

УДК 524.8, 533.9, 620.9

© Буринский А. Я., Измайлов Г. Н., 2023

**ЭЛЕКТРОН КЕРРА – НЬЮМАНА КАК АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА**Буринский А. Я.<sup>a,1</sup>, Измайлов Г. Н.<sup>b,2</sup><sup>a</sup> ИБРАЭ РАН, г. Москва, 115191, Россия.<sup>b</sup> Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Волоколамское ш., д. 4, г. Москва, 125993, Россия.

В предыдущей работе, развивая модель электрона как черной дыры Керра-Ньюмана (КН), мы установили двулистность супервращающегося (параметр Лоренца  $\gamma \sim 1$ ) решения КН, интерпретируя *одетый* электрон КН как сгусток электрон-позитронного вакуума, охваченный (одетый) электронной и позитронной петлями Вильсона, затягиваемыми гравитацией. В то время как *голый* электрон КН отвечал за волновые свойства электрона, и формировался как безмассовая кольцевая струна, которая сжималась в точку и приобретала массу при релятивистском вращении. Мы получаем и анализируем новые решения КН с волновым излучением и обнаруживаем, что они соответствуют черно-белой дыре, которая не только поглощает энергию своею черной стороной, но также излучает ее своей обратной (белой) стороной, генерируя согласованные струнные возбуждения электронно-позитронного вакуума.

*Ключевые слова:* Черная дыра, квантовая гравитация, электрон, петля Вилсона.

**KERR – NEWMAN ELECTRON AS AN ADAPTIVE SYSTEM**Burinskii A. Ya.<sup>a,1</sup>, Izmailov G. N.<sup>b,2</sup><sup>a</sup> IBRAE RAN, Moscow, 115191, Russia.<sup>b</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University), Volokolamskoye sh., 4, Moscow, 125993, Russia.

In a previous paper, developing the Kerr-Newman (KN) model of the electron as a black hole, we established the birefringence of the superrotating (Lorentz parameter  $\gamma \sim 1$ ) KN solution, interpreting the KN electron as an electron-positron vacuum clot encompassed (clothed) by electron and positron Wilson loops tightened by gravity. While the *naked* electron of the KN was responsible for the wave properties of the electron, and was formed as a massless circular string, which was compressed into a point and acquired mass at relativistic rotation. We obtain and analyse new wave-radiating solutions of the KN and find that they correspond to the black-white hole, which not only absorbs energy by its black side, but also radiates it by its back (white) side, generating coordinated string excitations of the electron-positron vacuum.

*Keywords:* Black hole, quantum gravitation, electron, Wilson loop.

PACS: 11.27.+d, 04.20.Jb, 04.70.Bw

DOI: 10.17238/issn2226-8812.2023.3-4.38-47

**Введение**

Проблема объединения гравитации и квантовой теории является, по-видимому, главной нерешенной проблемой современной теоретической физики. Одним из подходов к решению проблемы взаимодействия гравитации и квантовой теории является теория суперструн, в которой элементарные частицы представлены собственными частотами протяженных объектов - струнами конечных размеров – суперструнами. Базовые выводы хорошо известны и до сих пор широко обсуждаются, хотя и подвергаются критике поскольку не подтверждаются и не приносят новых результатов. Альтернативой теории суперструн является петлевая квантовая гравитация. Как отметил один

---

<sup>1</sup>E-mail: burinskii@mail.ru<sup>2</sup>E-mail: izmailov@mai.ru

из основателей теории суперструн Дж. Шварц: "... с 1974 года теория суперструн перестала рассматриваться как физика частиц ... "и "... реалистичные модели элементарных частиц до сих пор кажутся далекой мечтой ... "[1]. Третья парадигма – рассматривать черные дыры (источник гравитации) как элементарные частицы – предлагалась неоднократно с 1980 года, и с 1990-х годов она привлекла также внимание в теории суперструн. Интерес к поиску связи между черными дырами, струнами и элементарными частицами возобновился в сравнительно недавних работах [2, 3, 4, 5], и продолжается до настоящего времени [6].

Особенность этой парадигмы – в интерпретации элементарной квантовой частицы (электрона) как сверхвращающейся (параметр  $\gamma \sim 1$ ) черной дыры Керра – Ньюмана (КН) [3, 8, 9, 10, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20]. Обсуждаемое нами в [1] решение для совместимой с КЭД моделью электрона как заряженной и сверхвращающейся черной дыры (ЧД) Керра – Ньюмана (КН), имеет согласно [30?] следующий вид: появляются две различные метрики формы Керра – Шильда с твистом конгруэнции Керра:  $g_{\mu\nu}^+ = \eta_{\mu\nu} + H k_\mu^+ k_\nu^+$  и  $g_{\mu\nu}^- = \eta_{\mu\nu} + H k_\mu^- k_\nu^-$ , связанные с запаздывающим полем электрона и опережающим полем позитрона, где  $\eta_{\mu\nu}$  метрика плоского вспомогательного пространства Минковского (-+++),  $H = (2mr - e^2)/r^2 + a^2 \cos^2 \theta$ ,  $k_\mu$  и  $k_\nu^+$  – запаздывающая и опережающая конгруэнции Керра, связанные с полем излучения и полем входящей радиации. Развивая работу [30?], мы анализируем точное решение, полученное Дебнеем, Керром и Шильдом (ДКШ) для с волнового электромагнитного поля и обнаруживаем, что оно было проинтегрировано в ДКШ не до конца, а только в предположении отсутствия электромагнитного излучения. Однако, при наличии излучения электронные (левые) и позитронные (правые) моды возбуждения кольцевой струны Керра не являются взаимно коррелированными в общем случае.

