

ЭЛЕКТРОН КАК СВЕРХЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ЧЕРНАЯ ДЫРА С ИЗЛУЧЕНИЕМ

А. Я. Буринский, Теор. Физ. Лаб. ИБРАЭ РАН

Конференция Rubakov70, Президиум РАН, 17-21 февраля 2025 г.

Развитие работ Б. Картера (1968), В. Израэля (1969), К. Лопеза (1984) и работ автора совместно с проф. Д. Иваненко:

А.В., Microgeons with spins, JETP, 39 193 (1974)

Д.Д. Иваненко и А.Б., Гравитационные струны в моделях элементарных частиц, Изв. Вузов. Физика, N 5, с.135 (1975).

А.В., Gravitating Lepton Bag Model, JETP, v.148 (8), 228 (2015),

А.В., A Bare and Gravitationally Dressed Electron Formed from Kerr-Newman Black Hole, PEPAN, 2023, vol.54, No 6, 1033-1038

А.Б. Решение Керра-Ньюмана объединяет гравитацию с квантовой теорией. УФН, 2024, том 194, 10, 1095-1106.

Модель ЭЛЕКТРОНА как ЧЕРНОЙ ДЫРЫ КЕРРА-НЬЮМАНА С ИЗЛУЧЕНИЕМ разрешает основную проблему квантовой теории – проблему ДУАЛИЗМА ВОЛНЫ и ЧАСТИЦЫ.

ЭЛЕКТРОН, как вращающаяся ЧЕРНАЯ ДЫРА Керра-Ньюмана (КН), был впервые предложен Картером (V.Carter, 1968 [1]), и затем Ньюман-Дженис [2], Дебней-Керр-Шильд (далее ДКШ) [3], Израэль [4], АБ, Иваненко [6, 7], Лопез [5]... [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21].

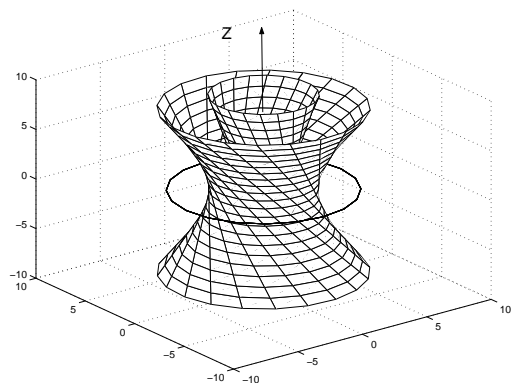


Рис. 1: Вихревое решение Керра фокусируется на сингулярном кольце.

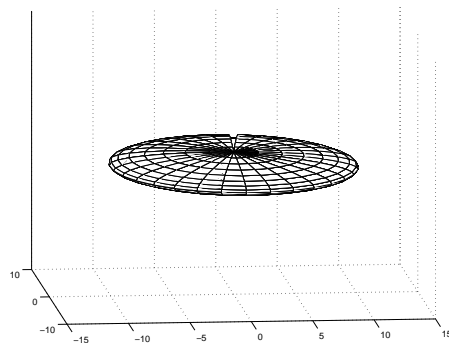


Рис. 2: Ядро регуляризованного электрона Лопеза в виде тонкого вакуумного диска Керра.

ДВУЛИСТНОСТЬ РЕШЕНИЯ КН. При параметрах электрона $e, m, J = ma = \hbar/2$, черная дыра КН образует голое сингулярное кольцо половины радиуса Комптона $a = \hbar/2m$ (Картер [1], Израэль [4], Лопез [5].) При параметрах электрона $a^2 + e^2 > m^2$, горизонты исчезают, открывая ДВУЛИСТНУЮ структуру решения КН, позволяющую рассматривать ее как ЧЕРНУЮ дыру с открытой и излучающей ЭМ поле БЕЛОЙ стороной (АБ UFN24 [21]).

КОЛЬЦЕВАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОНА КН представляет собой классическую гравитационную струну – волновод с захваченным на орбиту фотоном (АБ 1974, Иваненко-АБ 1975 [6, 7]).

