

# Механика природы

академик В.А. Левин<sup>1,2</sup>, М.Я. Иванов<sup>1,3</sup>, В.В. Марков<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт механики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

<sup>2</sup> Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН (Владивосток, Россия)

<sup>3</sup> Институт энергомашиностроения и механики Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва, Россия)

<sup>4</sup> Математический институт имени В.А. Стеклова РАН (Москва, Россия)

Поступила в редакцию 16.12.2024

Принята к публикации 24.01.2025

Экспериментальные достижения XXI в. дают реальную возможность рассматривать применение классической механики при изучении природных процессов, протекающих на существенно различных масштабах (от характерных ядерных – порядка  $10^{-15}$  м и до галактических). При этом методология механики, основанная на идеях Ньютона-Эйлера-Ломоносова-Кулона, позволяет сформулировать объединенную теорию электромагнитных, гравитационных, сильных и слабых взаимодействий вне парадоксов современной теоретической физики. Указанная единая теория опирается на законы сохранения сплошной среды, токи смещения Максвелла, силовые линии Фарадея, приближение пограничного слоя Прандтля и радиусы экранирования Дебая.

**Ключевые слова:** механика, материальная среда, законы сохранения, объединение взаимодействий.

Приведем цитату о природе Нобелевского лауреата Ричарда Фейнмана [1]: «...я надеюсь, что вы сможете принять Природу такой, как Она есть – абсурдной!». Эта цитата лишь частично отражает современное состояние науки о природе и представляется возможным сделать некоторые разъяснения. Так, емкую мысль Фейнмана об абсурдности природы сегодня следует перефразировать так: «Природа НЕ является абсурдной, абсурдна современная физика: сама природа прекрасна!». Касаясь в целом всей нашей Метагалактики, следует по аналогии озаглавить смелую книгу ведущего специалиста ЦЕРНа Сабины Хоссенфельдер не «Уродливая Вселенная» [2], а «Уродливая космология прекрасной Вселенной». Эти примеры дополнительно иллюстрируются восклицанием небезызвестного Козьмы Пруткина: «Человек! Возведи взор свой от земли к небу – какой удивления достойный является там порядок!» [3]. Здесь уместно отметить также строки русских поэтов о прекрасной природе, к примеру, стихотворение поэта XIX в. К.С. Аксакова «Что лучше может быть природы!» [4]. Подчеркнем также тот факт, что более полувека человечество не наблюдает существенных прорывов в теоретической физике и это обстоятельство вызывает негативное отношение определенной части общества ко всей науке.

С целью восстановления пошатнувшегося сегодня доверия к науке настоящая статья рас-



**Владимир Алексеевич Левин**, академик РАН, профессор, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Научно-исследовательского института механики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Область научных интересов – механика сплошной среды, плазменная динамика, теория детонации и взрыва, лазеры.  
e-mail: levin@imec.msu.ru



**Михаил Яковлевич Иванов**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Центрального института авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, профессор Национального исследовательского университета «МЭИ». Область научных интересов – механика сплошной среды, аэродинамика, теория реактивных двигателей.  
e-mail: mikhivan@yandex.ru



**Владимир Васильевич Марков**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Математического института имени В.А. Стеклова РАН. Область научных интересов – механика сплошной среды, газодинамика, теория детонации.  
e-mail: markov@mi-ras.ru

смачивает возможность описания природы вне «абсурдности», «уродливости» и многочисленных парадоксов современной теоретической физики [5–7]. Основу такого адекватного описания природы составляет «вечно новая» классическая механика [8] и теория электромагнитного поля [9, 10].

### Физический вакуум

Опираясь на выдающиеся экспериментальные достижения XXI в., классическая механика указывает сегодня надежные пути решения основных парадоксов физики. Среди выдающихся экспериментальных достижений XXI в., которые достаточно просто может объяснить классическая механика сплошной среды на основе законов сохранения массы, импульса и энергии, следует указать публикации по подтверждению наличия в природе темной материи (хотя и получившей интригующее название, однако представляющей собой традиционный старый эфир) и по надежной регистрации сверхсветовых движений излучения и материи. В качестве характерных примеров приведем, в частности, съемку сверхсветового фотона (рис. 1) [11], зарегистрированные сверхсветовые скорости движения материи (рис. 2) [12] и диагностику структуры внешней оболочки иона золота (рис. 3) [13].

Исходными величинами, измеренными экспериментально и определяющими выводы этой работы, являются диэлектрическая  $\epsilon_0 = 0.8854 \cdot 10^{-11}$  Кл<sup>2</sup>/(Н·м<sup>2</sup>) и магнитная  $1.2566 \cdot 10^{-6}$  Н·с<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup> проницаемости вакуума, его температура  $T_0 = 2.735$  К, скорость света  $c = 2.998 \cdot 10^8$  м/с и постоянная Больцмана  $k = 1.381 \cdot 10^{-23}$  Дж/К. Еще одной константой будет средняя плотность вещества в свободном пространстве Вселенной, которая определена с достаточно высокой точностью. Примем плотность материализованной среды свободного пространства Вселенной в соответствии с астрономическими данными  $\rho_0 = 4 \cdot 10^{-28}$  кг/м<sup>3</sup> [14, 15].

Принципиальный для статьи экспериментальный результат состоит в регистрации конечной температуры  $T_0$  космического микроволнового излучения (КМИ). Впервые указанная величина температуры КМИ была экспериментально замерена в 1933 г. немецким ученым Е. Регинером [16]. В 1956 г. аспирант Пулковской Обсерватории Т.А. Шмаонов также зарегистрировал конечную температуру внешнего космического пространства  $T_0 = 4 \pm 3$  К [17]. В 1965 г. два американских радиоастронома А. Пензиас и Р. Вильсон вновь открыли конечную температуру  $T_0 \sim 3$  К внешнего пространства [18].

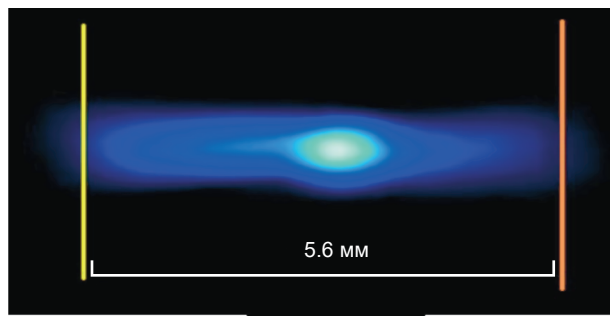


Рис. 1. Фото сверхсветового фотона [11].

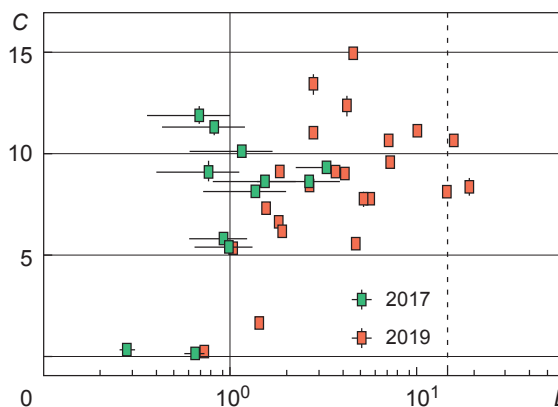


Рис. 2. Скорость движения материи в величинах скорости света [12] в струе квазара 3C 273 в зависимости от величины относительного расстояния L (mas) от центра (1 mas ~ 2.7 pc).

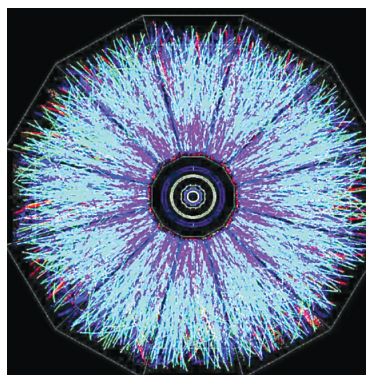


Рис. 3. Первое зафиксированное полноэнергетическое столкновение между ионами золота на Коллайдере релятивистских тяжелых ионов Брукхейвенской национальной лаборатории [13].