Это направление вновь оказывается связанным со струнной моделью, но это уже классическая релятивистская струна в 4-х измерениях, которая существенно отличается от суперструн многомерной квантовой гравитации.

Образование черных дыр связано с гравитационным эффектом затягивания пространства, который никогда ранее не рассматривался в физике частиц. Этот эффект оказывается действительно нетривиален и очень важен для понимания физической картины взаимодействия гравитации с квантовой теорией, поскольку он придает электрону дополнительную магнитную массу-энергию, порождаемую петлями Вильсона, – гравитационным затягиванием пространства во вращающуюся черную дыру КН [26].

Противоречие между квантовой теорией и гравитацией проявляются наиболее остро в теории электрона. Квантовая теория Дирака представляет электрон как точечный математический объект: гибрид волны и частицы, в то время как гравитация, требует протяженного распределения материи в пространствове времени. Предположение, что частицы являются черными дырами было впервые высказано независимо рядом известных физиков, Нобелевскими лауреатами: Абдус Саламом (Abdus Salam), Франком Вильчеком (Frank Wilczek) и Геральд т Хофтом (Gerald 't Hooft).

Однако, эти ранние идеи касались только решения Э. Шварцшильда, свойства которого очень далеки от свойств решения Керра для релятивистки вращающегося гравитационного поля, и практически не имели отношения к модели вращающейся черной дыры КН. Подход к черной дыры Керра как модели электрона начинается с работы Б. Картера [3] (1968), который обнаружил, что решение Керра – Ньюмана (метрика Керра с зарядом) имеет гиромангнитное отношение ( $g = 2$ ) такое же, как у модели электрона Дирака.

В отличие от гравитационного радиуса решения Швацшильда  $l_s = \frac{gm}{c^2}$ , эффективная зона гравитационного взаимодействия в решении КН определяется радиусом керровского сингулярного кольца

$$a = \frac{J}{mc}, \quad (0.1)$$

который обратно пропорционален массе  $m$  и прямо пропорционален угловому моменту решения Керра  $J$ .

Для параметров электрона с массой  $m$  и спином  $J = \hbar/2$ , параметр  $a$  является половиной длины

волны Комптона  $a = \frac{\hbar}{2mc}$ , и обычные аргументы об исключительной роли планковской длины (см., например, [22]) оказываются недействительными при их применении к вращающейся гравитации Керра.

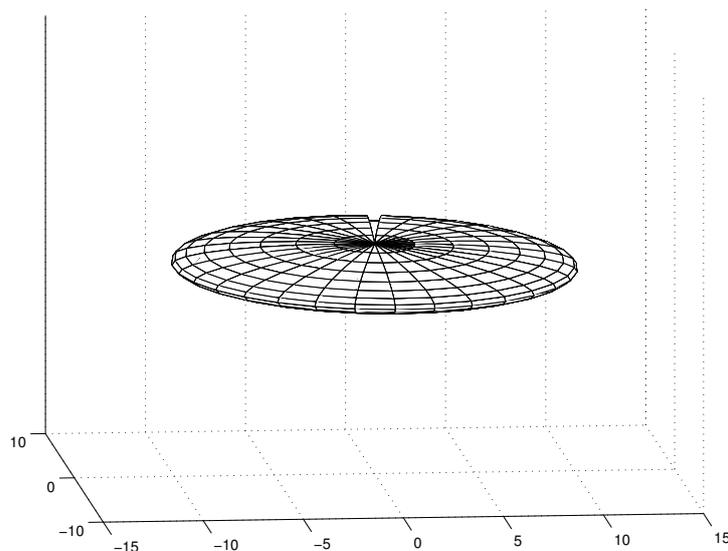
К числу дополнительных неожиданностей, связанных с моделью электрона как черной дыры Керра – Ньюмена (КН), являлась ее "неточечность". Связанная с электроном, длина волны Комптона возникла как бесплатное приложение, обусловленное параметром вращения решения Керра (0.1). В координатах Керра – Шильда, связанных с асимптотически плоским пространством Минковского, решение КН описывается как классическое гравитационное поле кольцевой струны половины комптоновского радиуса  $a$ .

