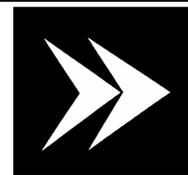


## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ



УДК 530.12

DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4\(125\).123](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4(125).123)

## СИММЕТРИЯ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ

Я.И.Грановский

## BLACK HOLE SYMMETRY

Ya.I.Granovsky

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, yagran1931@gmail.com*

В развитие идеи проф. 'т Хофта в качестве группы симметрии Чёрной Дыры предлагается конформная группа  $SL(2, \mathbb{C})$  и рассмотрены как её связи с другими свойствами Чёрной Дыры, так и некоторые её следствия.

**Для цитирования:** Грановский Я.И. Симметрия чёрной дыры // Вестник НовГУ. Сер.: Технические науки. 2021. №4(125). С. 123. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4\(125\).123](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4(125).123)

As a follow-up to the idea of professor 'tHooft, the conformal group  $SL(2, \mathbb{C})$  is proposed as the symmetry group of the Black Hole; and both its connections with other properties of the Black Hole and some of its consequences are considered.

**For citation** Granovsky Ya.I. Black hole symmetry // Vestnik NovSU. Issue: Engineering Sciences. 2021. №4(125). P.123. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4\(125\).123](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.4(125).123)

Пять лет назад профессор 'т Хофт (нобелят-1999) заявил: «чёрная дыра — это атом водорода 21-го века» [1].

В текущем году авторы статьи [2], рассматривая чёрную дыру (ЧД) Керра, обнаружили в ней скрытую симметрию — алгебру  $SL(2, R)$ . Эта алгебра изоморфна алгебре атома водорода  $O(1, 2)$ , открытой Ю.Б.Румером в 1970 г. [3].

Оказывается, симметрия «чёрной дыры» совпадает с симметрией атома водорода. Это подтверждает предвидение 'т Хофта.

Следует, однако, иметь в виду, что  $O(1, 2)$  — это симметрия *нерелятивистского* атома водорода, тогда как полная динамическая группа водорода  $SL(2, \mathbb{C})$  существенно шире: наряду с  $SL(2, R)$  она включает группу Лорентца  $O(3, 1)$ , группу В.Фока  $O(4)$ , группу Румера  $O(1, 2)$ , инверсии и сдвиги.

Поэтому тезис 'т Хофта может быть расширен: симметрией ЧД является алгебра  $SL(\mathbb{C})$ . Она имеет ряд приятных свойств: имея ранг 3, она располагает тремя взаимно коммутирующими генераторами  $H_a$  (обозначение Э.Картана), чьи собственные значения можно отождествить с массой  $M$ , моментом  $J$  и зарядом  $Q$ . Согласно  $SL(2, R)$ , каждый из них генерирует свою «лестницу» состояний с однородным спектром  $\eta = \eta_0 + r_a n$  ( $r_a$  — корневой вектор соответствующей подалгебры). Это очевидно для  $J$  и  $Q$ , но требует экспериментального подтверждения для  $M$ . Попутно подчеркнём, что квантование заряда появляется самым естественным образом. Параметр  $\eta$ , определяющий вид спектра, в атоме водорода равен  $Ze^2/\hbar v$ , в ЧД ему соответствует  $GM^2/\hbar c$ . Бесконечномерный

спектр обусловлен *некомпактностью* мета-алгебры  $SL(2, R)$ , *компактная* алгебра В.А.Фока  $O(4)$  не имеет к этому отношения.

Фактически  $SL(2, R)$  только обозначениями отличается от алгебры В.Гейзенберга  $U(1, 1)$  с ее однородным спектром  $\varepsilon_n = \varepsilon_0 + n\hbar\omega$  и планковским распределением фотонов  $n = \left[ \exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) - 1 \right]^{-1}$ . Имен-

но эта *алгебраическая* причина приводит к тепловому спектру фотонов, излучаемых в эффекте Хокинга [4].

1. 't Hooft G, The quantum black hole as a hydrogen atom // arXiv:1605.05119 [gr-qc].
2. Charalambous S., Dubovsky S., Ivanov M. Hidden symmetry of vanishing Love numbers // Phys. Rev. Lett. 2021. Vol.127. Article number: 101101. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.101101>
3. Дмитриев В.Ф., Румер Ю.Б. Алгебра  $O(2, 1)$  и атом водорода // ТМФ. 1970. Т.5(2).С.276-279.
4. Hawking S.W. Black hole explosions? // Nature. 1974. Vol.248. P.30-31. DOI: <https://doi.org/10.1038/248030a0>

## References

1. 't Hooft G, The quantum black hole as a hydrogen atom. arXiv:1605.05119 [gr-qc].
2. Charalambous S., Dubovsky S., Ivanov M. Hidden symmetry of vanishing Love numbers. Physical Review Letters, 2021, vol. 127, article no. 101101. doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.101101>
3. Dmitriev V. F., Rumer Yu. B.  $O(2, 1)$  algebra and the hydrogen atom. Theoretical and Mathematical Physics, 1970, vol. 5, no. 2, pp. 1146-1149.
4. Hawking S. W. Black hole explosions? Nature, 1974, vol. 248, p. 30-31. doi:10.1038/248030a0