уравнений движения приводит к дисперсионному соотношению вида

$$\omega^2 = c_{\text{eff}}^2 k^2 + m_{\text{eff}}^2 + \tilde{K}(k),$$

где $\tilde{K}(k)$ — фурье-образ нелокального ядра. В длинноволновом пределе и при определённых условиях на ядро возникают безмассовые (или почти безмассовые) моды с линейным законом дисперсии.

Эти моды интерпретируются как фотоны. Их основные свойства получают следующее прочтение:

- энергия и импульс связаны с амплитудой и градиентом когерентного возбуждения δS_Θ ;
- два физических состояния поляризации соответствуют двум независимым геометрическим (или топологическим) степеням свободы возмущения;
- бозонная статистика следует из коммутационных свойств полевых операторов S_Θ ;
- калибровочная инвариантность возникает как следствие сохранения определённого тока в эффективной теории, полученной после интегрирования по тяжёлым модам S_Θ .

Таким образом, фотон в AU — не фундаментальная частица, а устойчивая когерентная мода информационного поля.

1.3. Электромагнитные волны как распространение энтропийных возмущений

Классическая электромагнитная волна соответствует квазиклассическому когерентному состоянию большого числа фотонных мод. В терминах поля S_Θ это протяжённое, фазово-согласованное возмущение, распространяющееся в соответствии с эффективным волновым уравнением, вытекающим из линеаризованной динамики AU.

Поляризация волны определяется геометрией возмущения δS_Θ . Интерференция и дифракция являются прямыми следствиями линейности (в низшем порядке) уравнений для малых возмущений. Нелинейные эффекты (гармоники, самофокусировка и т.д.) появляются при учёте членов более высокого порядка в потенциале $V(S_\Theta)$ и в разложении нелокального ядра.

Важным отличием от стандартной картины является то, что даже «классическая» волна несёт в себе энтропийный содержание: она представляет собой упорядоченное возбуждение информационного поля и при взаимодействии с веществом может оставлять необратимый след в AU-архиве.

1.4. Скорость света как предельная скорость распространения когерентной информации

В AU скорость света не постулируется, а возникает как предельная скорость распространения когерентных длинноволновых возмущений поля S_Θ . Она определяется структурой кинетического члена и низкоэнергетическим пределом ядра $K(x, y)$:

$$c_{\text{eff}}^2 = c_0^2 + \alpha_K \frac{\partial \tilde{K}}{\partial k^2} |_{k=0}.$$

В современную эпоху c_{eff} практически постоянна и совпадает с наблюдаемым значением. Однако в ранней Вселенной или в областях с сильно отличным значением фоновой энтропии $S_{\Theta,0}$ возможны малые отклонения. Именно эта возможность связывает электромагнетизм с ранее рассмотренной динамикой фундаментальных констант.

С информационной точки зрения представляет собой максимальную скорость, с которой может распространяться когерентная (низкоэнтропийная) информация без разрушения фазовых соотношений. Любая попытка передать информацию быстрее требует возбуждения высокоэнтропийных мод и приводит к потере когерентности, что согласуется с релятивистской причинностью.

Глава 1 задаёт онтологический каркас: электромагнитное поле и фотон не являются первичными сущностями, а возникают как коллективные возбуждения поля энтропии мыслеформ. Следующая глава посвящена выводу эффективных уравнений электродинамики из AU-лагранжиана.

Глава 2. Модифицированная электродинамика AU

2.1. Лагранжиан электромагнитного поля с энтропийными и нелокальными членами

В гипотезе Acta Universi электромагнитное поле не вводится как независимая первичная сущность. Оно возникает как эффективное описание определённого сектора возбуждений поля энтропии мыслеформ S_Θ . Поэтому полный лагранжиан теории содержит как стандартный максвелловский член, так и дополнительные вклады, отражающие связь с информационно-энтропийной динамикой.

Эффективный лагранжиан электромагнитного сектора имеет вид

$$\mathcal{L}_{\text{EM+AU}} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \mathcal{L}_{\text{int}}(A_\mu, S_\Theta, \Phi) + \mathcal{L}_{\text{nonlocal}}^{\text{EM}}.$$

Здесь $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$ — обычный тензор напряжённости. Член взаимодействия в ведущем порядке может быть записан как

$$\mathcal{L}_{\text{int}} = \xi_1 S_\Theta F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \xi_2 \Phi F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \xi_3 (\partial_\mu S_\Theta)(\partial^\mu S_\Theta) A_\nu A^\nu + \dots$$

(конкретный набор структур фиксируется требованиями калибровочной инвариантности и чётности). Нелокальный вклад

$$\mathcal{L}_{\text{nonlocal}}^{\text{EM}} \sim \int d^4 y A_\mu(x) K^{\mu\nu}(x, y, S_\Theta) A_\nu(y)$$

возникает после интегрирования по тяжёлым модам поля S_Θ и содержит то же самое ядро K , которое уже фигурировало в уравнениях для тета-энтропии.

