

УДК 94(537.87:621.39)Оливер Хевисайд



Геворкян С.Г.

«Первый из последователей Максвелла»: к прочтению статьи Оливера Хевисайда «Гравитационная и электромагнитная аналогия» (1893)

Геворкян Сергей Георгиевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, АО «Фундаментпроект», Москва

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7701-6209>

E-mail: sergey-g-gevorkyan@j-spacetime.com; Sergev99@yandex.ru

Представлено краткое изложение научной биографии выдающегося физика, математика и инженера Оливера Хевисайда, результаты исследований которого внесли радикальные изменения в современную науку.

Ключевые слова: Хевисайд; Максвелл; Герц; уравнения Максвелла; слой Хевисайда-Кеннелли; радиоволны; электромагнитное поле; гравитационное поле.

Это достойный восхищения пример жизни, целиком посвящённой науке, пример столь редкий в истории человечества.

Жозеф Бетено, вице-президент Французского общества инженеров-электриков¹

Выдающийся физик, математик и инженер Оливер Хевисайд (1850–1925) родился в Лондоне, в семье художника и был младшим из четырех его сыновей. На характере и, соответственно, судьбе будущего учёного серьёзным образом сказались проблемы с его слухом, сильно пострадавшим в результате скарлатины, перенесённой им в раннем детстве. Слабый слух Хевисайда создавал ему большие трудности в общении с окружающими в течение всей его последующей жизни.

Оливер приходился племянником известному физiku, другу лорда Кельвина и Майкла Фарадея сэру Чарльзу Уитстону², создателю первой в Англии действующей телеграфной линии, изобретателю стереоскопа и автору устройства для измерения электрического сопротивления, ныне известного как «мостик Уитстона». Как можно судить, влияние на племянника личности и научных интересов Уитстона, получившего отнюдь не элитарное образование³, но активно занимавшегося самообразованием и уже в юные годы проявившего склонность к изобретательству, оказалось весьма существенным. В свою очередь, и



Оливер Хевисайд (Oliver Heaviside, 1850–1925). Фото ок. 1900 г.



Сэр Чарльз Уитстон (Sir Charles Wheatstone, 1802–1875), дядя О. Хевисайда. Фото ок. 1850 г.

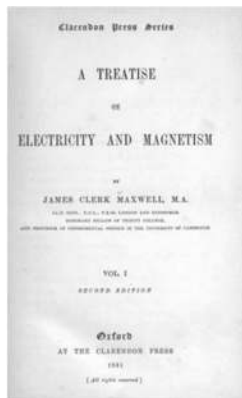
¹ Bethenod J. "Notes sur Oliver Heaviside." *Bulletin de la Société Française des Electriciens* 5 (1925): 232–239.

² Сэр Чарльз был женат на сестре матери Оливера Хевисайда.

³ Ч. Уитстон, родившийся в семье торговца музыкальными принадлежностями, впоследствии учителя музыки, до переезда в Лондон проучился сначала в сельской школе, а затем в нескольких далеко не самых престижных школ английской столицы (из одной такой школы Уитстон бежал, но неудачно).



Джеймс Клерк Максвелл
(James Clerk Maxwell, 1831–1879)



Титульный лист первого тома второго издания «Трактата по электричеству и магнетизму» (1881)

442 MEASUREMENT OF RESISTANCE. [351.]

original coils b and c , and in this way we can continually increase the accuracy of the comparison.

The adjustment by means of the wire with sliding contact piece is more quickly made than by means of a resistance box, and it is capable of continuous variation.

The battery must never be introduced instead of the galvanometer into the wire with a sliding contact, for the passage of a powerful current at the point of contact would injure the surface of the wire. Hence this arrangement is adapted for the case in which the resistance of the galvanometer is greater than that of the battery.