На комптоновский размер электрона указывал также В. Израэль [10], и позднее К. А. Лопез [11] и др., и это совсем не безобидный факт, поскольку комптоновский масштаб  $10^{-11}$  см, являясь естественным масштабом для физики частиц, превышает планковский масштаб  $10^{-33}$  см на 22 порядка, на котором основаны как квантовая петлевая гравитация, так и теория суперструн.

Вслед за Картером, модель электрона КН была детально рассмотрена в фундаментальной работе Дж.С. Дебнея, К.Р. Керра и А. Шильда (DKS) [8] и далее в важных работах [10] и [11], а также в моделях [12, 13, 23], основанных на идее Дж. Уиллера "массы без массы" и аналогии сингулярного кольца Керра с классической струной Нильсена–Олесена [24], возникающей в виде сингулярной нити в теории сверхпроводимости.

Эти работы были учтены в последующей серии работ [15, 16, 17], в которой модель электрона рассматривалась как сверхпроводящий "мешок имеющий форму очень тонкого сверхпроводящего диска Керра с толщиной  $\approx a/137$  и радиусом  $a$ , равным половине комптоновской длины волны электрона, см. Рис.1. Диск Керра, искажая пространство, образует вакуумный сгусток – "ядро" электрона, окаймленное двумя петлями Вильсона (электронной и позитронной), которые формируются гравитационным затягиванием электромагнитного поля. Модель электрона КН согласована с классической гравитацией по своей природе, как точное решение системы уравнений Эйнштейна-Максвелла [8], и исследование структуры этой модели связано с разрешением известных ранее непреодолимых противоречий между гравитацией и квантовой теорией. В частности, утверждений:

- (1) точечный, бесструктурный электрон квантовой теории *не совместим* с гравитацией;
- (2) протяжённый гравитирующий электрон *не совместим* с квантовой теорией.



**Рис. 1.** Дiskoобразное ядро электрона КН, однозначно определяемое формой решения КН и эллипсоидальной системой координат Керра-Шильда [8].

Плоскость, в которой лежит сингулярное кольцо Керра, служит границей расщепления пространства на два листа, и решение КН с параметрами электрона *не является на самом деле черной дырой*, потому что для типичных вращающихся элементарных частиц  $a^2 \gg e^2 + m^2$ , что приводит к условию исчезновения горизонтов черной дыры, а это значит, что обнаженное сингулярное кольцо Керра оказывается голым. Как следствие, тензор энергии-импульса сингулярного кольца Керра расходится, и сверхвращающееся кольцо Керра несёт бесконечную энергию, которая нуждается в регуляризации (и даже в перенормировке) в соответствии с КЭД.

Введенный Лопезом параметр обрезания  $r_e$ , определяет приращение векторного потенциала КН вдоль замкнутых петель Вильсона [25, 26, 27], что ведущее к балансу между гравитационным и электромагнитным взаимодействиями, определяя регуляризованную массу частицы как результат нелинейного гравито-электромагнитного взаимодействия. Электрон Лопеза, образует диск толщиной  $2r_e$  и радиусом  $a$ , равным половине длины волны Комптона (0.1), см. Рис.1.

При этом, ядро регуляризованного электрона приобретает внутреннюю метрику пространства Минковского, сохраняя *внешнее* гравитационное и электромагнитное поле решения КН.

Кроме того, параметр обрезания  $r_e$ , порождает две граничные поверхности диска Керра  $r_e^\pm$ , электронную и позитронную (см. Рис.3,4), которые формируются суперсимметричным фазовым переходом механизма Хигса [28] и играют важную роль в формировании единой квантовой вакуумной системы. При этом, как было показано в [29, 30] соответствующие петли Вильсона формируют сильную магнитную связь между электронной и позитронной частями вакуумного ядра.

При этом, появление двух различных механизмов формирования массы-энергии электрона, объясняет физический смысл отдельного анализа голого и одетого электрона.

*Голый электрон* строится путем регуляризации классического стационарного решения КН в виде *кольцевой безмассовой релятивистской струны*, которая приобретает массу и сжимается в точечный электрон за счет релятивистского вращения. Волновые возбуждения струны порождают квантовую волновую функцию электрона в представлении В. Гейзенберга, удовлетворяющую уравнению Э. Шредингера.