Следуя Я.Б. Зельдовичу, можно рассматривать КМИ в качестве «нового эфира». Это название возникло в результате обнаружения в 1970-х гг. у КМИ крупномасштабной дипольной анизотропии [19]. С помощью тщательных полетных экспериментов на специально оборудованном самолете U-2 зарегистрирована крупномасштабная

сферическая дипольная неравномерность в распределении температуры КМИ с величиной амплитуды  $\Delta T_a = 3.5 \pm 0.6 \cdot 10^{-3}$  К. Данное обстоятельство позволяет ввести в окрестности нашей галактики Млечный Путь космологическую выделенную систему отсчета, в которой фоновое излучение является изотропным [20].

Приведем аккуратную оценку массы  $m$  носителя теплового излучения для телесного физического вакуума ФВ («нового эфира», старого эфира) при зарегистрированном значении его температуры  $T_0 = 2.735$  К. Используем известное уравнение состояния  $p = nkT$ . Тогда, следуя [21], определим значение массы  $m$  с учетом величины показателя адиабаты для фотонного газа  $\kappa = 4/3$ . Имеем

$$m = k \frac{kT}{c^2} = 5.6^{-40} \text{ кг} \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ эВ.}$$

Получаем также однозначно определяемую газовую постоянную материализованной среды  $R = k/m = 0.25 \cdot 10^{17}$  Дж/Ккг и удельные теплоемкости при постоянном объеме  $c_v$  и постоянном давлении  $c_p$ :  $c_p : c_v = 0.75 \cdot 10^{17}$  Дж/Ккг,  $c_p = 1.0 \cdot 10^{17}$  Дж/Ккг. Записываем в приближении совершенного газа традиционное уравнение состояния газообразной среды  $p = \rho RT$  или  $p = (k - 1)\rho e$ , где  $e = c_v T$  – удельная внутренняя энергия.

Следующим принципиальным моментом нашего анализа будет определение структуры рассматриваемой частицы. Эту частицу постулируем в форме диполя со своим характерным электрическим зарядом. При наличии такого заряда появляется возможность перейти от виртуальной поляризации физического вакуума к реальной поляризации пространства. Элементарный заряд диполя определяется из известных данных по массе и заряду электрона [21] и составляет  $q_0 = 0.5 \cdot 10^{-28}$  Кл. Исходя из оценок массы, заряда и размеров протона и электрона, получаем также линейный размер диполя  $l \approx 7 \cdot 10^{-20}$  м и значение дипольного момента частицы  $p = ql \approx 3.5 \cdot 10^{-48}$  Кл·м. При этом, несмотря на рассчитанные миниатюрные его размеры, считаем, что известные свойства электрических диполей сохраняются. Тем самым, нами будут выполнены вышеуказанные свойства поляризации вакуума и др.

Величина заряда и диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}$  Кл<sup>2</sup>/(Н·м<sup>2</sup>) определяют характерный линейный размер – дебаевский радиус экранирования  $D = \sqrt{\epsilon_0 \cdot kT / n_0 q^2}$  и характерную частоту  $\omega = \sqrt{nq^2 / \epsilon_0 m}$ . В изобарических условиях дебаевский радиус линейно увеличивается с ростом характерной температуры  $D \sim T$  (в частности, данное обстоятельство является наглядным объяснением линейного расширения металлов

с ростом температуры). В качестве простейшей наглядной демонстрации величины дебаевского радиуса  $D$  укажем, что в свободном космосе при  $T_0 = 2.735$ К,  $n_0 = 3.6 \cdot 10^{14}$  1/м<sup>3</sup>,  $q = 0.5 \cdot 10^{-28}$  Кл значение дебаевского радиуса  $D = 3 \cdot 10^4$  м.

В рассматриваемой модели физического вакуума естественным путем моделируется рождение в вакууме электрон-позитронной пары. Рождение такой пары происходит не из пустоты, а из материальной среды с соблюдением всех законов сохранения: массы, заряда, импульса и энергии. Рождение пары в нашем случае следует трактовать как разрушение большого количества ( $N \approx 10^9$ ) диполей под действием электрического поля, напряженностью около  $10^{20}$  В/м.

Важным для нашего исследования экспериментальным физическим результатом является наличие темной материи (ТМ) нашей Вселенной в объеме 96% от суммарного количества вещества (рис. 4) [22–25]. Ниже ТМ отождествляется с материализованной средой (эфиром и физическим вакуумом), которую следует рассматривать в качестве носителя электромагнитного силового поля.

Далее рассматривается динамика природы (материи и силовых полей) на основе выполнения законов сохранения массы, импульса и энергии в формулировках механики сплошной среды. При таком подходе не возникает принципиального различия между дальнедействующими и короткодействующими полями. Исчезает также несоответствие между электродинамикой Максвелла и представлением классического электрона как атома электричества. Естественным выводом следует единая природа взаимодействий.



Рис.4. Состав материи в наблюдаемой Вселенной.

Анализ начинается с линеаризованной формулировки задач механики (акустики, теории упругости, гидродинамики и электродинамики), затем обобщается для нелинейных случаев. Основное положение работы использует введенные Максвеллом «токи смещения» и связанные с ними электродинамические поля [26]. Повторяя его методологический подход, в работе широко применяется аналогия с классической гидродинамикой. Однако в отличие от уравнений Максвелла, которыми описываются только поперечные волны, ниже анализируется общий случай продольно-поперечных волн. Магнитное поле появляется только при изменении поперечного тока смещения по времени. Гравитационное поле обосновывается как частный случай электродинамического взаимодействия. При этом силовые линии Фарадея [27] могут трактоваться в качестве связей, реализующих близкое действие через среду «физического вакуума». Важными аспектами работы является применение методологии пограничного слоя Прандтля и радиусов экранирования Дебая [21, 28].

В статье последовательно выполнен анализ механической природы света и тепла, гравитации, слабых и сильных взаимодействий.

### Свет и тепло

Укажем одно из основных отличий моделирования света, тепла и, в целом, электродинамического поля в настоящей статье от его традиционного изложения в курсах теоретической физики. При традиционном изложении теории электромагнитного поля имеем два самостоятельных взаимозависимых силовых векторных поля – электрической и магнитной напряженности. Нет необходимости в наличии материального носителя этих полей, характеризуемого обычно дополнительным скалярным силовым полем (например, полем давления).

В ставшим уже традиционным подходе теории поля напряженность электрического взаимодействия  $\vec{E}$  представляется в виде двух слагаемых [29]

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t},$$

где первое слагаемое описывает потенциальную составляющую поля через градиент скалярного электрического потенциала  $\varphi$ , а второе слагаемое описывает соленоидальную (вихревую) составляющую поля через производную по времени от векторного потенциала  $\vec{A}$  электромагнитного поля. То есть вихревая составляющая электромагнитного поля есть следствие наличия «автономного» соленоидального магнитного поля. При этом сама си-

стема уравнений Максвелла описывает с помощью тока смещения только поперечные возмущения.

В настоящей работе напряженность электродинамического поля на основе теоремы Гельмгольца о разложении раскладывается на сумму двух слагаемых (потенциальную  $\vec{E}_p$  и соленоидальную  $\vec{E}_s$ ) в несколько ином чем предыдущая формула виде

$$\vec{E} = \vec{E}_p + \vec{E}_s = -\text{grad}\varphi + \text{rot}\vec{A}$$

и эти поля в сумме представляют единое согласованное поле. Исходное суммарное электрическое поле при этом уже имеет завихренность, которая описывается своим векторным потенциалом  $\text{rot}\vec{A}$ . Скалярный потенциал через операцию  $\text{grad}\varphi$  определяет потенциальную составляющую электрической напряженности. В этом случае получаем расширенную систему уравнений Максвелла, описывающую одновременно продольно-поперечные возмущения, т.е. и потенциальную и соленоидальную составляющие поля (без парадоксов, возникающих в современной теоретической физике). При такой формулировке вводится материальный носитель электромагнитного поля, имеющий свою температуру, плотность и давление. Этот материальный носитель ранее назывался эфиром, в настоящее время используют названия физический вакуум, темная материя и т.п. (квинтэссенция,  $\lambda$ CDM, темная энергия, пятый элемент, лептонное или торсионное поля).