When γ , the resistance to be measured, a the resistance of the battery, and α the resistance of the galvanometer, are given, the best values of the other resistances have been shewn by Mr. Oliver Heaviside (Phil. Mag. Feb. 1873) to be

$$c = \sqrt{a\alpha},$$

$$b = \sqrt{a\gamma \frac{a+\gamma}{a+\alpha}},$$

$$\beta = \sqrt{a\gamma \frac{a+\gamma}{\alpha+\gamma}}.$$

On the Measurement of Small Resistances.

351.] When a short and thick conductor is introduced into a circuit its resistance is so small compared with the resistance occasioned by unavoidable faults in the connexions, such as want of contact or imperfect soldering, that no correct value of the resistance can be deduced from experiments made in the way described above.

The object of such experiments is generally to determine the specific resistance of the substance, and it is resorted to in cases when the substance cannot be obtained in the form of a long thin wire, or when the resistance to transverse as well as to longitudinal conduction has to be measured.

Fig. 34.

Sir W. Thomson* has described a method applicable to such cases, which we may take as an example of a system of nine conductors.

* Proc. R. S., June 6, 1861.

Страница из первого тома второго издания «Трактата по электричеству и магнетизму» Дж.К. Максвелла со ссылкой на работу О. Хевисайда

Хевисайд университетского образования не получил, а школу, несмотря на хорошую успеваемость, оставил в шестнадцатилетнем возрасте и далее своим образованием занимался в самостоятельно – как вскоре выяснилось, исключительно успешно. Спустя всего шесть лет, в 1872 г., Оливер Хевисайд опубликовал свою первую статью по электричеству, а через год – вторую, посвящённую «мостику Уитстона»¹. На эту-то статью и обратил внимание сам великий Дж.К. Максвелл, упомянувший о ней в первом томе второго издания своего «Трактата по электричеству и магнетизму»².

Научными исследованиями Хевисайд занимался у себя дома, в своей домашней лаборатории.

Вклад, внесённый им в науку, колоссален.

Так, Хевисайд разработал понятие вектора и создал векторный анализ. Он создал метод операционного исчисления, позволяющий с помощью достаточно простых приёмов решать сложные математические задачи, а также ввёл в математику новую кусочно-постоянную функцию, которая ныне широко используется в математическом аппарате теории управления и теории обработки сигналов. Её теперь так и называют – функцией Хевисайда. К слову, функция Хевисайда является первообразной³ для ещё одной замечательной функции – дельта-функции Дирака.

Хевисайд решил ряд важных задач электродинамики. В частности, он получил точное решение уравнений Максвелла для поля равномерно движущегося заряда. Он показал, что масса заряженной частицы изменяется со скоростью её движения. Он предсказал, что если скорость электрического заряда становится больше скорости света в среде, в которой движется данный заряд, то при этом должно возникать характерное излучение⁴. Экспериментально это излучение было обнаружено в 1934 г. Павлом Черенковым, проводившим в лаборатории С.И. Вавилова исследования люминесценции жидкостей под воздействием гамма-лучей. Теперь оно называется излучением Вавилова-Черенкова, а сам П.А. Черенков и создатели теории этого явления И.Е. Тамм и И.М. Франк получили в 1958 г. Нобелевскую премию по физике «за открытие и истолкование эффекта Черенкова».

Хевисайд создал теорию передачи электрических сигналов на дальние расстояния. Он был первым, кто ввёл магнитные заряды и магнитные токи в электродинамику Максвелла⁵.

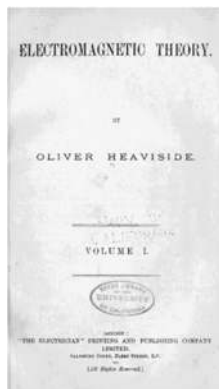
¹ Heaviside O. "On the Best Arrangement of Wheatstone's Bridge for Measuring a Given Resistance with a Given Galvanometer and Battery." *Philosophical Magazine* 45.298 (1873): 114–120.

² Maxwell J.C. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1881, volume I, p. 442.