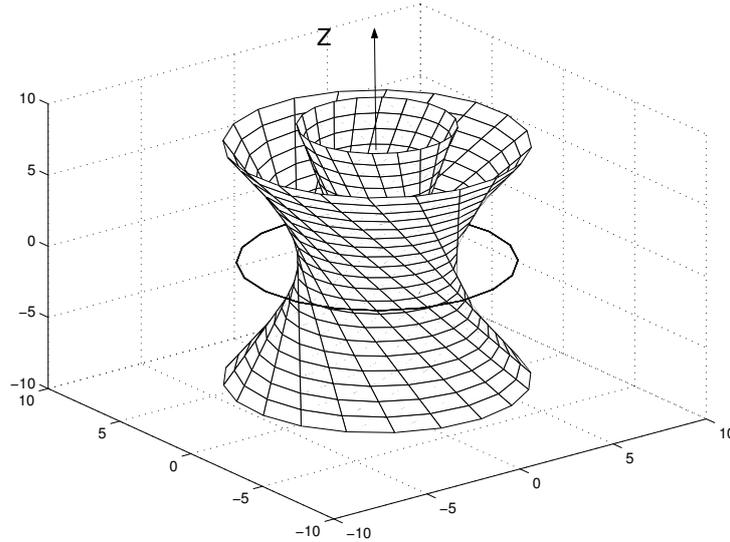
*Одетый электрон* порождается суперсимметричной моделью Гинзбурга-Ландау, в процессе фазового перехода к регуляризованному вакуумному состоянию. Масса-энергия одетого электрона рождается из бесконечной энергии регуляризованного сингулярного электрона Керра под влиянием полей Хигса, формирующих фазовый переход к сверхпроводящему ядру – области сильного магнитного взаимодействия электронного и позитронного вакуума.

Модифицируя исходное решение КН, Израэль и Лопез [4,5] отсекали отрицательный лист решения КН. В докладе [1] обсуждалась иная модификация решения КН, с заменой отрицательного листа решения на зеркальный лист, с одновременным отражением конгруэнции от тяжелого ядра электрона, формируемого полями Хигса. Зеркальный лист интерпретируется как позитронный лист электронно-позитронного вакуума одетого электрона согласно КЭД, [1]. Эта интерпретация поддерживается также известной старой интерпретацией о порождении заряда электрона стационарным ЭМ полем запаздывающего потенциала и законом сохранения заряда электронно-позитронного вакуума. Запишем уравнение Эйнштейна в метрике Керра – Шильда [8]

$$R_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}, \quad (0.2)$$

где  $R_{\mu\nu}$  - тензор Риччи, определяемый симметричным метрическим тензором  $g_{\mu\nu}$ ;  $T_{\mu\nu}$  - тензор энергии-импульса материи;  $c$  – скорость света в вакууме;  $G$  – гравитационная постоянная Ньютона. В уравнении (3) правая часть описывает энергию стационарных гравитационного и электромагнитного полей, формирующих кольцевую релятивистскую безмассовую струну голого электрона, порожденную увлечением вектор-потенциала (frame-dragging) гравитационным полем КН с твистом конгруэнции Керра, рис.1.

Это решение имеет соответствующий экспериментальным данным  $g$ -фактор (равный 2) для электрона [3, 8], и описывает структуру электрона КН, моделируя непертурбативный гравитирующий