Указанное принципиальное отличие можно продемонстрировать более подробно. При акустическом анализе возмущений обязательно присутствует скалярное поле давления среды  $p$  и ее сжимаемость, характеризуемая плотностью  $\rho$ . Примером такой среды служит идеальный газ. В гидродинамике несжимаемой среды используется приближение  $\rho = \text{const}$ . Наглядным примером здесь является идеальная жидкость. Для анализа вязкой жидкости при наличии сдвигового слоя в рассмотрение включается еще вязкое взаимодействие, характеризуемое молекулярным коэффициентом вязкости  $\eta$ . В то же время движение в гидродинамической среде обусловлено обычно наличием градиента давления. При анализе задач упругой деформации среды собственное давление отсутствует и не участвует в распространении возмущений. Отличительной чертой анализа волнового процесса в настоящей работе является учет наличия в электромагнитной среде возмущения давления и плотности. Рассматриваются скалярное потенциальное поле давления, векторные кинематические поля смещения точек среды  $\vec{u}$ , скорости их смещения  $\vec{V}$ , а также электрической  $\vec{E}$  и магнитной  $\vec{H}$  напряженностей. Электрическое и магнитное поля связаны с полями скорости и смещения точек среды и

однозначно выражаются в размерностях скорости. В предложенном механическом подходе для анализируемой среды выполняются основные законы сохранения массы, импульса и энергии.

В то же время одним из красноречивых парадоксов современной теории электромагнетизма является факт отсутствия выполнения закона сохранения энергии и потока энергии при распространении электромагнитных волн. Решения линейной системы уравнений Максвелла одновременно дают в тех же сечениях нулевые значения электрической и магнитной напряженностей. Однако при наличии материальной среды с не нулевой плотностью и давлением, получаем модификацию теории Максвелла для случая с поперечными и продольными возмущениями, решения которой удовлетворяют закону сохранения энергии и ее потока (подобно акустической формулировке в материальной среде).

В акустическом приближении выполнены законы сохранения массы, импульса и энергии. Имеем силовое скалярное потенциальное поле давления и кинематическое векторное поле скорости. В одномерном нестационарном случае (с координатами  $x, t$ ) можно рассматривать только продольные плоские волны сжатия-разрежения. Потенциальная энергия этих волн определяется квадратом величины возмущенного давления  $p'$ , кинетическая энергия – квадратом величины возмущенной скорости  $V_p^2$ . Отсутствие возможности изменения параметров по другим координатам исключает наличие поперечных возмущений и наличие солитоидальной составляющей (волн сдвига, вихрей). В двумерном или трехмерном случаях вихревые возмущения возможны и математически они соответствуют наличию в задачах дополнительных характеристик (линий тока) и условиям совместности на этих характеристиках.

В идеальной упругой среде рассматриваются обратимые деформации среды и присутствие продольно-поперечных волн деформации [30–32]. Величина относительного изменения объема выражается через дивергенцию смещения  $\theta = \text{div} \vec{u}$ . В упругой среде отсутствует собственное давление и его участие при описании волн сжатия-разрежения. Скорость распространения поперечных волн определяется через второй коэффициент Ламэ  $\mu$ , скорость распространения продольных волн – через оба коэффициента Ламэ  $\lambda$  и  $\mu$ , как  $\lambda + 2\mu$ . Однако, взаимозависимое всестороннее сжатие упругого тела, задаваемое с помощью модуля сжатия  $K = \lambda + 2\mu/3$ , принципиально отлично от природы действия давления, играющего основную роль в средах газодинамического типа.

Возмущения в несжимаемой жидкости в силу постоянства плотности имеют бесконечное значение скорости распространения продольных волн. Традиционные уравнения Максвелла, полученные на основе этого приближения, моделируют только поперечные волны.

В связи со сказанным, распространение продольно-поперечных возмущений в сжимаемой электромагнитной среде (в том числе, считая таковым физический вакуум, имеющий собственную плотность и давление) моделируется системой уравнений вязкого газа. В качестве исходной модели следует взять слабо сжимаемую (с большой, но конечной скоростью распространения продольных волн) среду с собственным давлением, плотностью и температурой, причем скорость распространения возмущений в этой среде приравнять скорости света в вакууме (как для продольных, так и для поперечных волн). Исходными уравнениями здесь будут уравнения движения Навье-Стокса для сжимаемого газа [33]

$$\rho \frac{d\vec{V}}{dt} = -\text{grad} p + \eta \cdot \Delta \vec{V} + \left( \frac{\eta}{3} + \zeta \right) \cdot \text{grad} \text{div} \vec{V}$$

и уравнение неразрывности

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \cdot \text{div} \vec{V} = 0.$$

Из этих уравнений в линеаризованном случае при  $\vec{V} = \vec{V}_p + \vec{V}_s$  и  $\vec{E} = \vec{E}_p + \vec{E}_s$  и с вводом обозначений

$$\vec{V}_p = -\widehat{E}_p = -\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\rho}} \overline{E}_p; \quad \vec{V}_s = \widehat{E}_s = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\rho}} \overline{E}_s;$$

$$\widehat{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\rho}} \text{rot} \overline{u}_s$$

получаем систему уравнений 1-го порядка [9, 10, 28] (расширенную систему уравнений Максвелла для продольно-поперечных волн)

$$\frac{\partial \widehat{p}}{\partial t} - c_p \text{div} \widehat{E}_p = 0,$$

$$\frac{\partial \widehat{E}_p}{\partial t} - c_p \cdot \text{grad} \widehat{p} = 0,$$

$$\frac{\partial \widehat{H}}{\partial t} + c_s \cdot \text{rot} \widehat{E}_s = 0,$$

$$\frac{\partial \widehat{E}_s}{\partial t} - c_s \cdot \text{rot} \widehat{H} = 0.$$

Для напряженности магнитного поля  $\widehat{H}$  достаточно рассматривать только одну вихревую компо-

ненту. И также при описании электрической  $\vec{E}$  и магнитной  $\vec{H}$  напряженности перейдем к размерностям скорости [м/с] (соответственно для  $\widehat{E}$  и  $\widehat{H}$ ).

Ключевым моментом настоящего вывода является факт рассмотрения напряженности электрического поля с включением вихревой составляющей  $\widehat{E}_s$ , которая связана с поперечным смещением токов среды и названа Максвеллом током смещения. В то же время для напряженности магнитного поля, определяемой из вихревой составляющей электрического поля, остается только вихревая составляющая смещения. Другим важным моментом была запись напряженностей электрического и магнитного поля в размерностях скорости [м/с] путем умножения на постоянные коэффициенты [9, 10, 28].

Продольные волны переносят удельную энергию  $W/\rho_0$

$$W / \rho_0 = (W_k + W_p) / \rho_0 = \frac{E_p^2}{2} + \frac{p^2}{2m^2},$$

включающую кинетическую  $W_k$  и потенциальную  $W_p$  ее части. Для удельной энергии волны  $W/\rho_0$  и ее потока  $cW$  выполняются законы сохранения.

В одномерном случае полученные линейные уравнения легко интегрируются методом характеристик. На характеристиках 1-го и 2-го семейства

$$c = \pm \frac{dx}{dt}$$

для плоской волны выполняются условия совместности

$$\frac{p}{m} \pm E_{p,x} = const; \quad E_{p,y} \pm H_z = const.$$

В итоге проведенных преобразований получена расширенная система линейных уравнений Максвелла, моделирующая сжимаемые продольные (потенциальные) и непосредственно связанные с ними несжимаемые поперечные (соленоидальные) волны.

Опираясь на вышеприведенный материал, представим некоторые иллюстрации по возможной структуре электромагнитных волн в свободном пространстве, силовым линиям Фарадея и введенным дипольным «ультраэлементарным» частицам (в постулированном виде диполей). Начнем с демонстрации распространения плоской электромагнитной волны в форме отрезков, связанных диполей и изменений в ней электрической и магнитной напряженностей. На рис. 5а показана

структура связанных диполей только для одной длины волны, на рис. 5б распределения электрической и магнитной напряженностей и соответствующее им распределение возмущения давления (рис. 5в).

Вернемся к вопросу о силовых линиях Фарадея для электромагнитного поля в физическом вакууме. Принимаем основную концепцию Фарадея, состоящую в том, что силовые линии служат наглядной механической «материализацией» для электромагнитного поля в вакууме и в поляризованном пространстве атома. На рис. 6 дано качественное механическое представление силовых линий и диполей (силовые линии поля показаны штриховыми линиями). Считаем силовые линии электрического поля составленными из рассматриваемых в нашей работе элементарных диполей.