Таким образом, электромагнитное поле «чувствует» как локальное значение S_Θ и Φ , так и нелокальные корреляции архива.

2.2. Вывод модифицированных уравнений Максвелла

Вариация действия по 4-потенциалу A_μ приводит к обобщённым уравнениям Максвелла. В дифференциальной форме они выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot E &= \frac{\rho}{\varepsilon_0} + \rho_{\text{ent}}, \\ \nabla \times B - \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} &= \mu_0 J + J_{\text{ent}} + J_{\text{nl}}, \end{aligned}$$

где ρ_{ent} и J_{ent} — энтропийные источники (и токи), пропорциональные градиентам и временным производным S_Θ и Φ , а J_{nl} — нелокальный вклад, определяемый ядром $K^{\mu\nu}$.

В отсутствие сильных градиентов S_Θ и при $K \rightarrow \delta^{(4)}(x - y)$ дополнительные члены исчезают, и восстанавливаются обычные уравнения Максвелла. В областях с заметной неоднородностью информационного поля или при учёте дальних корреляций появляются малые поправки, которые в принципе могут быть доступны прецизионным измерениям.

Волновое уравнение для потенциала (в калибровке Лоренца) приобретает вид

$$\square A^\mu = \mu_0 J_{\text{tot}}^\mu + \int \mathcal{K}^\mu{}_\nu(x, y) A^\nu(y) d^4y + \dots,$$

где оператор $\mathcal{K}$ содержит как локальные энтропийные вклады, так и нелокальное ядро.

2.3. Роль нелокального ядра $K(x, y)$

Нелокальное ядро выполняет две функции.

Во-первых, оно обеспечивает ультрафиолетовую регуляризацию: высокочастотные моды электромагнитного поля подавляются, что устраняет часть расходимостей, обычно требующих перенормировки в стандартной КЭД.

Во-вторых, ядро генерирует дальние корреляции. Даже в отсутствие прямого причинного контакта две пространственно разделённые области могут обмениваться информацией через архив событий. В электромагнитном секторе это проявляется как малые мгновенные (в кайрос-времени) поправки к пропагатору фотона и как возможный вклад в наблюдаемую запутанность.

Важно, что причинность на уровне наблюдаемых сигналов не нарушается: любое влияние, распространяющееся через ядро, сопровождается ростом тета-энтропии и поэтому согласовано с термодинамической стрелой времени, определённой через кайрос-параметр τ .

2.4. Предел восстановления стандартной КЭД

Стандартная квантовая электродинамика воспроизводится в следующем пределе:

- фоновые значения $S_{\Theta,0}$ и Φ_0 постоянны и малы по сравнению с характерными атомными масштабами;
- градиенты ∇S_Θ и $\partial_t S_\Theta$ пренебрежимо малы;
- нелокальное ядро стягивается к δ -функции на масштабах, значительно меньших комптоновской длины волны электрона;
- нелинейные члены в потенциале $V(S_\Theta)$ не возбуждаются.

В этих условиях дополнительные источники $\rho_{\text{ent}}, J_{\text{ent}}$ и J_{nl} обращаются в нуль, волновое уравнение становится обычным, а квантование приводит к стандартным коммутационным соотношениям и правилам Фейнмана КЭД.

Отклонения от этого предела являются малыми и контролируемыми. Именно они составляют основу проверяемых предсказаний теории (сдвиги уровней, возможные аномалии в статистике фотонов, слабые нарушения локальности на очень больших масштабах).

Глава 2 устанавливает математическую связь между АУ-полем и электромагнетизмом. Следующая глава посвящена интерпретации процессов излучения и поглощения как энтропийных актов записи.

Глава 3. Излучение как энтропийный процесс

3.1. Спонтанное излучение как акт записи мыслеформы

В стандартной квантовой электродинамике спонтанное излучение описывается как переход атома из возбуждённого состояния в основное с испусканием фотона. Матричный элемент перехода вычисляется по правилам КЭД, а вероятность определяется золотым правилом Ферми. При этом сам акт излучения рассматривается как обратимый в рамках унитарной эволюции расширенной системы «атом + поле».

В гипотезе Acta Universi этот процесс получает дополнительное онтологическое содержание. Каждый акт спонтанного излучения является **необратимой записью** события в нелокальный АУ-архив. Возбуждённое состояние атома соответствует определённой когерентной конфигурации поля S_Θ (и связанного с ним поля Φ). При переходе эта конфигурация релаксирует, а освобождающаяся информация фиксируется в виде новой мыслеформы.