³ Первообразной функцией данной функции $f(x)$ называют такую функцию $F(x)$, производная которой на всей области определения равна $f(x)$.

⁴ Болотовский Б.М. Оливер Хевисайд (1850–1925). М.: Наука, 1985; Болотовский Б.М., Быков В.П. Излучение при сверхсветовом движении зарядов // Успехи физических наук. 1990. Т. 160. Вып. 6. С. 141–161; Nahin P.J. *Oliver Heaviside: The Life, Work, and Times of an Electrical Genius of the Victorian Age*. Baltimore and London: John Hopkins University Press, 2002.

⁵ Heaviside O. *Electromagnetic Theory*. London: The Electrician Printing and Publishing Co., Ltd., 1893, volume I.



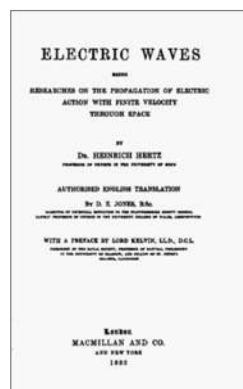
Титульный лист первого тома первого издания труда О. Хевисайда «Электромагнитная теория» (1893)



Генрих Рудольф Герц (Heinrich Rudolf Hertz, 1857–1894)



Титульные листы первого немецкого (слева) и английского (справа) изданий труда Г. Герца «Исследования о распространении электрической силы»



Артур Эдвин Кеннелли (Arthur Edwin Kennelly, 1861–1939)

Максвелл в своём трактате¹ не использовал векторных обозначений и записывал свои уравнения в довольно громоздком виде. Современная форма уравнений Максвелла появилась около 1884 г. после работ Хевисайда и Герца. Они не только переписали систему уравнений Максвелла в векторном виде, но и симметризовали её, переформулировав в терминах поля. Эта новая формулировка дала четыре векторных уравнения, известных теперь как уравнения Максвелла², причём Герц особо отмечал, что приоритет в этой работе принадлежит именно Хевисайду. Так, в своей монографии «Исследования о распространении электрической силы» (1892) Герц пишет об уравнениях Максвелла следующее:

«Всё-таки, незавершенность формы упомянутых уравнений создаёт большие трудности для приложения теории Максвелла в специальных случаях. В связи с такими приложениями я некоторое время назад вынужден был прийти к необходимости проанализировать формулы Максвелла и отделить их сущностный смысл от той частной формы, в которой они впервые появились. Результаты, к которым я пришел, изложены в настоящей работе. Мистер Оливер Хевисайд работал в том же направлении еще с 1885 года. Из уравнений Максвелла он удалил те же символы, что и я; и простейшая форма, которую эти уравнения тем самым обрели, по сути дела та же самая, к какой пришел я. В этом отношении, следовательно, мистер Хевисайд обладает приоритетом»³.

Система уравнений Максвелла в формулировке Герца и Хевисайда некоторое время так и называлась – уравнениями Герца-Хевисайда⁴. Альберт Эйнштейн в своей статье «К электродинамике движущихся тел»⁵ называл их уравнениями Максвелла-Герца. В наши дни в научной литературе их иногда называют также уравнениями Максвелла-Хевисайда⁶.

Исследуя возможность распространения радиоволн вокруг Земли, Хевисайд в 1902 г. предположил существование в земной атмосфере ионизованного слоя. Независимо от Хевисайда к таким же выводам пришёл американский инженер-электрик Артур Кеннелли⁷, проводивший эксперименты по дальней радиосвязи⁸. Этот слой было экспериментально обнаружен в 1924 г. английскими физиками Э. Эпплтоном⁹ и М. Барнеттом. Они подтвердили существование в земной атмосфере на высоте более 50 км ионизованного слоя, предсказанного Хевисайдом и Кеннелли. Этот слой, играющий важную роль в распространении средних и коротких радиоволн, называют в наши дни слоем E ионосферы, а

¹ Maxwell J.C. *Op. cit.* Oxford: Clarendon Press, 1873, volume 1.