Вопросы распространения тепла в работах М.В. Ломоносова [34] полностью соответствуют приведенному выше анализу и полученным математическим соотношениям.

## Гравитация

В полном согласии с имеющимися экспериментальными данными физический вакуум рассматривается как носитель электродинамического силового поля, потенциал которого в невозмущенном состоянии принимается равным нулю. Его материализация выполняется с помощью силовых линий Фарадея. Указанные свойства материализованных силовых линий в физическом вакууме (ФВ) находятся в полном соответствии с уравнениями Максвелла. При этом гравитационное взаимодействие рассматривается как частный случай этого силового поля.

Основным принципом представленной работы служит предельно малое отличие в распределении потенциалов около «точечных» электрических зарядов в центре протона и электрона. Подобное предельно малое отличие в распределении электрических потенциалов около центров разного диаметра (и массы) у протона и электрона приводит к наличию малого суммарного не скомпенсированного электростатического заряда у тела из барионной материи, который по определению прямо пропорционален его барионной массе. Присутствие этого заряда генерирует силовое взаимодействие в окружающем рассматриваемое тело внешнем пространстве (и, прежде всего, в «физическом вакууме» этого пространства). Гравитационный процесс описывается взаимным воздействием электростатических сил, определяемых градиентом своего потенциала, и градиентом давления среды. Это сило-

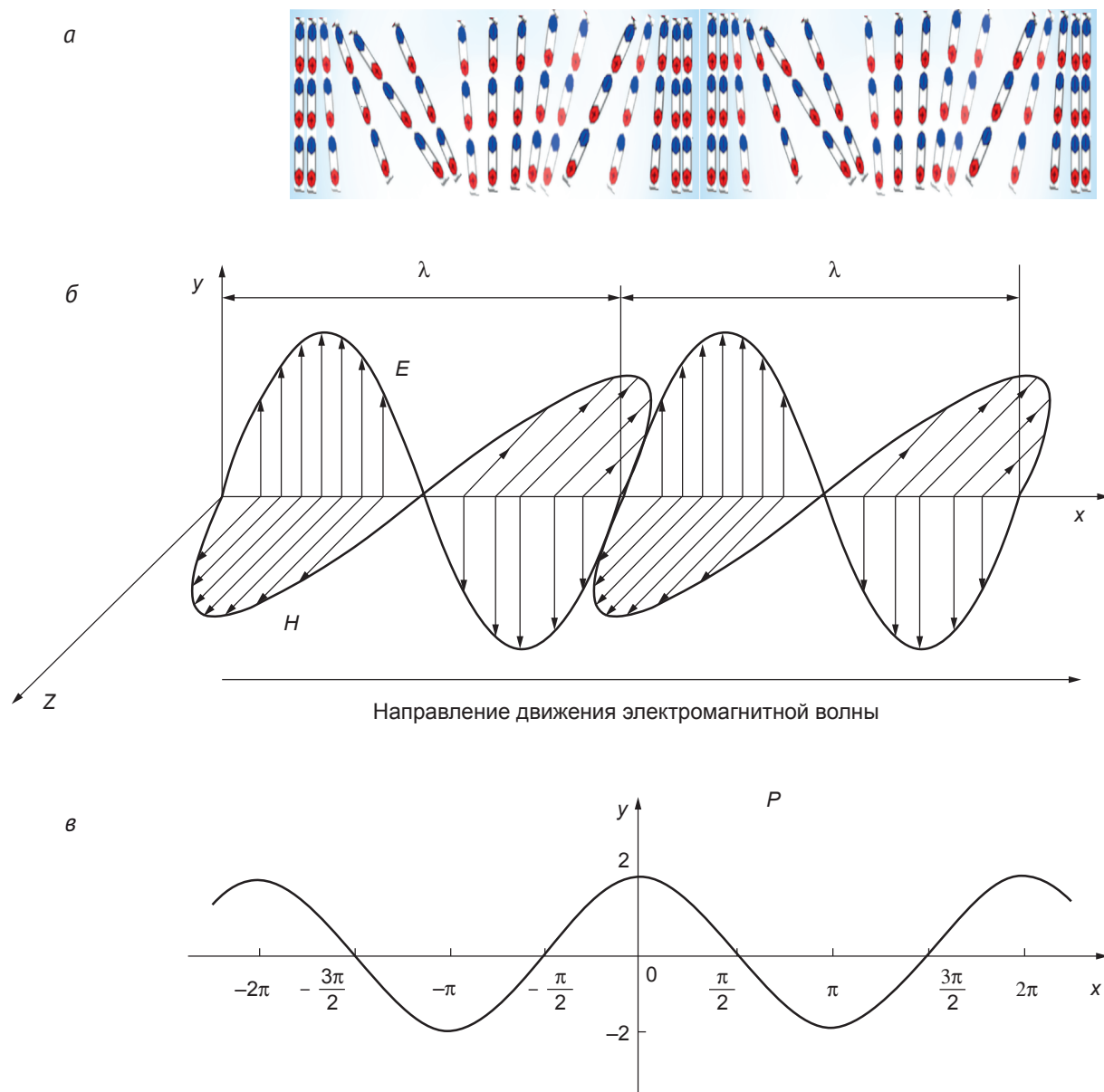


Рис. 5. Схема плоской электромагнитной волны: а – механическая структура; б – распределение электрической  $E$  и магнитной  $H$  напряженностей; в – распределение возмущенного давления  $P$ .

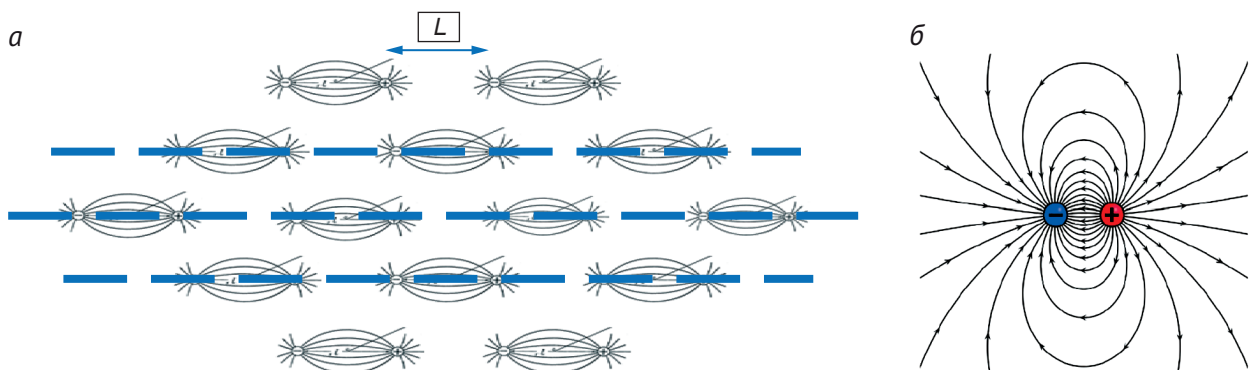


Рис. 6. Механическое представление трех силовых линий электрического поля (а) и составляющих их диполей (б).

вое поле моделируется унифицированным законом Гука–Ньютона–Кулона в форме квазилинейного уравнения Пуассона–Больцмана для потенциала  $\phi$  стационарного силового поля [21]

$$D^2\Delta\phi = 2sh\phi. \quad (1)$$

Здесь параметр  $D = \sqrt{\epsilon_0 \cdot kT/nq^2}$  – радиус экранирования Дебая, содержащий только две универсальные константы  $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}$  Кл<sup>2</sup>/(Н·м<sup>2</sup>) – диэлектрическую проницаемость вакуума и постоянную Больцмана  $k$ . Три параметра, входящие в  $D$ , характеризуют состояние изучаемой среды: температуру  $T$  (в градусах Кельвина), концентрацию частиц среды  $n$  (в 1/м<sup>3</sup>) и величину характерного заряда  $q$  частицы среды (в кулонах). Эффект экранирования действует для любой материальной среды, являющейся носителем силового поля. Из уравнения (1) за пределами экранирования на расстояниях, превышающих  $D$ , следует с любой наперед заданной точностью традиционный закон обратных квадратов для далекодействующих и близкодействующих силовых полей. В историческом плане закон обратных квадратов для гравитационного поля был сформулирован в XVII в. В частности, в 1679 г. Р. Гук пришел к выводу, что гравитация имеет обратно пропорциональную зависимость от квадрата расстояния и сообщил об этом в письме И. Ньютону, попросив его более подробно изучить этот вопрос в математическом плане (что и было в дальнейшем сделано И. Ньютоном).