Математически это выражается появлением вклада в источник J_{event} уравнения для S_Θ :

$$J_{\text{event}}(x) \supset \sum_i \Gamma_i |\psi_i(x)|^2 \delta(t - t_i),$$

где Γ_i — ширина уровня, а t_i — момент записи (в координатном времени). В кайрос-времени каждый такой акт увеличивает $t_{\text{на}}$ величину, пропорциональную приросту энтропии:

$$\Delta t \propto \delta S_\Theta^{\text{rad}}.$$

Именно необратимость записи объясняет, почему спонтанное излучение имеет выделенное направление и почему обращение процесса (поглощение) требует выполнения дополнительных условий согласования фаз.

3.2. Тепловое излучение и распределение мод S_Θ

Тепловое излучение абсолютно чёрного тела в АУ-подходе интерпретируется как равновесное распределение энтропийных мод поля S_Θ .

В стандартной статистической физике формула Планка возникает из квантования энергии гармонических осцилляторов поля. В АУ те же осцилляторы являются нормальными модами линеаризованного поля S_Θ на заданном фоне. Среднее число заполнения моды с частотой ω по-прежнему имеет планковский вид

$$\langle n(\omega) \rangle = \frac{1}{e^{\hbar\omega/k_B T} - 1},$$

однако температура T получает информационную интерпретацию: она связана с интенсивностью флуктуаций тета-энтропии в рассматриваемом объёме.

Закон Стефана–Больцмана сохраняется как следствие того, что энергия, уносимая излучением, пропорциональна четвёртой степени температуры флуктуаций. При этом часть энергии переходит в необратимый рост глобальной S_Θ , что обеспечивает согласование с вторым началом термодинамики в кайрос-времени.

Таким образом, тепловое излучение является частным случаем более общего процесса — сброса избыточной энтропии информационного поля в виде когерентных (фотонных) возбуждений.

3.3. Связь с кайрос-временем и необратимостью

Ключевым отличием АУ-описания излучения от стандартного является явное присутствие стрелы времени, связанной с кайрос-параметром τ .

Кайрос-время определяется через монотонный рост тета-энтропии:

$$d\tau = \frac{1}{N} (dt + \lambda dS_\Theta + \mu d\phi_{\text{braid}}).$$

Каждый акт излучения увеличивает S_Θ и, следовательно, продвигает систему вперёд по τ . Обратный процесс (поглощение) возможен, но требует согласования с уже существующими записями в архиве и поэтому статистически подавлен.

Это обстоятельство естественным образом объясняет:

- необратимость спонтанного излучения;
- появление конечной ширины спектральных линий даже в идеальной изоляции;
- связь между временем жизни возбуждённого состояния и локальной скоростью роста S_Θ .

В пределе, когда изменение S_Θ пренебрежимо мало (низкие интенсивности, малые объёмы, короткие времена), AU-описание непрерывно переходит в обычную унитарную КЭД. Отклонения становятся заметными лишь при накоплении большого числа актов записи или в системах с высокой плотностью когерентных мыслеформ.

Глава 3 завершает первую часть статьи. Электромагнитное излучение представлено как энтропийный процесс, а акты излучения и поглощения — как необратимые события записи в AU-архив. Следующая часть посвящена квантовым аспектам и формулировке проверяемых предсказаний.

Часть II. Квантовые и наблюдательные следствия

Глава 4. Когерентность, статистика и запутанность

4.1. Когерентные состояния как когерентные моды S_Θ

В квантовой оптике когерентные состояния $|\alpha\rangle$ занимают особое место: они являются собственными состояниями оператора уничтожения, минимизируют неопределённость и в классическом пределе воспроизводят поведение классической электромагнитной волны. Лазерное излучение с высокой точностью описывается именно такими состояниями.

В гипотезе Acta Universi когерентное состояние интерпретируется как **макроскопически возбуждённая, фазово-согласованная мода** поля энтропии мыслеформ S_Θ . Если линейаризованные возмущения δS_Θ квантуются и приводятся к набору осцилляторов, то когерентное состояние соответствует смещению вакуума одного (или нескольких) из этих осцилляторов на комплексную амплитуду α .

Фазовая когерентность в обычном смысле оказывается проявлением когерентности информационного поля: градиенты и фазы δS_Θ поддерживаются согласованными на макроскопических расстояниях благодаря структуре кинетического члена и низкочастотному поведению нелокального ядра $K(x, y)$. Лазерная генерация в этой картине представляет собой процесс усиления выбранной когерентной моды за счёт необратимой записи энергии накачки в AU-архив.