² Болотовский Б.М. Указ. соч.; Nahin P.J. *Op. cit.*

³ Цит. по официальному английскому переводу: Hertz H.R. *Electric Waves: Being Researches on the Propagation of Electric Action with Finite Velocity Through Space.* London: Macmillan, 1893. 196–197.

⁴ Nahin P.J. *Op. cit.*

⁵ Einstein A. "Zur Elektrodynamik der bewegter Körper." *Ann. Phys.* 17 (1905): 891–921.

⁶ Evans M.W. "O(3) Electrodynamics." *Modern Nonlinear Optics.* New York: John Wiley and Sons Inc., 2001, part ii. 79–268.

⁷ Артур Эдвин Кеннелли в 1887–1894 был главным ассистентом Томаса Алва Эдисона; впоследствии стал профессором Гарвардского университета (1902–1930); преподавал электротехнику в Массачусетском технологическом институте (1913–1924).

⁸ Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М.: Наука, 1988.

⁹ Appleton E. "Address at the Heaviside Centenary Meeting." *The Heaviside Centenary Volume.* London: Institution of Electrical Engineers, 1950, p. 3; Appleton E.V., Barnett M.A.F. "Local Reflection of Wireless Waves from the Upper Atmosphere." *Nature* 115.2888 (1925): 333–334; Idem. "On Some Direct Evidence for Downward Atmospheric Reflection of Electric Rays." *Proceedings of Royal Society A. Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 109.752 (1925): 621–641.



Сэр Эдвард Виктор Эпплтон
(Sir Edward Victor Appleton,
1892–1965).



Аверс Медали Фарадея
(Michael Faraday Medal)



Олег Дмитриевич Ефименко
(Oleg D. Jefimenko, 1922–2009)

также слоем Хевисайда-Кеннелли. В 1926 г. Э. Эпплтон открыл второй, более высокий отражающий слой (F-слой ионосферы, или слой Эпплтона), обеспечивающий распространение коротких радиоволн вокруг земного шара¹.

Глубоко заблуждаются те авторы, которые называют Оливера Хевисайда «забытым» и «ныне неизвестным» – утверждение же А.М. Борка о том, что якобы «даже специалисты по истории физики почти полностью забыли о роли Хевисайда», а «работы Хевисайда сейчас известны мало»², являются не чем иным, как фигурой речи, приведённой в очевидно апологетическом контексте. Заслуги Хевисайда перед наукой столь велики, что «забыть» его просто невозможно. Хевисайд хорошо известен во всём мире любому специалисту в области физики или математики.

Ещё при своей жизни Оливер Хевисайд пользовался большим авторитетом и уважением в научном мире. В 1891 г. в знак признания вклада учёного в математическое описание электромагнитных явлений Лондонское Королевское общество³ избрало его своим членом. В 1899-м он был избран почетным членом Американской академии искусств. В 1905 г. Хевисайд стал доктором *honoris causa* Гёттингенского университета; при этом, в решении о присвоении ему почётной степени он был назван «первым из последователей Максвелла»⁴. В 1908 г. Хевисайд был избран почетным членом Британского Института инженеров-электриков, а в 1919 г. – Американского Института инженеров-электриков. В 1922 г. Британский Институт инженеров-электриков учредил Медаль Фарадея, которая с тех пор ежегодно присуждается выдающимся деятелям науки⁵. Первую Медаль Фарадея получил Оливер Хевисайд.