В нашей статье рассматривается приближение механики сплошной среды, обладающей собственным давлением, частицы которой являются к тому же носителями элементарного заряда. Фактически нами в приближении механики сплошной среды совершается переход, аналогичный переходу от кинетического уравнения Л. Больцмана, описывающему с помощью «столкновительного» члена эффекты близкодействия, к кинетическому уравнению А.А. Власова. А.А. Власовым в 1938 г. была предложена модель объединения близко и далекодействующих эффектов в рамках кинетической теории заряженной материи.

С помощью анализа размерности найдем гравитационную частоту (наподобие известной плазменной частоты) и соответствующий ей гравитационный период времени. Опираясь на эти величины, можно рассмотреть модель пульсирующей Вселенной. Определим характерную величину гравитационной частоты. Отметим при этом, что такой, часто используемый в космологии параметр, как средняя плотность вещества во Вселенной, при огромных

ее масштабах будет приближаться к значению  $\rho_0$ . Из двух размерных параметров  $G$  и  $\rho_0$ , определяющих гравитационное взаимодействие в нашем случае, методами размерности получим гравитационную частоту  $\omega_g$  и гравитационный период  $T_g$  нашей Метагалактики. Имеем

$$\omega_g = \sqrt{4\pi G\rho_0},$$

$$T_g = 1/\omega_g.$$

В случае, если скорость света  $c$  в вакууме принять также определяющей процесс константой, то получим характерный линейный размер Метагалактики.

### Слабые и сильные взаимодействия

Следуя нашей методологии, мы кратко опишем физику электрослабого взаимодействия. Прежде всего, мы хотели бы получить оценку сферы Дебая для электрона. Сфера Дебая – это объем влияния, за пределами которого заряды достаточно хорошо экранированы. В ходе моделирования формируется сфера Дебая с присутствием поля давления газобразной среды ФВ. Радиус Дебая для электрона в среде ФВ может быть рассчитан с использованием его массы  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряда  $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл и комптоновской длины волны  $\lambda_e = 2.43 \cdot 10^{-12}$  м. Эффективный объем электрона, содержащий большую часть его массы, можно оценить как  $V_e = 4/3\pi \lambda_e^3 = 0.601 \cdot 10^{-34}$  м<sup>3</sup>. Наше основное предположение – это распределение всей массы электрона между центром (точки с наименьшим радиусом точки вблизи  $10^{-17}$ – $10^{-18}$  м, где сосредоточен весь заряд электрона) и остальным объемом  $V_e$ . Тогда усредненная концентрация ФВ  $n_e$  в этом объеме близка к  $n_e \approx (m_e/2)/V_e/m = 1.35 \cdot 10^{43}$  1/м<sup>3</sup>, а поляризация пространства существенна в объеме с радиусом Дебая  $D = \sqrt{\epsilon_0 kT/q_e n_e} = 10^{-11}$  м.

Приведем типичные решения уравнения (1) для поляризованного электронного пространства (рис. 7). Поляризованное электронное пространство содержит среду материализованного физического вакуума с высокой концентрацией (см. табл. 1).

Принципиальной важной особенностью представленного распределения является потенциальная яма и барьер на внешней границе поляризованного пространства с разрывом распределения  $\phi(r)$ . При этом на внешней границе концентрируется индуцированный отрицательный электрический заряд, индуцируемый заряженным электронным ядром во время поляризации его «шубы». Представленные результаты справедливы из-за симме-

Таблица 1. Основные параметры четырех главных силовых полей

Силовое поле	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$p$ [Pa]	$n_0$ [1/m <sup>3</sup> ]	$D = \sqrt{e_0 kT / q \cdot n_0}$
Электромагнитное поле ( $T_0 = 2.735$ K)	$10^{-26}$	$10^{-9}$	$1.8 \cdot 10^{13}$	2720 km
Слабое поле	$10^2$	$10^{20}$	$1.35 \cdot 10^{43}$	$10^{-11}$ m
Сильное поле	$10^8$	$10^{35}$	$10^{57}$	$10^{-17}$ m
Гравитационное поле (около Земли)	$10^{-23}$	$10^{-6}$	$1.8 \cdot 10^{16}$	86 km

трии заряда также для описания структуры поляризованного позитронного пространства.

Моделирование структуры двухслойного поляризованного протонного пространства выполняется путем интегрирования уравнения (1) для электрического потенциала с использованием различных уравнений состояния [21] (для «жидкого» и «газообразного»). Примеры аналогичных решений по своей природе повторяют решения, показанные на рис. 7. И снова принципиально важным здесь является наличие дополнительного внутреннего потенциального барьера при  $r \approx 0.8 \cdot 10^{-15}$  м. Оценка концентрации частиц ФВ (СМ) внутри протона дает величину  $n_p = 10^{57}$  1/м<sup>3</sup> и размер Дебая  $D = \sqrt{e_0 kT / q \cdot n_0} = 10^{-17}$  м [21]. Нейтрон представляется положительным ядром протона с дебаевским экранированием из диполей ФВ и стационарным электроном, находящимся на границе дополнительных внутренних потенциальных ям и барьера. Распад нейтрона естественным образом дает протон, электрон и антинейтрино, которое представляет собой изолированный солитон в газообразной среде физического вакуума.

Давление внутри протона было измерено в [35] и составляет  $10^{35}$  Па. Наше уравнение состояния

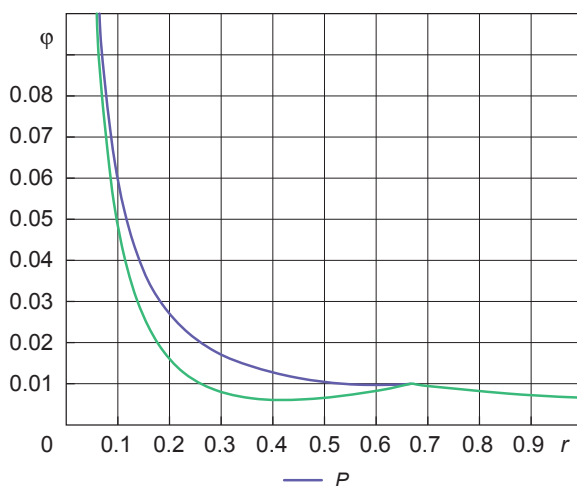


Рис. 7. Решение уравнения (1) для поляризованного пространства электрона.

(2) в виде  $p \approx nkT$  для концентрации частиц ДМ внутри протона  $n_p = 10^{57}$  1/м<sup>3</sup> дает то же значение  $10^{35}$  Па. Это очень хорошее подтверждение нашего моделирования единого электродинамического силового поля в конденсированном и неконденсированном веществе. Измерения [35] дают убедительные доказательства весьма сложных распределений параметров во внутренней части протона (море частиц). Мы имеем для протона двухслойное поляризованное пространство.

В заключение вопроса по унифицированному моделированию силовых полей даем сводную таблицу четырех главных силовых полей и их основных параметров (табл. 1).

Приведем также ряд характерных примеров [21, 28, 36], демонстрирующих схематические модели элементарных частиц, атомов и ядер (рис. 8, 9). Подобная схематическая модель для вакуума демонстрировалась в работе Максвелла [6] и показана на рис. 10.

### Электродинамические импульсы в аксонах

Изложенный выше материал позволяет обоснованно сформулировать механику передачи электродинамических импульсов в аксонах – длинных цилиндрических отростках нервных клеток (рис. 11). На конце аксона находится синаптическое окончание, контактирующее с клеткой-мишенью. Вместе с постсинаптической мембраной клетки-мишени синаптическое окончание образует синапс. Передача нервного импульса происходит от тела клетки к аксону, а затем сгенерированный потенциал действия от начального сегмента аксона передается назад через синапс к клетке. Здесь с целью избежания противоречий (типа «проблемы 4/3») следует рассматривать продольно-поперечные возмущения на основе потенциальных и соленоидальных токов смещения Максвелла.