Радиус кольца равен половине комптоновской длины волны электрона[1, 4, 5]

$$a = \hbar/2mc. \quad (1)$$

ДУАЛИЗМ ВОЛНЫ-ЧАСТИЦЫ: Кольцевая струна электрона КН, при рассмотрении в фиксированный момент времени в мировых координатах (t, x, y, z) имеет комптоновский радиус (1). Безмассовая кольцевая струна при релятивистском вращении стягивается в преобразованиями Лоренца в квантовую точку!

Анализ источника решения Керра в работах Израэля, Хамити и Пунсли [4, 22, 8]) показал, что источником решения Керра является релятивистски вращающийся диск комптоновского радиуса (1). Преобразование Лоренца деформирует диск, стягивая край диска в точку.

Модель релятивистски вращающегося диска рассматривается в курсе Ландау и Лифшица (т.2, пар.3,89, [25]) координатах собственного времени s , в которых интервал имеет вид

$$d\tau = \frac{ds}{c} = dt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Преобразования Лоренца деформируют диск, формируя планковскую частицу –**фридмон**, с замкнутым (или полузамкнутым) внутренним миром, согласно идеям М.А.Маркова и К.П. Станюковича (1965-1970 гг.).

ДУАЛИЗМ квантового состояния в представлениях Гайзенберга и Шредингера. В представлении Гайзенберга, электрон фиксируется в момент времени $t = 0$ в виде аксиального вектора состояния $|\Psi_H(0)\rangle$ – кольцевой струны радиуса $a = \hbar/2m$ (согласно (1)) и оператором углового момента вокруг фиксированной оси \mathbf{n} , образующим унитарный фактор $\hat{U}_{\mathbf{n}} = \exp(i\phi_K(\hat{\mathbf{n}}\sigma)/2)$, связывающий представления Гайзенберга и Шредингера. (см. Ландау-Лифшиц т.3, пар.58, [26]). Унитарный фактор $\mu = e^{-iHt}$ вращает вектор состояния Гайзенберга, параметризованный угловой координатой

Керра ϕ_K , угловым моментом $J = ma\partial/\partial\phi_K = \hbar/2$, переводя его в вектор состояния Шредингера $\Psi_S(t) = e^{-iHt}\Psi_H(0)$.

В результате, динамика электрона описывается уравнением Шредингера $\hat{H}\Psi_S(t) = i\hbar\partial\Psi_S(t)/\partial t$, и, учитывая, что масса электрона КН порождается релятивистским вращением безмассовой струны, аналогичным образом получаем уравнение Дирака [30, 21].

Метрика Керра-Ньюмана как метрика ПРОШЛОГО и БУДУЩЕГО .

Решение КН порождается гравитационным затягиванием пространства конгруэнцией Керра k^\pm ,

$$g_{\mu\nu}^\pm = \eta_{\mu\nu} + 2H(r, \theta)k_\mu^\pm k_\nu^\pm, \quad A_\mu^\pm = \frac{\mp er}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta} k_\mu^\pm, \quad H = \frac{mr - e^2/2}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta}. \quad (2)$$

ЭЛЕКТРОНУ сопоставляется выходящая конгруэнция k^+ – метрика БУДУЩЕГО, а входящая конгруэнция k^- – метрика ПРОШЛОГО – сопоставляется ПОЗИТРОНУ.

"Двулистность" решения КН соответствует решению с поглощающей (черной) и излучающей (белой) стороной, т.е. "черно-белой дыре".

Две полу-струны связанные с двумя разными границами $B^\pm(r^\pm)$, потенциалами A_μ^\pm и конгруэнциями k_μ^\pm формируют две петли Вильсона C^\pm , ЧЕРНУЮ и БЕЛУЮ.

Релятивистская струна Намбу-Гото образует минимальную 2d поверхность в 4d пространстве $x^\mu(\sigma, \tau) = X_L^\mu(\tau + \sigma) + X_R^\mu(\tau - \sigma)$, где $\tau = \omega t$, и $\sigma = \omega\phi_K$, как сумму двух полу-струн на границе электронно-позитронного вакуума: БЕЛОЙ (излучающей) и ЧЕРНОЙ (поглощающей). Обе полу-струны располагаются на соответствующих границах фазового перехода Ландау-Гинзбурга к сверхпроводящему вакууму. (АБ 2010-2018 [28, 34])

Решение сингулярно, и тензор энергии-импульса расходится – избыток энергии сингулярного кольца Керра требует регуляризацию!