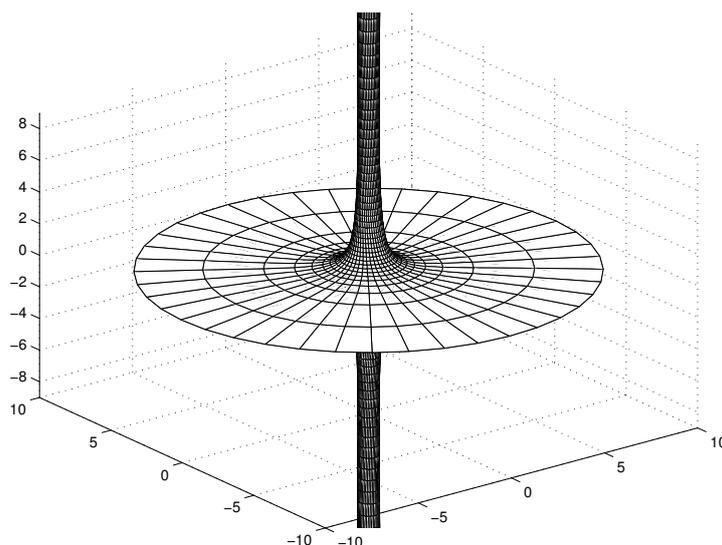


**Рис. 2.** Конгруенция Керра переходит аналитически через сингулярное кольцо Керра на отрицательный лист метрики КН.

электрон [3, 10, 11] и процесс взаимодействия электрона с полями Хиггса и гравитацией, который регуляризует электронно-позитронный вакуум согласно КЭД [30]. Заметим, что полученное в фундаментальной работе Керра, Дебнея и Шильда [8] точное решение было доведено до конца лишь при условии отсутствия  $\gamma = 0$  (см. [8] (5.51)), что как было выяснено позже в работе [[8] (АБ 2003) соответствует стационарному решению КН без излучения ЭМ поля. Решения КН с излучением, полученные в работе [8] для выходящей конгруэнции  $k_\mu^+$  показали, что параметр  $\gamma^+$  имеет смысл ЭМ излучения в направлении  $k_\mu^+$ , и соответствующая часть энергии излучения равна  $T_{\mu\nu}^{(rad)} = |\gamma^+|^2(k_\mu^+k_\nu^+)/2$ . Подобным образом, поглощение ЭМ поля, входящего с направления  $k^-$ , описывается заменой  $\gamma^+$  на  $\gamma^-$ , и конгруэнции  $k_\mu^+$  на  $k_\mu^-$ . Следовательно, точное решение КН является стационарным и рассмотренная в [1] модель электрона как кольцевой струны Керра не излучает и не поглощает энергию ЭМ поля. Это является существенным недостатком рассмотренной ранее модели, которая в остальных отношениях очень важна, поскольку описывает согласованное с КЭД стационарное кольцевое состояние как голой, так и одетой релятивистской струны электрона, а также, связанной с ядром электрона позитронной струны электрона, и обе струны взаимодействуют с гравитацией и с полями Хиггса путем формирования двух магнитно-связанных петель Вильсона [1].

Решение уравнений для случая ненулевого параметра  $\gamma$  было доведено до конца в серии работ [8, 9] (АБ 2002-2004 гг.) для полей Керра – Шильда, включающих как поле излучения, так и поле входящей радиации. Эти решения, для волновых полей  $\gamma^+$  и  $\gamma^-$ , существенно отличаются тем, что в них появляется дополнительная аксиальная сингулярная струна в виде суммы двух полуструн, формируемых как сумма входящего и выходящего аксиальных лучей, направление которых,  $k^+$  или  $k^-$  задается соответствующими комплексными угловыми координатами  $Y^+ = e^{i\varphi(s)} \operatorname{tg}(\theta_s/2)$  и  $Y^- = e^{-i\varphi(s)} \operatorname{ctg}(\theta_s/2)$ .

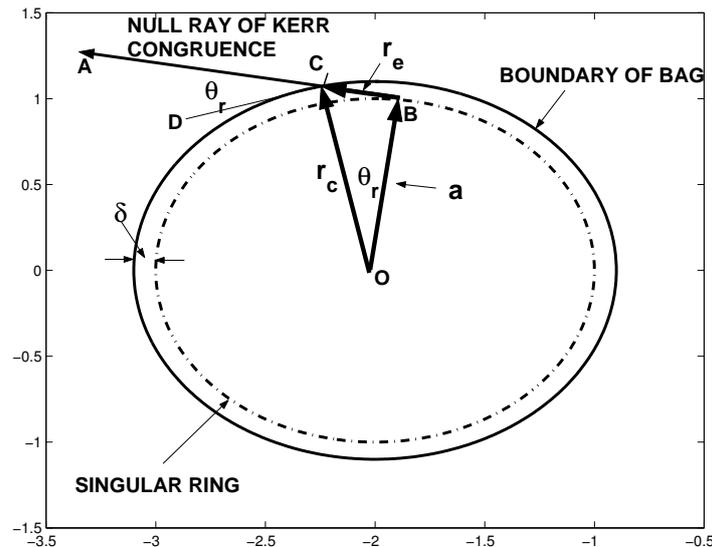
Вектор-потенциал ЭМ поля в электронной петле  $A_\mu^+ = -((Y^+, \tau^+)/(r + ia \cos \theta))k_\mu^+$  приобретает дополнительную зависимость от  $Y^+$  (поворот по углу  $\varphi$ ), порождая излучение электрона КН, и одновременно воздействуя на аксиальный входящий луч  $k_\mu^-$  позитронной петли, возбуждая входящее ЭМ поле, как обратную связь осциллирующей электронно-позитронной системы. Эта корреляция между возбуждениями ЭМ поля в электронной и позитронной петлях, настраивает связь между положениями и направлениями соответствующих полуструн и индуцируемыми вблизи них полями, включая частоту колебаний и их фазы, сопоставляя исходящему электронно-



**Рис. 3.** Аксиальный сингулярный луч, направляющий выходящее ЭМ поле, в решениях с излучением  $\gamma^+$ .

му лучу левую моду осцилляции с левой комплексной полуструной, а входящему позитронному лучу — правую комплексную полуструну, устанавливая между ними связь струнной операцией, известной как ориентифолдизация.