Следует специально подчеркнуть основную роль распространения продольных электродинамических импульсов в биологических нервных системах и вообще в нейросетях.

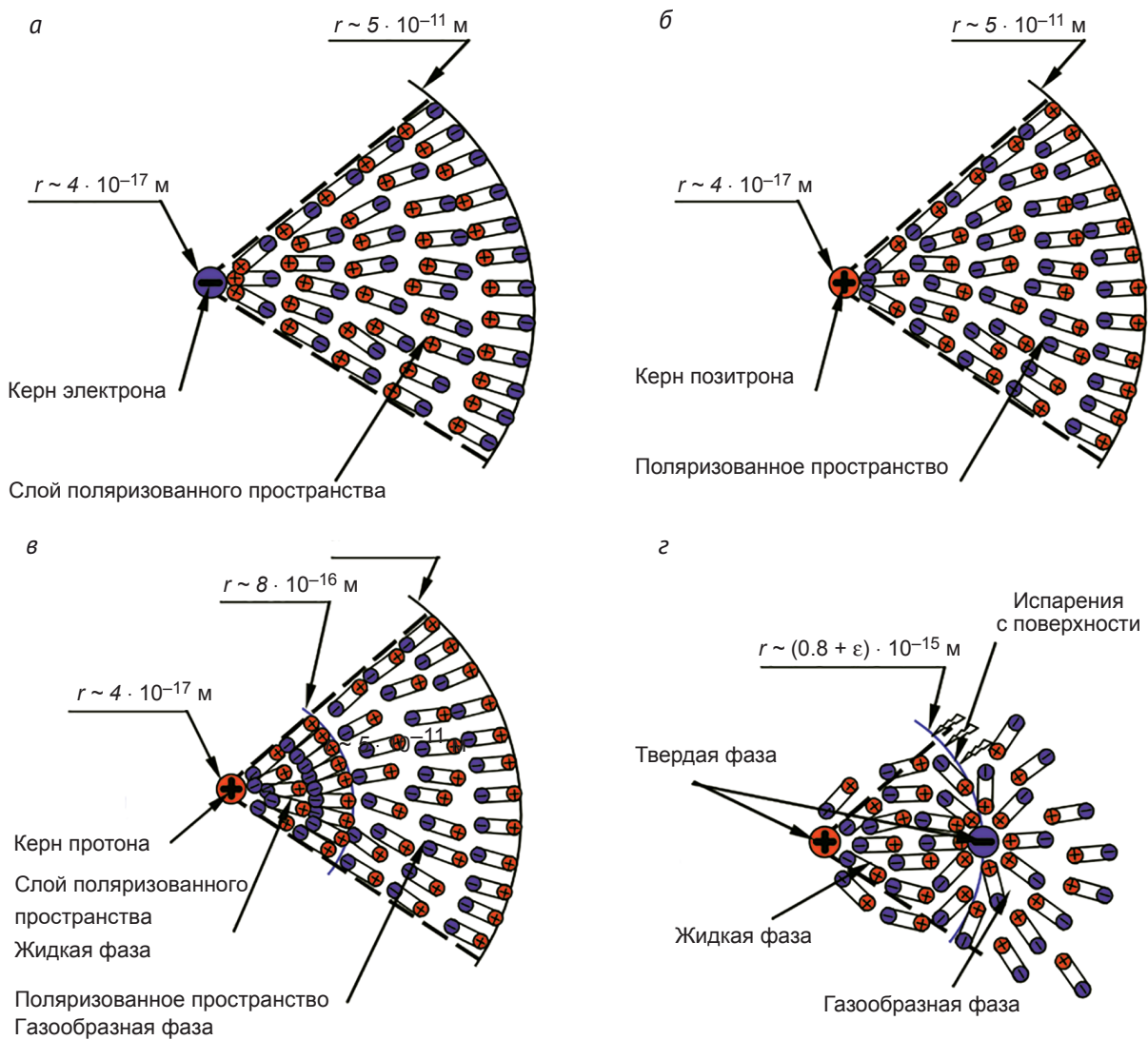


Рис. 8. Схематические модели элементарных частиц: а – электрон, б – позитрон, в – протон, з – нейтрон.

### Конденсатор в колебательном контуре

Между обкладками конденсатора в колебательном контуре присутствует смещение зарядов и неразрывно связанные с ними токи смещения. При этом имеем преимущественно колебания осевой составляющей вектора электрической напряженности тока смещения (рис. 12). Такой источник инициирует распространение электромагнитных волн в свободном пространстве. Смещение реальных зарядов диполей физического вакуума при их поступательном и вращательном движении и связанные с этим токи смещения представляют основу всей радиотехники.

Экранирование потенциала у обкладок конденсатора для плоского конденсатора в стационарном

случае показано на рис. 13. Здесь экранированное решение имеет вид

$$\varphi = \varphi_0 \cdot \exp(-x/D).$$

### Механика лучей света на токах смещения

Опишем механику распространения лучей света любой интенсивности в лазерах (не только в нейросетях) и в свободном пространстве (физическом вакууме), либо в любой прозрачной среде. Сегодня подобные физические проблемы рассматриваются в приближении квантовой электродинамики (см., например, [37] и цитированную там обширную литературу). Здесь же будет продемонстрирована возможность решения этой задачи в рамках классической механики сплошной материальной среды

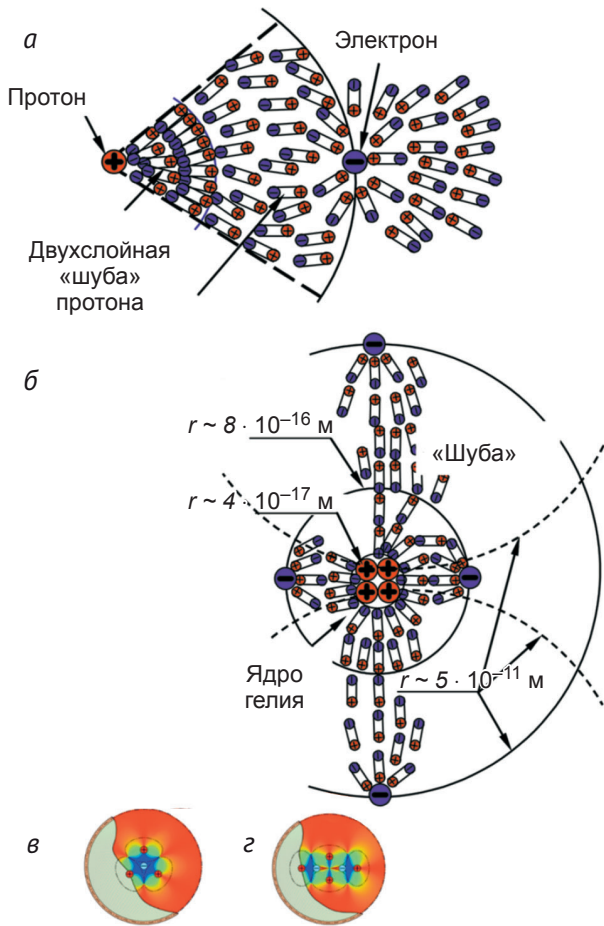


Рис. 9. Схематические модели атомов водорода (а) и гелия (б) с элементами силовых линий и ядер атомов гелия 3 (в) и гелия 4 (з).

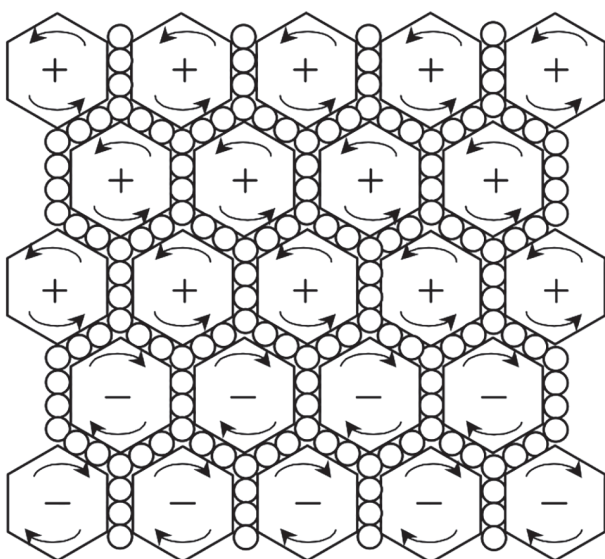


Рис. 10. Механическая модель вакуума Максвелла.