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ Лопеза. Лопез [5] удаляет избыток энергии сингулярного кольца Керра путем обрезания ЭМ и гравитационного поля при $r < r_e = e^2/2m$. При этом, экваториальный диск Керра приобретает толщину $\delta = e^2/2m$, формируя вакуумное ЯДРО электрона (см.Рис.2) с отношением толщины к радиусу $\delta/a \sim 1/137$.

Представляя функцию H в метрике Керра-Шильда (2) в виде

$$H = 2\frac{mr}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta} - 2\frac{e^2}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta}, \quad (3)$$

мы видим, что она соответствует сумме вкладов энергии гравитационного поля $2\frac{mr}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta}$ и энергии электромагнитного поля $2\frac{e^2}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta}$. При $r = r_e = e^2/2m$ эти вклады взаимно сокращаются, и электромагнитный вклад массу электрона КН полностью компенсируется гравитационным вкладом.

Экваториальный диск приобретает толщину $\sim a/137$, Рис.2, и становится сверхпроводящим ЯДРОМ электрона КН – зоной пересечения *прошлого* и *будущего*, а также границей действия классической гравитации, переход к КЭД и суперсимметрии.

При $r = r_e = e^2/2m$ внешнее ЕМ поле приравнивается к гравитационному, и **сингулярный избыток энергии перетекает на второй (позитронный) лист КН**, порождая границу ЯДРА. $r > r_e$ – классическое решение, $r < r_e$ – зона суперсимметрии и сверхпроводимости, где смешиваются прошлое и будущее. r_e^+ и r_e^- – две границы вакуумного ядра электрона КН.

ЯДРО электрона имеет входящую D^+ и выходящую D^- стороны с двумя одномерными границами C^\pm , на которых входящее и уходящее векторные поля $A^{\pm max}(C)$ концентрируются в виде струнных δ -распределений – петель Вильсона, затягиваемых гравитационным полем Керра [30, 21]. Струнные вклады в массу электрона от петель Вильсона взаимно компенсируются, но они порождают вакуумное ядро электрона КН, как сильную магнитно связанную пару монополя и антимонполя.

Масса электрона, как обычно [25, 27] определяется статическими компонентами запаздывающего потенциала на границе $r = r_e = e^2/2m$.

Топология решения КН. В 1985г Б. Пунсли показал в [8], что двулистная структура источника решения КН связана с двулистной топологией "бутылки Кляйна" и генерируется двойным проективным отображением, $S^{2+} \rightarrow RP^{2+}$ и $S^{2-} \rightarrow RP^{2-}$. Проективные границы белого и черного листа решения Керра описывают две полусферы: будущего, $S^{2+} \rightarrow RP^{2+}$, и прошлого, $S^{-} \rightarrow RP^{2-}$, которые, соединяясь на экваториальной плоскости *лентой Мёбиуса*, образуют две половины неориентируемой поверхности бутылки Клейна с одной двузначной границей, лежащей на экваториальной плоскости диска Керра. Электрон КН является классическим стационарным решением, с угловым моментом $J = ma = \hbar/2$ и радиусом a (1), равным половине длины волны Комптона.

Проективные отображения $S^{2+} \rightarrow RP^{2+}$ и $S^{2-} \rightarrow RP^{2-}$ относятся прошлому и будущему решения КН, с точками проекции $t = -\infty$ и $t = +\infty$, что соответствует известной модели **релятивистски вращающегося диска, в системе собственного времени согласно [25]**.

Механическая масса у струны отсутствует $m_{str} = 0$. Пространственные компоненты входящего и уходящего потенциалов A_i^{\pm} , $i = 1, 2, 3$ затягиваются гравитационным полем КН, формируя петли Вильсона, как **две полу-струны**, которые согласно теореме Стокса порождают пару **монополя-антимонполя – суперсимметричное вакуумное ядро электрона КН**.

Струны электрона КН. Хотя безмассовая кольцевая струна электрона КН как обычно удовлетворяет уравнениям Намбу-Гото, она существенно отличается от струн используемых в известной теории суперструн тем, что *она является классической и порождает массу вращением*, т.е. недопустимыми в теории суперструн продольными модами. Такие струны рассматривались в [38, 36] как некритические модели классической струны Намбу-Гото.