Таким образом, общее решение КН, учитывающее как ЭМ поле излучения, связанное с параметром  $\gamma^+$ , так и входящее ЭМ поле с параметром  $\gamma^-$ , связывает правые и левые моды возбуждения электронной и позитронной петли. Аксиальный луч, совместно с кольцевой сингулярностью Керра действуют как узко направленная антенна, которая усиливает излучаемое ЭМ поле, а также отраженный сигнал входящего ЭМ поля, поступающий в соответствующую позитронную ветвь решения КН. Нами выдвигается гипотеза, что непертурбативный электрон КН является аналогом минимальной адаптивной системы, которая способна просматривать и оценивать окружающую обстановку передатчиков и приемом электромагнитного излучения и вырабатывать обратную связь (сигнал ошибки) для управления направлением движения электрона согласно принципу наименьшего действия. В хорошо известном квантовом опыте с двумя щелями, волна де Бройля, сопутствующая падающей частице (волны-пилота), дифрагирует на щелях, а затем создает интерференционную картину сложения двух частей первоначальной волны, свидетельствуя о загадочной сверх информированности электрона о состоянии щелей. Непертурбативная модель электрона КН, снабженная аксиальной структурой излучающей и принимающей ЭМ поле, показывает, что волновая функция электрона Дирака генерируется ЭМ полем, связанным с релятивистским вращением электрона. Аксиальная сингулярная струна генерирует устойчиво направленное ЭМ поле, которое излучается кольцевой электронной струной, действующей как узконаправленная передающая антенна. Отраженное от пластины с двумя параллельными щелями ЭМ поле принимается "позитронной" струной решения КН, действующей как приемная антенна для входящего ЭМ сигнала. При этом, аксиальная струнная система, подчиненная структуре ориентифолда, автоматически согласует излучаемый и приходящий сигнал по направлению, частоте и фазе, формируя согласованную приемно-передающую систему. Предположительно, интерференция скоррелированных переданного и принятого сигналов может формировать обратную связь и вырабатывать сигнал ошибки. Таким образом, в модели ЭМ поля электрона КН, являющейся развитием модели волны-пилота де Бройля – Бома, электрон "прощупывает" ЭМ полем окружающее пространство, и "видит" топологию пластины. Иначе говоря, он действует как простейшая самоорганизующаяся адаптивная система, выбирая оптимальный путь в соответствии с принципом наименьшего действия.



**Рис. 4.** Сингулярное кольцо электрона КН модифицируется добавлением аксиальной струны, в виде двух полуструн, согласуемых исходящим и входящим излучением

### Заключение

Выше было показано, что понимание важности взаимодействия в модели электрона КН привело к определяемому вакуумным вкладом в виде двух сопряжённых петель Вильсона с зеркальными сторонами решения КН. Была выдвинута гипотеза, что непертурбативный электрон КН является аналогом минимальной адаптивной системы, которая способна просматривать и оценивать окружающую обстановку передач и приемом электромагнитного излучения и вырабатывать обратную связь (сигнал ошибки) для управления направлением движения электрона согласно принципу наименьшего действия. Отметим также, что новая точка зрения на решение Керра - Ньюмана устанавливает тесную связь геометрии КН с теорией твисторов и теорией суперструн на комптоновском масштабе в соответствии с основным соотношением решения КН  $a = J/2m$ , увеличивая реальный масштаб гравитационного взаимодействия с релятивистским электроном с предполагаемой ранее планковской длины  $10^{-33}$  см до комптоновской длины  $10^{-11}$  см, т.е. на 22 порядка.

В новой модели КН электрона проявляется физический смысл используемого в КЭД разделения массы-энергии электрона на массу "голого" электрона, отвечающего за его волновые свойства, и гравитационно "одетого" электрона, генерирующего самосжимаемую массу-энергию сгустка "ядра" окружающего электрон поля, ассоциируемого с "темной энергией". Сделан вывод, что все основные проблемы, связанные с совместимостью структуры гравитации со строением элементарных частиц находят решение в модели Керра - Ньюмана для сверхвращающейся (фактор Лоренца  $\sim 1$ ) ЧД с излучением, показывая совместимость модели электрона КН с квантовой теорией в представлении Гейзенберга, а также с моделью элементарной частицы, основанной на классической модели кольцевой струны Керра-Ньюмана как решения уравнений Максвелла - Эйнштейна.

### Список литературы/References

1. Schwarz J., The Early History of String Theory and Supersymmetry, *CALT-68-2858 arXiv:1201.0981*
2. Dabholkar A., Gauntlett J. P., Harvey J. A., Waldram D., Strings as Solitons and Black Holes as Strings, *Nucl.Phys.* **B474** 85 (1996).
3. Carter B. Global structure of the Kerr family of gravitational fields *Phys. Rev.* 1968. Vol. **174**. P. 1559.