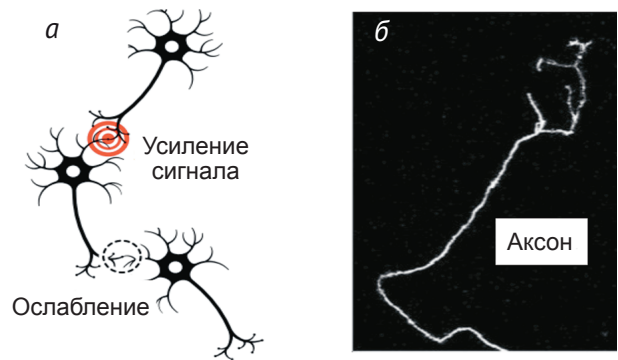


Рис. 11. Аксоны и синаптические окончания, контактирующие с клеткой-мишенью: а – схема, б – фотография.

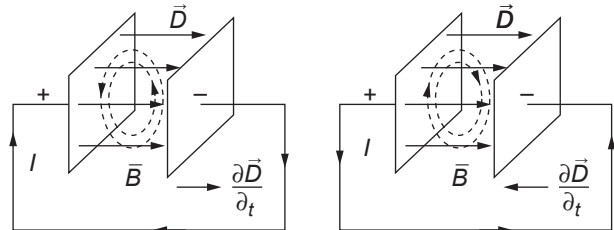


Рис. 12. Колебания осевой составляющей вектора электрической напряженности тока смещения в колебательном контуре, которые в пограничном слое генерируют поперечные волны.

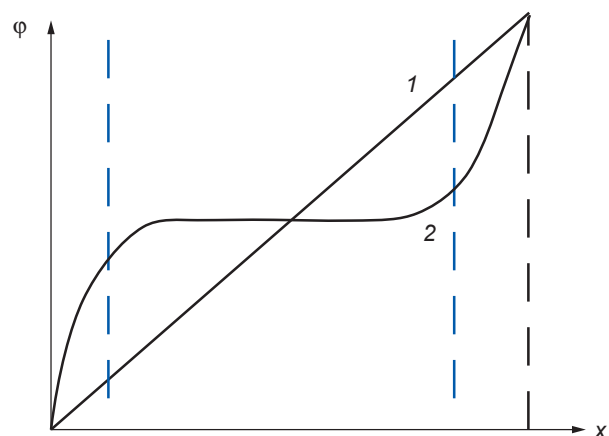


Рис. 13. Экранирование потенциала у обкладок плоского конденсатора. Обозначения: 1 – линии без экранирования, 2 – линии при наличии экранирования.

с использованием продольных и поперечных токов смещения.

Рис. 14 схематически иллюстрирует продольную и поперечную структуру луча света при его распространении в физическом вакууме. Эта структура может быть рассчитана в линеаризованном варианте с помощью метода характеристик по вышеприведенным формулам. В таком расчете требуется в том числе аккуратная постановка граничных условий.

Продольная компонента луча содержит наиболее интенсивную составляющую напряженности электродинамического возмущения. В пограничном сдвиговом слое луча его вихревая составляющая формирует ослабленное поперечное электромагнитное излучение, которое легко регистрируется приборами и глазным аппаратом. Эта составляющая светового луча распространяется также в поперечном направлении. Следует подчеркнуть тот факт, что продольная и поперечная составляющие светового луча определяются своими токами смещения Максвелла. Данная модель также наглядно объясняет физику экстремальных световых полей, изложенную, в частности, в лекции [38] и выполняемую в настоящее время в исследованиях Национального центра физики и математики (НЦФМ). Здесь интересным фундаментальным

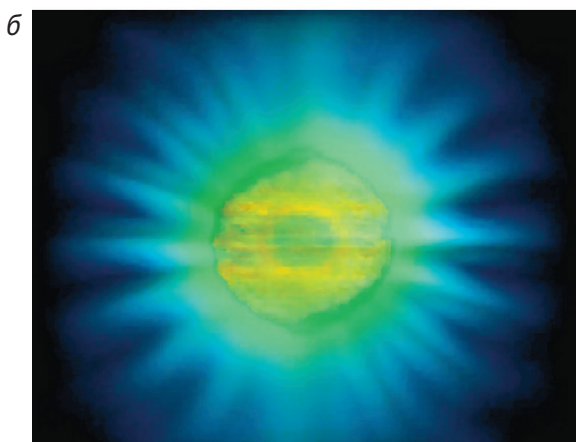


Рис. 14. Схематическая иллюстрация продольной (а) и поперечной (б) структуры луча света в свободном пространстве [37].

научным вопросом является процесс роста энтропии и энергетические потери в пограничном слое интенсивных световых лучей.

### Историческая справка

Представляется достаточно интересным дать краткую историческую справку, указывающую истоки материалистического направления в науке о природе. Еще в XIV в. до н.э. (за 100 лет до падения Трои) ученый-философ Мох в Сидоне, столице Финикии, учил своих последователей и сограждан [39] (приводим соответствующее цитирование из поэмы):

«Нашей души родовые зачатки  
Во много раз меньше,  
Нежели те, из которых слагаются  
Тело с утробой!»

Сформулированное в этих строках принципиальное материалистическое положение о «нашей душе» получает в поэме Тита Лукреция Кара «О природе вещей» [40] подробное обоснование и расширенную формулировку:

«Стало быть, ясно отсюда,  
Что сущность души и рассудка  
Создана вся несомненно  
Из телец первичных мельчайших,  
Коиx отсутствие тяжести  
Не умаляет нисколько.»

Вопрос о «сущности души и рассудка» является в вопросе изучения природы центральным. В настоящей работе сделана попытка дать ему расширенное обоснование с современных позиций механики.

### Заключение

Настоящая статья рассматривает природу, в частности, процессы распространения света и гравитационного взаимодействия с позиций классической механики сплошной среды. Представлена расширенная система уравнений Максвелла с решениями в форме продольных-поперечных возмущений. Полученная система не имеет парадоксов, присущих современной теоретической физике. Наличие продольных сжатия волн и нелинейных решений типа изолированных уединенных волн стационарной формы – солитонов предопределяет материализованное рассмотрение упругого физического вакуума в форме модели газообразной легкоподвижной среды – носителя электромагнитного взаимодействия при наличии конечной характерной температуры  $T_0 = 2.735$  К и заданной

оценке средней плотности нашей Метагалактики  $\rho_0 \sim 4 \cdot 10^{-26}$  кг/м<sup>3</sup>.

В основе электромагнитных явлений лежит электрическое поле, которое распространяется между противоположно заряженными телами (в форме материализованных силовых линий Фарадея). Магнитное поле представляет собой нестационарную вихревую составляющую электрического поля, проявляющуюся только как изменение во времени векторного потенциала электрической напряженности. В связи с данным эффектом можно утверждать, что магнитного монополя не существует.

Реализованное на токах смещения приближение пограничного слоя сжимаемой материальной среды открывает широкие возможности практического использования результатов настоящей работы.

Присутствие физического вакуума на характерных масштабах атомов и элементарных частиц позволяет рассматривать усовершенствованные модели электрона, протона, нейтрона, их античастиц и атомов. При этом силовые линии служат наглядной механической «материализацией» для электромагнитного поля в вакууме и в поляризованном пространстве атомов.