4.2. Фотонная статистика и флуктуации поля

Статистика фотонов (пуассоновская, суперпуассоновская, субпуассоновская) в стандартной квантовой оптике определяется свойствами соответствующего квантового состояния поля. В AU эти свойства напрямую связаны с характером флуктуаций поля S_Θ .

- Тепловое (хаотическое) излучение соответствует высокоэнтропийным, слабо коррелированным флуктуациям S_Θ . Число фотонов подчиняется геометрическому распределению.
- Когерентное излучение соответствует низкоэнтропийному, фазово-упорядоченному возбуждению. Статистика близка к пуассоновской.
- Сжатые и другие неклассические состояния возникают при специальных корреляциях между модами, которые могут создаваться нелинейными членами потенциала $V(S_\Theta)$ или нелокальным ядром.

Флуктуации числа фотонов, таким образом, являются отражением флуктуаций тета-энтропии. Это открывает возможность искать малые отклонения от стандартных предсказаний КЭД в экспериментах с высокой статистикой, где накапливается большое число актов записи.

4.3. Запутанность как проявление нелокального ядра

Квантовая запутанность фотонов (в частности, нарушение неравенств Белла в экспериментах типа Аспекта) обычно рассматривается как одно из самых ярких проявлений нелокальности квантовой механики. В АУ-подходе эта нелокальность имеет конкретный носитель — нелокальное ядро $K(x, y)$.

Когда два фотонных возбуждения создаются в общем акте записи (например, при параметрическом рассеянии или каскадном переходе), они оказываются коррелированными через ядро. Корреляция сохраняется при пространственном разделении, потому что оба возбуждения остаются связанными с одной и той же записью в АУ-архиве.

Математически пропагатор двухфотонного состояния содержит вклад

$$\langle \delta S_\Theta(x_1) \delta S_\Theta(x_2) \rangle \supset K(x_1, x_2) + \dots$$

Именно этот вклад ответственен за сохранение поляризационных и импульсных корреляций на произвольных расстояниях. Причинность при этом не нарушается: любая попытка использовать корреляцию для передачи информации сопровождается дополнительным ростом S_Θ и поэтому согласуется со стрелой кайрос-времени.

Таким образом, запутанность фотонов в АУ не является «таинственным» действием на расстоянии, а представляет собой проявление уже существующей нелокальной структуры информационного архива.

Глава 4 показывает, как основные понятия квантовой оптики — когерентность, статистика и запутанность — получают единое истолкование в терминах динамики поля S_Θ

нелокального ядра. Следующая глава посвящена конкретным проверяемым предсказаниям теории.

Глава 5. Проверяемые предсказания

5.1. Энтропийные поправки к атомным уровням и лэмбовскому сдвигу

Наиболее прямой способ проверить АУ-электродинамику — поиск малых систематических сдвигов атомных уровней, связанных с энтропийными членами в эффективном потенциале.

В присутствии фона $S_{\Theta,0}$ и возможных слабых градиентов модифицированное уравнение Шрёдингера (или уравнение Дирака) приобретает дополнительные члены вида

$$V_{\text{ent}}(r) \propto \xi_1 S_{\Theta,0} + \xi_2 (\nabla S_{\Theta})^2 + \dots$$

Эти члены приводят к сдвигам уровней, которые формально похожи на поправки к лэмбовскому сдвигу, но имеют другую зависимость от главного и орбитального квантовых чисел. В частности, для s-состояний (имеющих ненулевую плотность вероятности вблизи ядра) эффект должен быть заметно сильнее, чем для p- и d-состояний.

Ожидаемый порядок величины поправок крайне мал и определяется отношением характерной атомной энергии к масштабу, задаваемому фоновой тета-энтропией. В настоящее время он лежит на грани или за пределами точности Ordinary spectroscopy, но может быть доступен в экспериментах следующего поколения по прецизионной спектроскопии водорода и гелия (включая проекты, подобные PreSCHAROC и новым измерениям лэмбовского сдвига).

Важный отличительный признак: АУ-поправки должны коррелировать с локальными условиями, способными влиять на S_{Θ} (плотность вещества, когерентные электромагнитные поля, возможно — коллективные квантовые состояния), тогда как чисто кэдные радиационные поправки от таких условий не зависят.

5.2. Возможная модуляция времён жизни возбуждённых состояний

Второй класс предсказаний касается времён жизни возбуждённых состояний. Поскольку спонтанное излучение в АУ является актом записи, его вероятность может слабо зависеть от текущего состояния информационного поля.

В частности, при увеличении локальной когерентности (рост Φ или снижение флуктуаций S_{Θ}) эффективная плотность конечных состояний и матричный элемент перехода могут слегка изменяться. Это приводит к малой модуляции ширины уровня Γ .