4. Sen A. , Macroscopic Charged Heterotic String. *Nucl.Phys. B* 388 457 (1992), [arXiv:hep-th/9206016].
5. Burinskii A., Some properties of the Kerr solution to low-energy string theory. *Phys. Rev. D* 52 5826 (1995), [arXiv:hep-th/9504139].
6. Arkani-Hamed N.1, Dimopoulos S., Dvali G. and Kaloper N., Infinitely Large New Dimensions,*Phys.Rev.Lett.* 84 586 (2000) DOI: 10.1103/PhysRevLett.84.586 [hep-th/9907209].
7. Kerr R.P. Gravitational field of a spinning mass as an example of algebraically special metrics, *Phys. Rev. Letters.* 1963. Vol. 11. P. 237.
8. Debney G. C., Kerr R. P., Schild A. Solutions of the Einstein and Einstein-Maxwell equations, *J. Math. Phys.* 1969. Vol. 10. P. 1842.
9. Newman E.T., Janis A.I. Note on the Kerr Spinning-Particle Metric. *J. Math. Phys.* 1965. Vol. 6. P. 915. doi:10.1063/1.1704350.
10. Israel W. Source of the Kerr metric, *Phys. Rev. D.* 1970. Vol. 2. P. 641.
11. López C.A. An Extended Model Of The Electron In General Relativity, *Phys. Rev. D* 1984. Vol. 30. P. 313.
12. Burinskii A.Ya. Microgeons with spin. *Sov. Phys. JETP* 1974. Vol. 39. P. 193.
13. Ivanenko D.D. and Burinskii A.Ya., Gravitational strings in the models of elementary particles, *Izv. Vuz. Fiz.* 1974. Vol. 5. P. 135.
14. Arcos H.I., Pereira J.G., Kerr-Newman solution as a Dirac particle. *Gen. Rel. Grav.* 2004. Vol. 36. P. 2441.
15. Burinskii A., Gravitating lepton bag model *JETP (Zh. Eksp. Teor. Fiz.)* 2015. Vol. 148(8). P. 228. arXiv:1505.03439.
16. Burinskii A. Stability of the lepton bag model based on the Kerr-Newman solution *JETP (Zh. Eksp. Teor. Fiz.)* 2015. Vol. 148. P. 937.
17. Burinskii A. Source of the Kerr-Newman solution as a supersymmetric domain-wall bubble: 50 years of the problem *Phys Lett. B* 2016. Vol. 754. P. 99.
18. Dymnikova I. 2006, Spinning superconducting electrovacuum soliton *Phys. Lett. B* 639 368
19. Schmekel B.S. Quasi-Local Energy of a Charged Rotating Object Described by the Kerr-Newman Metric *Phys. Rev.D* 2019. Vol. 100. P. 124011.
20. Arkani-Hamed N., Huang Y-t. and O'Connell D. Kerr Black Holes as Elementary Particles *J. High Energ. Phys.* - 2020. - Vol. 46.
21. Misner Ch. W., Thorne K. S., Wheeler J.A. *Gravitation*. San Francisco: Freeman W. H. and Company. 1973.
22. Baez J. C. *Higher Dimensional Algebra and Planck Scale Physics*. Physics Meets Philosophy at the Planck Length, eds. Craig Callender and Nick Huggett, Cambridge U. Press 2001. P. 177-195. arXiv:gr-qc/9902017.
23. Burinskii A. Orientifold D-String in the Source of the Kerr Spinning Particle *Phys. Rev.D* 2003. Vol. 68. P. 105004.
24. Nielsen H.B. and Olesen P. Vortex-line models for dual strings. *Nucl. Phys. B.* 1973. Vol. 61. P. 45.
25. Burinskii A. The Kerr-Newman Black Hole Solution as Strong Gravity for Elementary Particles, *Grav.Cosmol.* 2020. Vol. 26. P. 87.
26. Burinskii A 2018, Supersymmetric bag model for unification of gravity with spinning particles *Phys. of Part. and Nuclei* 49(5) 958
27. Burinskii A 2020, Spinning Particle as Kerr-Newman "Black Hole" *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 17 (5) 724
28. Wess J. and Bagger J. *Supersymmetry and Supergravity*. Princeton Univ. Press, New Jersey - 1983.