## Литература / References

1. Фейнман Р. КЭД – странная теория света и вещества. СПб., 2012. [*Feynman R. QED – the strange theory of light and matter. St. Petersburg, 2012. (In Russ.)*.]
2. Хоссенфельдер С. Уродливая Вселенная: как поиски красоты заводят физиков в тупик. М.: 2021. [*Hossenfelder S. Lost in Math: How beauty leads physics astray. Moscow, 2018. (In Russ.)*.]
3. Козьма Прутков. Плоды раздумья. М., 2021. [*Kozma Prutkov. Fruits of reflection. Moscow, 2021. (In Russ.)*.]
4. Аксаков К.С. Собрание сочинений и писем. Т. I. Поэзия. Проза. СПб., 2019. [*Aksakov K.S. Collected works and letters. Vol. I. Poetry. Prose. St. Petersburg, 2019. (In Russ.)*.]
5. Smolin L. Troubles with physics: The rise of string theory, the decline of science and what follows. London, 2007.
6. Васильев Б.В. Откуда у Земли магнитное поле? Природа. 1996; (6): 13–23. [*Vasiliev B.V. Where does the Earth's magnetic field come from? Priroda. 1996; (6): 13–23. (In Russ.)*.]
7. Wolchover N. The 18 biggest unsolved mysteries in physics. Life Science, Physics & Mathematics. February 27, 2017. <https://www.livescience.com/34052-unsolved-mysteries-physics.html>.
8. Черный Г.Г. Слово о вечно новой механике. М., 2009. [*Cherny G.G. A word about the eternally new mechanics. Moscow, 2009. (In Russ.)*.]
9. Иванов М.Я., Левин В.А., Марков В.В. Перспективы механики сплошной среды в свете экспериментов XXI века. Аэрокосмическая техника и технологии. 2024; 2(4): 15–32. [*Ivanov M.Ya., Levin V.A., Markov V.V. Perspectives of continuum mechanics in the light of experiments of the XXI century. Aerospace Engineering and Technology. 2024; 2(4): 15–32. (In Russ.)*.]
10. Иванов М.Я. Сверхслабое поле в биологии человека и природы: эксперимент, теория, параметры, история. Научные труды IX Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». ФГБНУ АФИ, СПб, 2–4 октября 2024: 51–56. [*Ivanov M.Ya. The ultra-weak field in human and nature biology: Experiment, theory, parameters, history. Scientific Proceedings of the IX International Congress «Low and super-low fields and radiation in biology and medicine». St. Petersburg. FSBSI ARI, 2024: 51–56. (In Russ.)*.]
11. Morimoto K., Wu M.-L., Ardelean A. et al. Superluminal motion-assisted 4-dimensional light-in-flight imaging. Physical Review X. 2021; 11: 0110005.
12. Okino H., Akiyama K., Asada K. et al. Collimation of the relativistic jet in the quasar 3C273. The Astrophysical Journal. 2022; 940: 65.
13. Tomography of ultrarelativistic nuclei with polarized photon-gluon collisions. STAR Collaboration. Science Advances. 2023; 9(1): eabq3903.
14. Станюкович К.П., Мельников В.Н. Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации. М., 1983. [*Stanyukovich K.P., Melnikov V.N. Hydrodynamics, fields and constants in the theory of gravity. Moscow, 1983. (In Russ.)*.]
15. Seife C. What is the Universe made of? Science. 2005; 309(5731): 78.
16. Regener E. Der Energiestrom der Ultrastrahlung. Der Zeitschrift fur Physik. 1933. 80: 666–669.
17. Шмаонов Т. А. Методика абсолютных измерений эффективной температуры радиоизлучения с низкой эквивалентной температурой. Приборы и техника эксперимента. М., 1957; 1: 83–86. [*Shmaonov T. A. Method of absolute measurements of the effective temperature of radio emission with a low equivalent temperature. Instruments and Experimental Techniques. Moscow, 1957; 1: 83–86. (In Russ.)*.]
18. Penzias A.A., Wilson R.W. A measurement of excess antenna temperature at 4080 m/s. Astrophysical Journal. 1965; 142: 419–421.
19. Smoot G.F., Gorenstein M.V., Muller R.A. Detection of anisotropy of the cosmic blackbody radiation. Physical Review Letters. 1977; 39(14): 898–901.
20. Bernardis P. A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation. Nature. 2000; 404: 955–959.

21. *Ivanov M.Ja.* Space Energy. Energy Conservation. London, 2012: 3–56.
22. *Rubin V.* Dark matter in the Universe. Proceedings of the American Philosophical Society. 1988; 132(4): 434–443.
23. *Moskowitz G.* Dark matter hides, physicists seek. Phys.Org. General Physics. 2006, Nov. 28. <https://phys.org/news/2006-11-dark-physicists.html>.
24. Sources and detection of dark matter and dark energy in the Universe. Proceedings of 4th International symposium (DM 2000), Marina del Rey, USA, February 23–25, 2000.
25. *Barone M.* The vacuum as ether in the last century. Foundations of Physics. 2004; 34(12): 1973–1982.
26. *Максвелл Д.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1952. [*Maxwell D.K.* Selected works on the theory of the electromagnetic field. Moscow, 1952. (In Russ.)]
27. *Фарадей М.* Экспериментальные исследования по электричеству. В 3-х томах. М., 1947. [*Faraday M.* Experimental studies on electricity. In 3 volumes. Moscow, 1947. (In Russ.)]
28. *Иванов М.Я.* Единая механика поля и вещества. Научные исследования XXI века. 2024; 6(32): 7–22. [*Ivanov M.Ya.* Unified mechanics of field and matter. Scientific research of the XXI century, 2024; 6(32): 7–22. (In Russ.)]
29. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М., 1973. [*Landau L.D., Lifshits E.M.* Field theory. Moscow, 1973. (In Russ.)]
30. *Ляв А.* Математическая теория упругости. М.; Л. 1935. [*Liaiv A.* Mathematical theory of elasticity. Moscow; Leningrad, 1935]. (In Russ.)]
31. *Амензаде Ю. А.* Теория упругости. М., 1976. [*Amenzade Yu. A.* Theory of elasticity. Moscow, 1976. (In Russ.)]
32. *Дубровский В.А.* Упругая модель физического вакуума. Доклады Академии наук СССР. 1985; 282(1): 83–88. [*Dubrovsky V.A.* Elastic model of physical vacuum. Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. 1985; 282(1): 83–88. (In Russ.)]
33. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Гидродинамика. М., 1986. [*Landau L.D., Lifshits E.M.* Hydrodynamics. Moscow, 1986. (In Russ.)]
34. *Ломоносов М.В.* Размышления о причине теплоты и холода. Т. 2. М., 1951. [*Lomonosov M.V.* Reflections on the cause of heat and cold. V. 2. Moscow, 1951. (In Russ.)]
35. *Burkert V.D., Elouadrhiri L., Girod F.X.* The pressure distribution inside the proton. Nature. 2018; 557(7705): 396–399.
36. *Иванов М.Я., Терентьева Л.В.* Элементы газодинамики диспергирующей среды. М., 2002. [*Ivanov M.Ya., Terentyeva L.V.* Elements of gas dynamics of a dispersing medium. Moscow, 2002. (In Russ.)]
37. *Yuen B., Demetriadou A.* Exact quantum electrodynamics of radiative photonic environments. Physical Review Letters. 2024; 133: 203604. (In Russ.)]
38. *Сергеев А.М.* Физика экстремальных световых полей. М., 2024. [*Sergeev A.M.* Physics of extreme light fields. Moscow, 2024. (In Russ.)]
39. Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности. М., 1935. [*Democritus in his fragments and evidence of antiquity.* Moscow, 1935. (In Russ.)]
40. *Лукреций Кар.* О природе вещей. Перевод Ф.А. Петровского. Античная литература. Рим. М., 1981. [*Lucretius Car.* About the nature of things. Translated by F.A. Petrovsky. Ancient literature. Rome. Moscow, 1981. (In Russ.)]

## Mechanics of nature

**V.A. Levin<sup>1,2</sup>, M.Ya. Ivanov<sup>1,3</sup>, V.V. Markov<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Mechanics, Lomonosov State University (Moscow, Russia)

<sup>2</sup> Institute of Automation and Control Processes, Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russia)

<sup>3</sup> Institute of Power Machinery and Mechanics, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (Moscow, Russia)

<sup>4</sup> Steklov Mathematical Institute, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

The experimental achievements of the 21st century provide a real opportunity to consider the application of classical mechanics in the study of natural processes. They occur on significantly different scales (from the typical nuclear scales of the order of  $10^{-15}$  m to the galactic scales. At the same time, the methodology of mechanics based on the ideas of Newton-Euler-Lomonosov-Coulomb makes it possible to formulate a unified theory of electromagnetic, gravitational, strong and weak interactions outside the paradoxes of modern theoretical physics. This unified theory is based on the laws of conservation of a continuous medium, Maxwell displacement currents, Faraday lines of force, the Prandtl boundary layer approximation, and Debye screening radii.

**Keywords:** mechanics, material environment, conservation laws, unification of interactions.