Инстантон. Внешний наблюдатель связан с ядром электрона сверхсветовым лучем, и электрон выглядит для него как центральная точка релятивистского диска, скрывающегося в (полу)замкнутом мире Маркова-Станюковича. Преобразование Вика переводит решение КН в евклидову метрику **инстантона**, соединяя решения для прошлого и будущего в некоторой области их пересечения, которая и является суперсимметричным ядром электрона КН.

Излучающий ЭМ волны электрон как минимальная приемо-передающая адаптивная система. Электрон КН не имеет горизонта. Он является двулистным решением, которое как принимает так и излучает ЭМ поле (см. в статье UFN2024 раздел 5, и ссылку 59 на доклад в Протвино, а также труды предыдущей конференции PIRT 20236: Буринский А.Я. и Измайлов Г.Н., Электрон Керра-Ньюмана как адаптивная система, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, Вып. 3-4, 38-45, (2023).) . Электрон КН представляет собой элементарную приемо-передающую адаптивную систему, действующую согласно принципу наименьшего действия, что подтверждается известным квантовым эффектом с двумя щелями.

Выводы Электрон КН решает 3 главных вопроса: 1) модель электрона КН решает основную проблему квантовой теории – дуализм волны и частицы, формируя волновую функцию при фиксированном времени $t = const$. как вектор состояния в представлении Гайзенберга, который преобразуется в точечный электрон в представлении Шредингера;

2) струнная система электрона КН является классической, и основную роль играют продольные моды возбуждения, недопустимые в квантовых суперструнах;

3) гравитация КН *не является слабым взаимодействием* – затягивая пространство на **КОМТОНОВСКОМ** (а не планковском!) масштабе, гравитация "одевает" петли Вильсона, формируя взаимодействие с сильной магнитной связью электронно-позитронного вакуума.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Список литературы

- [1] Carter B , Global structure of the Kerr family of gravitational fields // *Phys. Rev.* **174** 1559 (1968).
- [2] Newman E T , Janis A I , Note on the Kerr Spinning-Particle Metric. // *J. Math. Phys.* , **6** 915 (1965), doi:10.1063/1.1704350.
- [3] Debney G. C., Kerr R. P. and Schild A. 1969 *J. Math. Phys.* **10** 1842
- [4] Israel W. 1970 Source of the Kerr metric *Phys. Rev. D* **2** 641
- [5] López C A 1984 An Extended Model Of The Electron In General Relativity *Phys. Rev. D* **30** 313
- [6] Burinskii A.Ya. Microgeons with spin. // *Sov. Phys. JETP* - 1974. - Vol. **39**. - P. 193.
- [7] Ivanenko D D and Burinskii A Ya , Gravitational strings in the models of elementary particles, // *Izv. Vuz. Fiz.* **5**, 135 (1974).
- [8] Punsly, B. A physical interpretation of the Kerr solution. *J. Math. Phys.* **1985**, *26*, 1728.
- [9] Burinskii A. String-like Structures in the Complex Kerr Geometry, In: The Fourth Hungarian Relativity Workshop, org. R.P. Kerr and Z. Perjés, Gardony, 12-17 July 1992, Preprint NSI-8-93; gr-qc/9303003
- [10] Arcos H I and Pereira J G , Kerr-Newman solution as a Dirac particle. // *Gen. Rel. Grav.* **36** 2441 , (2004).
- [11] Dymnikova I , *Spinning superconducting electrovacuum soliton Phys. Lett. B* **639** 368 (2006).
- [12] Burinskii A , Gravitating lepton bag model // *JETP (Zh. Eksp. Teor. Fiz.)* **148(8)** , 228 (2015), arXiv:1505.03439.