Ожидаемый относительный эффект $\delta\Gamma/\Gamma$ чрезвычайно мал. Тем не менее он принципиально отличается от обычных внешних воздействий (столкновительное

уширение, эффект Штарка и т.д.) тем, что должен коррелировать с глобальными или коллективными показателями когерентности, а не только с локальными электромагнитными полями.

Наиболее чувствительными системами для поиска такого эффекта являются узкие запрещённые переходы и долгоживущие состояния в ионах, используемые в оптических часах.

5.3. Космологические аспекты (кратко)

На космологических масштабах электромагнитное излучение в АУ связано с общей энтропийной динамикой. Реликтовое излучение интерпретируется как «замороженная» запись состояния поля S_Θ на момент рекомбинации. Малые дополнительные вклады в анизотропию и спектр могут возникать из-за нелокальных корреляций, однако их величина, скорее всего, лежит ниже чувствительности текущих экспериментов (Planck, ACT, SPT).

Более перспективным является возможный вклад накопленной тета-энтропии (включая вклад от излучения) в эффективную космологическую постоянную Λ_{eff} . Этот вклад уже обсуждался в работах по тёмной энергии и динамике констант; электромагнитный сектор лишь добавляет один из каналов роста S_Θ .

5.4. Предлагаемые экспериментальные протоколы

Протокол А. Прецизионная спектроскопия

Сравнение частот одних и тех же переходов в атомах водорода (или гелия), помещённых в условия с заведомо разной плотностью когерентных электромагнитных мод или разной степенью изоляции от внешнего информационного шума. Цель — поиск систематических сдвигов, не объясняемых стандартными кэдными и внешними полями.

Протокол Б. Измерение времён жизни

Статистически значимое сравнение времён жизни узких переходов в оптических часах при различных уровнях контролируемой электромагнитной когерентности в лаборатории (включая возможность работы в условиях сильного лазерного поля нерезонансной частоты).

Протокол В. Статистика фотонов

Поиск малых отклонений от пуассоновской статистики в высокостабильных лазерных источниках при накоплении очень большой статистики. Любое отклонение, коррелирующее с независимыми оценками флуктуаций информационного поля, представляло бы интерес.

Во всех случаях решающим является не абсолютная величина эффекта, а наличие корреляций, предсказываемых АУ и отсутствующих в стандартной теории.

Глава 5 формулирует те предсказания, которые в принципе могут быть проверены или ограничены уже существующими и ближайшими экспериментами. Следующая глава посвящена сравнению АУ-подхода со стандартной квантовой электродинамикой и нелинейными теориями.

Часть III. Сравнение и заключение

Глава 6. Сравнение со стандартной КЭД и нелинейными теориями

6.1. Онтологические различия

Стандартная квантовая электродинамика рассматривает электромагнитное поле как фундаментальную сущность, а фотон — как её элементарное возбуждение. Калибровочная инвариантность, перенормируемость и правила Фейнмана постулируются в рамках квантовой теории поля на фиксированном пространстве-времени. Онтологический статус вакуума, виртуальных фотонов и самого акта измерения остаётся предметом интерпретаций.

В гипотезе *Acta Universi* электромагнитное поле и фотон являются **эмерджентными**. Первичной реальностью служит поле энтропии мыслеформ S_Θ вместе с нелокальным ядром $K(x, y)$. Уравнения Максвелла и структура КЭД воспроизводятся как низкоэнергетический эффективный предел. Калибровочная инвариантность возникает динамически после интегрирования по тяжёлым модам, а необратимость процессов излучения связывается с ростом тета-энтропии и продвижением по кайрос-времени.

Таким образом, различие носит принципиально онтологический характер: КЭД описывает, «как» электромагнитные явления происходят с высокой точностью; АУ предлагает ответ на вопрос, «что» лежит в их основании.

6.2. Объяснительная и предсказательная сила

Квантовая электродинамика обладает непревзойдённой предсказательной силой в своей области применимости. Аномальный магнитный момент электрона, лэмбовский сдвиг, сечения рассеяния и спектры позитрония вычисляются с точностью до многих знаков и подтверждаются экспериментом. Любая альтернативная теория обязана воспроизводить эти результаты в соответствующем пределе.

АУ-подход в текущем состоянии не претендует на замену вычислительного аппарата КЭД. Его сила лежит в другом:

- единая онтология, связывающая электромагнетизм с происхождением пространства-времени, тёмной энергией, вариациями констант и информационными процессами;

- естественное появление нелокальности и стрелы времени;
- указание на возможный класс малых систематических эффектов (энтропийные сдвиги уровней, слабая модуляция времён жизни, корреляции статистики фотонов с глобальными показателями когерентности), которые в принципе отсутствуют в стандартной теории.