Еще в 1893 г. в своей статье «Гравитационная и электромагнитная аналогия», опубликованной в журнале *The Electrician* («Электрик»), Хевисайд отметил возможность существования аналогии электромагнитного и гравитационного полей, предложил уравнения гравитации, по форме аналогичные уравнениям Максвелла для электромагнитного поля, и задолго до создания теории относительности сделал вывод, что скорость распространения гравитационного воздействия должна быть такой же, как и скорость света⁶. Впоследствии, уже в конце XX в., было показано, что в слабом гравитационном поле из основных уравнений общей теории относительности можно вывести гравитационные аналоги уравнений электромагнитного поля, которые имеют тот же вид, что и уравнения Хевисайда⁷. Примерно в это же время профессор Университета Западной Виргинии (США) Олег Ефименко (Oleg D. Jefimenko, 1922–2009) предложил обобщение теории всемирного тяготения Ньютона, зависящее от времени⁸. Его обобщение теории Ньютона основано на предположении существования

¹ Спустя почти 20 лет, в 1947 г., Эдвард Эпплтон получил за это открытие Нобелевскую премию по физике с формулировкой «За исследования физики верхних слоёв атмосферы, в особенности за открытие так называемого слоя Эпплтона».

² Bork A.M. "Physics just before Einstein." *Science* 152.3722 (1966): 597–603. На русском языке: Борк А. Физика перед возникновением специальной теории относительности // Успехи физических наук. 1968. Вып. 94. С. 167–180. Цитируемый пассаж приведён по русскому переводу (с. 174).

³ Лондонское Королевское общество по развитию знаний о природе (The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge) – ведущее научное общество Великобритании, одно из старейших и авторитетнейших научных обществ в мире. В соответствии с девизом Общества («Nullius in verba» – «Ничего со слов», лат.), доказательством должны служить эксперименты и расчёты, но никак не слова авторитетов.

⁴ Bork A.M. *Op. cit.*

⁵ На сегодняшний день в число награждённых Медалью Фарадея входят 14 лауреатов Нобелевской премии, в частности, Дж.Дж. Томсон, Э. Резерфорд, П.Л. Капица, И. Ленгмюр, Э. Эпплтон, Дж. Чедвик, Дж. Кокрофт и др.

⁶ Heaviside O. "A Gravitational and Electromagnetic Analogy. Part I." *The Electrician* 31 (1893): 281–282; Idem. "A Gravitational and Electromagnetic Analogy. Part II." *Ibid.*: 359.

⁷ Mashhoon B., Gronwald F., Lichtenegger H.I.M. "Gravitomagnetism and the Clock Effect" *Lecture Notes in Physics* 562 (2001): 83–108; Clark S.J., Tucker R.W. "Gauge Symmetry and Gravito-electromagnetism." *Classical and Quantum Gravity*. 17 (2000): 4125–4157.

⁸ Jefimenko O.D. *Causality, Electromagnetic Induction, and Gravitation: A Different Approach to the Theory of Electromagnetic and Gravitational Fields*. 2nd ed. Star City: Electret Scientific Company, 2000; Ефименко О.Д. Ретардика и гравитация // Поиск математических закономерностей Мироздания: физические идеи, подходы, концепции. Избранные труды V Сибирской междисциплинарной конференции по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (Новосибирск, 28–31 июля 2002 г.) / Ред. М.М. Лаврентьев. Т. 2. Новосибирск: Гео, 2002. С. 25–48.

второго гравитационного поля, «ко-гравитационного» или «поля сторонней силы тяжести». В рамках этой теории, названной Обобщенной теорией гравитации (ОТГ), Ефименко вывел уравнения гравитационного поля, аналогичные по форме дифференциальным уравнениям Максвелла. Тем самым, Ефименко получил вариант гравитационной теории, которую почти за сто лет до него Оливер Хевисайд сформулировал в своей статье в *The Electrician*.

Ниже мы приводим перевод этой замечательной статьи Хевисайда, которая пока ещё не публиковалась на русском языке. Перевод выполнен нами по английскому оригиналу, опубликованному в *The Electrician* (1893, vol. 31, pp. 281–282, 359) и впоследствии воспроизведённому в монографии О. Ефименко¹. Примечания к статье, сделанные О. Хевисайдом и О. Ефименко, сохранены; опечатки, обнаруженные в оригинале статьи, нами исправлены.

Предваряя перевод, считаем также необходимым обратить внимание читателей на следующие обстоятельства.