- [13] Burinskii A , Stability of the lepton bag model based on the Kerr-Newman solution // *JETP (Zh. Eksp. Teor. Fiz.)* **148** 937 (2015).
- [14] Burinskii A , Source of the Kerr-Newman solution as a supersymmetric domain-wall bubble: 50 years of the problem // *Phys Lett. B* **754**, 99 (2016).
- [15] Burinskii A , The Dirac Electron Consistent with Proper Gravitational and Electromagnetic Field of the Kerr-Newman Solution // *Galaxies* **9** 18 (2021), doi:10.3390/galaxies9010018.
- [16] Burinskii A , Appell's Correspondence Unifies Gravity with Quantum Theory, *Gravitation and Cosmology*, **28** (4), 342 (2022), Pleiades Publishing, Ltd. DOI: 10.1134/S0202289322040065
- [17] Burinskii A , Gravitating Electron Based on Overrotating Kerr-Newman Solution // **Universe** **8** , 553 (2022), <https://doi.org/10.3390/universe8110553>
- [18] Arkani-Hamed N , Huang Y-t and O'Connell D , Kerr Black Holes as Elementary Particles // *J. High Energ. Phys.* **46** (2020).
- [19] Garrigues-Baixauli J , Discrete Model of Electron *Applied Physics Research*, **11** (6) (2019).
- [20] Schmekel B S, Quasi-Local Energy of a Charged Rotating Object Described by the Kerr-Newman Metric // *Phys. Rev. D* **100** 124011 (2019).
- [21] Burinskii A. Решение Керра-Ньюмана объединяет гравитацию с квантовой теорией // *УФН* **194** (10), 1095 (2024).
- [22] Hamity V. , An interior of the Kerr metric // *Phys. Lett. A* **56** 77 (1986).
- [23] Penrose R On the Gravitization of Quantum Mechanics I: Quantum State Reduction *Found Phys* **44** 557-575 (2014).

- [24] Wess J. and Bagger J. 1983 *Supersymmetry and Supergravity*, Princeton Univ. Press, New Jersey.
- [25] Landau L. D. and Lifshitz E. M. 1962 *Course of Theoretical Physics (Volume 2): The Classical Theory of Fields*, 2nd ed.
- [26] Landau L. D. and Lifshitz E. M. 1965 *Course of Theoretical Physics (Volume 3): Quantum Mechanics*, Third ed. 1977.
- [27] Weisskopf V. F. (1949) Recent Developments in the Theory of the Electron *Rev. Mod. Phys.* **21** 305
- [28] Regularized Kerr-Newman Solution as a Gravitating Soliton, *J. Phys. A: Math. Theor.* **43** (2010) 392001
- [29] Bjorken J D and Drell S D , // *Relativistic Quantum Fields*, Vol. **2** McGraw-Hill Book Company - 1965.
- [30] Burinskii A , A Bare and Gravitationally Dressed Electron Based on Kerr-Newman Black Hole Solution , *Physics of Particles and Nuclei*, **54** 6 , 1033–1038 (2023), Open access publication.
- [31] Burinskii A. , Elizale E., Hildebrandt S., Magli G. Regular sources of the Kerr-Schild class for rotating and nonrotating black hole solutions *Phys. Rev.* **D 65** 064039 (2002).
- [32] Misner Ch W , Thorne K S and Wheeler J A *Gravitation* // San Francisco: Freeman W. H. and Company - 1973.
- [33] Ginzburg V.L.; Landau L.D. On the Theory of Superconductivity. *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **1950**, *20*, 1064. English translation in: Landau, L.D. Collected papers (Oxford: Pergamon Press, **1965**, p. 546).
- [34] Burinskii A , Supersymmetric bag model for unification of gravity with spinning particles *Phys. of Part. and Nucley* **49**(5) 958 (2018).

- [35] Schwarz J , *The Early History of String Theory and Supersymmetry*, CALT-68-2858 [arXiv:1201.0981]
- [36] Patrascioiu A , Quantum Dynamics of a Massless Relativistic Strings (*Nucl.Phys.* **B81** 525 (1974).
- [37] P. Goddard, J. Goldstone, C. Rebbi and C.B. Thorn, Quantum Dynamics of a Massless Relativistic String, Nuclear Physics, **B56** 109-135 (1973),
- [38] W. A. Bardeen, I. Bars, A. Hanson and R. D. Peccei, Study of the longitudinal kink model of the string, Phys. Rev. **D 13**, 2364 (1976),
- [39] Burinskii A , Complex Kerr geometry and nonstationary Kerr solution *Phys. Rev.* **D 67** 124024 (2003).
- [40] Burinskii A , Twistor Analiticity and Three Stringy Systems of the Kerr Spinning Particle, *Phys. Rev.* **D 70** 086006 (2004).
- [41] Burinskii A , Axial Stringy System of the Kerr Spinning Particle *Grav.Cosmol.* **10** 50 (2004).
- [42] Burinskii A , 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 , IHEP, Protvino, (2004) , arXiv: hep-th/0402114.