По сравнению с феноменологическими нелинейными обобщениями уравнений Максвелла АУ имеет преимущество: нелинейность и нелокальность не вводятся «руками», а вытекают из структуры исходного информационного лагранжиана. В то же время большинство существующих нелинейных теорий лучше разработаны математически в части точных решений и ограничений из астрофизики.

6.3. Условия фальсификации

АУ-электродинамика может быть ограничена или опровергнута несколькими способами:

1. **Прецизионная спектроскопия.** Если сдвиги уровней и аномалии времён жизни, предсказываемые энтропийными членами, будут исключены до уровня, значительно меньшего оценок теории, соответствующие константы связи придётся считать крайне малыми, что сделает электромагнитный сектор АУ практически ненаблюдаемым.
2. **Статистика фотонов и тесты локальности.** Отсутствие любых корреляций, выходящих за рамки стандартной квантовой оптики, при накоплении очень большой статистики ослабит мотивацию нелокального ядра в электромагнитном секторе.
3. **Согласованность с уже проверенными результатами КЭД.** Любое модифицированное уравнение, нарушающее калибровочную инвариантность или приводящее к расходимостям, которые нельзя контролировать, будет неприемлемым.
4. **Внутренняя согласованность с остальными разделами АУ.** Если динамика S_Θ , необходимая для объяснения тёмной энергии или вариаций констант, окажется несовместимой с жёсткими ограничениями из атомной физики, потребуется пересмотр всей конструкции.

На текущем этапе АУ-электродинамика остаётся исследовательской программой. Она воспроизводит КЭД в пределе и указывает направление возможных отклонений. Решающее значение будут иметь результаты прецизионных экспериментов следующего поколения и степень внутренней согласованности всей гипотезы Acta Universi.

Глава 6 завершает основную часть статьи. В заключении будут суммированы результаты, ограничения и приоритетные направления дальнейшей работы.

Заключение

В настоящей работе электромагнитное излучение рассмотрено в рамках гипотезы Acta Universi. Основной результат состоит в том, что электромагнитное поле и фотон могут быть последовательно интерпретированы как эмерджентные структуры поля энтропии мыслеформ S_Θ .

Кратко резюмируем достигнутое.

Электромагнитное поле возникает как определённый класс коллективных возбуждений над фоном $S_{\Theta,0}$. Фотон соответствует когерентной моде этого поля; его энергия, импульс, поляризация и бозонная статистика получают истолкование через свойства линеаризованных возмущений δS_Θ и нелокального ядра $K(x, y)$. Классические электромагнитные волны описываются как квазиклассические когерентные состояния большого числа таких мод.

Из AU-лагранжиана выведены модифицированные уравнения Максвелла, содержащие энтропийные и нелокальные поправки. В пределе постоянных и малых значений $S_{\Theta,0}$ и Φ_0 , а также при стягивании ядра к δ -функции, стандартная квантовая электродинамика полностью восстанавливается. Отклонения от этого предела контролируемы и в принципе наблюдаемы.

Процессы излучения и поглощения интерпретируются как необратимые акты записи в AU-архив. Это естественно связывает электромагнитные явления со стрелой кайрос-времени и ростом тета-энтропии. Когерентность, фотонная статистика и запутанность получают единое описание в терминах динамики S_Θ и структуры нелокального ядра.

Сформулированы проверяемые следствия: возможные энтропийные вклады в сдвиги атомных уровней и лэмбовский сдвиг, слабая модуляция времён жизни возбуждённых состояний, а также корреляции статистики фотонов с показателями когерентности информационного поля. Все эти эффекты ожидаются крайне малыми и лежат на границе или за пределами текущей экспериментальной точности, однако имеют характерные отличительные признаки, позволяющие отделить их от стандартных поправок КЭД.

Сравнение со стандартной квантовой электродинамикой показывает, что AU не конкурирует с ней в области уже проверенных высокоточных предсказаний, а предлагает онтологическое основание и указывает направление возможных малых отклонений. По сравнению с феноменологическими нелинейными обобщениями уравнений Максвелла подход имеет преимущество внутренней выводимости нелинейности и нелокальности из структуры информационного лагранжиана.

Ограничения. В текущем виде теория остаётся исследовательской программой.

Количественные оценки энтропийных поправок зависят от пока недостаточно зафиксированных констант связи. Полная квантовая теория поля S_Θ с электромагнитным сектором ещё не построена. Космологические следствия носят предварительный характер.

Приоритетные направления дальнейшей работы:

- вывод более точных выражений для энтропийных поправок к атомным спектрам;
- исследование однопетлевых эффектов в эффективной АУ-электродинамике;
- разработка конкретных экспериментальных протоколов прецизионной спектроскопии и квантовой оптики;
- проверка внутренней согласованности электромагнитного сектора с остальными разделами гипотезы (тёмная энергия, вариации констант, структура атома).