29. Burinskii A. A Bare and Gravitationally Dressed Electron Formed from Kerr–Newman Black Hole, *Physics of Particles and Nuclei*, 2023, Vol. 54, No. 6, pp. 1033–1038.
30. Burinskii A. Gravitating Electron Based on Overrotating Kerr-Newman Solution *Universe* 2022. Vol. 8. P. 553. <https://doi.org/10.3390/universe8110553>
31. Burinskii A., The Dirac Electron Consistent with Proper Gravitational and Electromagnetic Field of the Kerr-Newman Solution *Galaxies* 2021. Vol. 9. P. 18. doi:10.3390/galaxies9010018.
32. Burinskii A 2022 Appell’s Correspondence Unifies Gravity with Quantum Theory, *Gravitation and Cosmology*, 2022, Vol. 28, No. 4, 342 (2022). Pleiades Publishing, Ltd. DOI: 10.1134/S0202289322040065
33. Wang H.-Y., A Theory of Dark Energy that Matches Dark Matter, *Physics Essays* 35(2), 152 (2022), <http://dx.doi.org/10.4006/0836-1398-35.2.152>
34. Appell P., Quelques remarques sur la th’eorie des potentiels multiforms. *Math. Ann.* 30 (1887), 155–156;
35. Whittacker E.T. and Watson G.N., *A Course of Modern Analysis*, Cambridge Univ. Press London/New York, p.400, 1969 .
36. Hamity V. An interior of the Kerr metric *Phys. Lett. A* 1986. Vol. 56. P. 77.
37. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Теоретическая физика т. II Теория Поля*. Наука 1973. пар.89. Landau L. D. and Lifshitz E. M. *The Classical Theory of Fields*. Pergamon, Oxford. 1975.
38. Weisskopf V.F. Recent Developments in the Theory of the Electron. *Rev. Mod. Phys.* 1949. Vol. 21. P. 305.
39. Bardeen W.A., Bars I., Hanson A. and Pecci R.D. Study of the longitudinal kink model of the string *Phys. Rev. D* 1976. Vol. 13. P. 2364.
40. A. Patrascioiu 1974 Quantum Dynamiks of a Massless Relativistic Strings (*Nucl.Phys.* B81 525 (1974))
41. Bjorken J.D. and Drell S.D. *Relativistic Quantum Fields*, McGraw-Hill Book Company 1965. Vol. 2.
42. Burinskii A. Regularized Kerr-Newman Solution as a Gravitating Soliton *J. Phys. A: Math. Theor.* 2010. Vol. 43. P. 392001. [arXiv: 1003.2928].
43. Burinskii A 2003 Complex Kerr geometry and nonstationary Kerr solution *Phys. Rev. D.* 67 124024 (2003)
44. Burinskii A 2004 Twistor Analiticity and Three Stringy Systems of the Kerr Spinning Particle, *Phys. Rev. D.* 70 086006 (2004)
45. Burinskii A 2004 Axial Stringy System of the Kerr Spinning Particle *Grav. Cosmol.* 10 50 (2004),
46. Burinskii A 2004 Two Stringy Systems of the Kerr Spinning Particle, In: *Proc. of the 26th Workshop on Fundamental Problems of High-Energy Physics and Field Theory*, Ed. V.A.Petrov, p.87-100, ИИЭП, Протвино, 2003 , arXiv: hep-th/0402114
47. Burinskii A. Stringlike structures in Kerr-Schild geometry: N=2 string, twistors and Calabi-Yau twofold, *Theor. and Math. Phys.* 177(2) (2013) 1492.
48. R. Penrose Twistor Algebra *J. Math. Phys.* 1967. Vol. 8. P. 345.
49. Burinskii A. Wonderful Consequences of the Kerr Theorem *Grav. Cosmol.* 2005. Vol. 11. P. 301; Burinskii A. Multiparticle Kerr-Schild Solutions... *Grav. Cosmol.* 2007. Vol. 4. P. 437.
50. Logunov A A, Petrov V A 1988 *How does an electron work?* (in Russian). Moscow.: Pedagogic
51. Lind R. W. and Newman E. T., Complexification of the algebraically special gravitational field *J. Math. Phys.* 15 1103 (1974).
52. Гинзбург В.Л. и Ландау Л.Д. К Теории Сверхпроводимости *ЖЭТФ*. 1950. Vol. 20. P. 1064.
53. Lomdahl P.S., Olsen O.H. and Samuelsen M.R. *Phys. Rev. A* 1984. Vol. 29. P. 350.

54. Wheeler John A. *Neutrinos, Gravitation and Geometry*. Tipografia Compositori 1960.
55. Green M.B., Schwarz J. and Witten E. *Superstring Theory Cambridge Univ. Press* 1987. Vol. I.
56. Goddard P., Goldstone J. , Rebbi C. and Thorn C.B. Quantum Dynamics of a Massless Relativistic String *Nuclear Physics* 1973. Vol. B56. P. 109-135.
57. Burinskii A. Appell's Correspondence Unifies Gravity with Quantum Theory *Gravitation and Cosmology* 2022. Vol. 28 №4. P. 342-351. DOI: 10.1134/S0202289322040065.
58. Ахиезер А.И. и Берестецкий В.Б. *Квантовая Электродинамика*. М: Наука. 1951.

#### **Авторы**

**Буринский Александр**, Лаборатория теоретической физики, ИБРАЭ РАН, ул. Большая Тульская, д. 52, г. Москва, 115191, Россия.

E-mail: burinskii@mail.ru

**Измайлов Георгий Николаевич**, д.ф.-м.н., профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Волоколамское ш., д. 4, г. Москва, 125993, Россия.

E-mail: izmailov@mai.ru

#### **Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Буринский А. Я., Измайлов Г. Н. Электрон Керра – Ньюмана как адаптивная система. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2023. № 3-4. С. 38–47.

#### **Authors**

**Burinskii Alexander**, Theor. Phys. Lab., IBRAE RAN, B. Tul'skaya str., 52, 115191, Moscow, Russia.

E-mail: burinskii@mail.ru

**Izmailov George Nikolaevich**, Dr. Sci., Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Volokolamskoye sh., 4, Moscow, 125993, Russia.

E-mail: izmailov@mai.ru

#### **Please cite this article in English as:**

Burinskii A. Ya., Izmailov G. N. Kerr – Newman electron as an adaptive system. *Space, Time and Fundamental Interactions*, 2023, no. 3-4, pp. 38–47.