Если предсказываемые малые эффекты будут обнаружены, это станет серьёзным свидетельством в пользу информационно-энтропийной онтологии. Если они будут исключены с высокой точностью, соответствующие константы связи окажутся крайне малыми, и электромагнитный сектор АУ сведётся к *practically unobservable corrections*. В любом случае предложенный подход задаёт чёткое направление для дальнейших теоретических и экспериментальных исследований природы электромагнитного излучения.

Приложения

Приложение А. Вывод модифицированных уравнений Максвелла

Исходим из эффективного лагранжиана электромагнитного сектора в присутствии полей S_Θ и Φ :

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \xi_1 S_\Theta F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \xi_2 \Phi F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + \mathcal{L}_{\text{nonlocal}}[A, K].$$

Вариация по 4-потенциалу A_ν даёт

$$\partial_\mu [(1 - 4\xi_1 S_\Theta - 4\xi_2 \Phi)F^{\mu\nu}] = J_m^\nu + J_{\text{nl}}^\nu,$$

где J_m^ν — обычный материальный ток, а J_{nl}^ν — вклад от нелокального ядра.

Вводя эффективные проницаемости

$$\varepsilon_{\text{eff}} = 1 - 4\xi_1 S_\Theta - 4\xi_2 \Phi + \dots,$$

получаем модифицированные уравнения в трёхмерной форме:

$$\begin{aligned}\nabla \cdot D &= \rho_{\text{free}} + \rho_{\text{ent}}, \\ \nabla \times H - \partial_t D &= J_{\text{free}} + J_{\text{ent}} + J_{\text{nl}}.\end{aligned}$$

В пределе постоянных и малых $S_{\Theta,0}$, Φ_0 и при $K \rightarrow \delta^{(4)}(x - y)$ уравнения переходят в стандартные уравнения Максвелла.

Приложение Б. Оценка величины энтропийных поправок

Характерный относительный сдвиг атомного уровня оценивается как

$$\frac{\delta E}{E} \sim \xi_1 S_{\Theta,0} + \xi_2 \Phi_0 + \mathcal{O}((\nabla S_{\Theta})^2).$$

Принимая, что константы связи ξ_i должны быть достаточно малы, чтобы не разрушать согласие КЭД с экспериментом на уровне 10^{-12} – 10^{-15} (типичная точность современных измерений лэмбовского сдвига и оптических часов), получаем ограничение

$$|\xi_1 S_{\Theta,0}|, |\xi_2 \Phi_0| \lesssim 10^{-12} - 10^{-15}.$$

Таким образом, любые энтропийные поправки, совместимые с уже существующими данными, лежат на грани или за пределами текущей экспериментальной чувствительности и могут быть доступны только в экспериментах следующего поколения.

Оценка возможной модуляции ширины уровня $\delta\Gamma/\Gamma$ даёт ещё меньшую величину, поскольку она связана с производными поля S_{Θ} по времени и требует накопления большого числа актов записи.

Приложение В. Глоссарий основных понятий

Термин	Определение
Поле энтропии мыслеформ S_{Θ}	Фундаментальное информационно-энтропийное поле гипотезы Acta Universi; первичная сущность, из которой эмерджируют пространство-время, материя и калибровочные поля.
Нелокальное ядро $K(x, y)$	Ядро, обеспечивающее дальние корреляции между событиями записи и ультрафиолетовую регуляризацию.
Кайрос-время τ	Монотонный параметр, связанный с ростом тета-энтропии; определяет необратимую эволюцию системы.
Мыслеформа	Необратимый акт записи информации в AU-архив; локализованное возбуждение поля S_{Θ} .
Фотон в AU	Когерентная мода (возбуждение) поля S_{Θ} , обладающая энергией $\hbar\omega$, импульсом и двумя состояниями поляризации.
Энтропийный источник / ток	Дополнительные члены в уравнениях Максвелла, пропорциональные градиентам и производным S_{Θ} и Φ .

Термин	Определение
Эффективная скорость света c_{eff}	Предельная скорость распространения длинноволновых когерентных возмущений поля S_{Θ} .

Библиография

1. Основные работы по гипотезе Acta Universi

1. Yashchenko, D. E. (2026). *The act of recording the primary thought-form as the initiator of the expansion of the Universe* / «Акт записи первичной мыслеформы как инициатор расширения Вселенной». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22065358>
2. Yashchenko, D. E. (2026). *Fundamental Constants as Emergent Functionals in the Acta Universi Hypothesis* / «Фундаментальные константы как эмерджентные функционалы в гипотезе Acta Universi». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22024232>
3. Yashchenko, D. E. (2026). *The structure of the atom from the point of view of the Acta Universi (AU) hypothesis* / «Строение атома с точки зрения гипотезы Acta Universi (AU)». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22079105>
4. Yashchenko, D. E. (2026). *“Dark matter” from the point of view of the Acta Universi hypothesis* / «Тёмная материя» с точки зрения гипотезы Acta Universi. Zenodo.
5. Yashchenko, D. E. (2026). *Connection of kairos-time with thermodynamics in the Acta Universi hypothesis* / «Связь кайрос-времени с термодинамикой в гипотезе Acta Universi». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22019999>
6. Yashchenko, D. E. (2026). *The “Physical Vacuum” from the Point of View of the Acta Universi Hypothesis (Extended Version)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22020141>

2. Квантовая электродинамика и природа фотона

7. Mandel, L., & Wolf, E. (1995). *Optical Coherence and Quantum Optics*. Cambridge University Press.
8. Scully, M. O., & Zubairy, M. S. (1997). *Quantum Optics*. Cambridge University Press.
9. Weinberg, S. (1995). *The Quantum Theory of Fields*, Vol. 1. Cambridge University Press.
10. Itzykson, C., & Zuber, J.-B. (1980). *Quantum Field Theory*. McGraw-Hill.
11. Bialynicki-Birula, I. (1996). The photon wave function. In *Progress in Optics*, Vol. 36.
12. Sipe, J. E. (1995). Photon wave functions. *Physical Review A*, 52, 1875.

3. Когерентные состояния, статистика фотонов и запутанность

13. Glauber, R. J. (1963). The quantum theory of optical coherence. *Physical Review*, 130, 2529.
14. Sudarshan, E. C. G. (1963). Equivalence of semiclassical and quantum mechanical descriptions of statistical light beams. *Physical Review Letters*, 10, 277.
15. Aspect, A., Dalibard, J., & Roger, G. (1982). Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers. *Physical Review Letters*, 49, 1804.
16. Aspect, A. (2015). Closing the door on Einstein and Bohr's quantum debate. *Physics*, 8, 123.
17. Walls, D. F., & Milburn, G. J. (2008). *Quantum Optics* (2nd ed.). Springer.

4. Нелинейная и обобщённая электродинамика

18. Born, M., & Infeld, L. (1934). Foundations of the new field theory. *Proceedings of the Royal Society A*, 144, 425.
19. Heisenberg, W., & Euler, H. (1936). Folgerungen aus der Diracschen Theorie des Positrons. *Zeitschrift für Physik*, 98, 714.
20. Plebanski, J. (1970). *Lectures on Non-Linear Electrodynamics*. Nordita.
21. Gibbons, G. W., & Rasheed, D. A. (1995). Electric-magnetic duality rotations in nonlinear electrodynamics. *Nuclear Physics B*, 454, 185.

5. Прецизионная спектроскопия и лэмбовский сдвиг

22. Lamb, W. E., & Retherford, R. C. (1947). Fine structure of the hydrogen atom by a microwave method. *Physical Review*, 72, 241.
23. Eides, M. I., Grotch, H., & Shelyuto, V. A. (2001). Theory of light hydrogenic atoms and the proton size. *Physics Reports*, 342, 63.
24. Parthey, C. G., et al. (2011). Improved measurement of the hydrogen 1S–2S transition frequency. *Physical Review Letters*, 107, 203001.
25. Beyer, A., et al. (2017). The Rydberg constant and proton size from atomic hydrogen. *Science*, 358, 79.

6. Информационные и голографические подходы в физике

26. 't Hooft, G. (1993). Dimensional reduction in quantum gravity. arXiv:gr-qc/9310026.
27. Susskind, L. (1995). The world as a hologram. *Journal of Mathematical Physics*, 36, 6377.
28. Bousso, R. (2002). The holographic principle. *Reviews of Modern Physics*, 74, 825.

29. Wheeler, J. A. (1990). Information, physics, quantum: The search for links. In *Complexity, Entropy, and the Physics of Information*.

7. Дополнительные источники по квантовой оптике и основаниям

30. Bohm, D., & Hiley, B. J. (1993). *The Undivided Universe*. Routledge.
31. Zeilinger, A. (1999). Experiment and the foundations of quantum physics. *Reviews of Modern Physics*, 71, S288.
32. Gisin, N. (2014). *Quantum Chance: Nonlocality, Teleportation and Other Quantum Marvels*. Springer.

Библиография составлена с акцентом на классические и современные работы, необходимые для контекста статьи, а также на ключевые публикации по гипотезе Acta Universi. При подготовке финальной версии список может быть дополнен наиболее релевантными работами 2025–2026 годов по прецизионной спектроскопии и нелинейной электродинамике.