Во-первых, в публикуемой статье (как и в других своих работах) Хевисайд употребляет термин «эфир». В соответствии с воззрениями его времени, предполагалось, что электромагнитные волны распространяются в именуемой эфиром особой среде, которая заполняет собой вакуум. Поэтому, описывая распространение электромагнитных волн в вакууме, Хевисайд пишет об их распространении в эфире. Но, как справедливо отмечает российский биограф Оливера Хевисайда проф. Б.М. Болотовский, «математический аппарат теории Максвелла не зависел от такой словесной замены, поэтому все результаты, полученные Хевисайдом, и сейчас являются правильными, надо только иметь в виду, что представления того времени о существовании некоторой особой светонесущей среды – механического эфира – оказались несостоятельными. Поэтому, читая Хевисайда, всякий раз, когда попадается слово “эфир”, надо его заменять на слово “вакуум”»².

Во-вторых, надо иметь в виду, что в публикуемой статье Хевисайд употребляет слово «материя» как синоним слова «вещество».

Наконец, в-третьих. Одна из характернейших черт стиля Хевисайда состоит в том, что в его работах строгое научное изложение материала чередуется с ироническими и шутливыми замечаниями автора. Об этом также всегда необходимо помнить, читая труды Оливера Хевисайда.

ЛИТЕРАТУРА

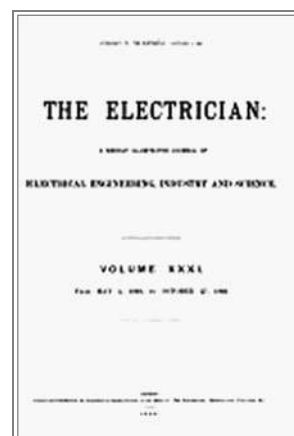
1. Болотовский Б.М. Оливер Хевисайд (1850–1925). М.: Наука, 1985. 260 с.
2. Болотовский Б.М., Быков В.П. Излучение при сверхсветовом движении зарядов // Успехи физических наук. 1990. Т. 160. Вып. 6. С. 141–161.
3. Борк А. Физика перед возникновением специальной теории относительности // Успехи физических наук. 1968. Вып. 94. С. 167–180.
4. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М.: Наука, 1988. 528 с.
5. Ефименко О.Д. Ретардика и гравитация // Поиск математических закономерностей Мироздания: физические идеи, подходы, концепции. Избранные труды V Сибирской междисциплинарной конференции по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (Новосибирск, 28–31 июля 2002 г.) / Ред. М.М. Лаврентьев. Т. 2. Новосибирск: Гео, 2002. С. 25–48.
6. Appleton E. "Address at the Heaviside Centenary Meeting." *The Heaviside Centenary Volume*. London: Institution of Electrical Engineers, 1950, p. 3.
7. Appleton E.V., Barnett M.A.F. "Local Reflection of Wireless Waves from the Upper Atmosphere." *Nature* 115.2888 (1925): 333–334.
8. Appleton E.V., Barnett M.A.F. "On Some Direct Evidence for Downward Atmospheric Reflection of Electric Rays." *Proceedings of Royal Society A. Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 109.752 (1925): 621–641.
9. Bethenod J. "Notes sur Oliver Heaviside." *Bulletin de la Société Française des Electriciens* 5 (1925): 232–239.
10. Bork A.M. "Physics just before Einstein." *Science* 152.3722 (1966): 597–603.
11. Clark S.J., Tucker R.W. "Gauge Symmetry and Gravito-electromagnetism." *Classical and Quantum Gravity*. 17 (2000): 4125–4157.
12. Einstein A. "Zur Elektrodynamik der bewegter Körper." *Ann. Phys.* 17 (1905): 891–921.

¹ Jefimenko O.D. *Op. cit.* 189–202.

² Болотовский Б.М. Указ. соч. С.144–145.



Портрет О. Хевисайда работы Френсиса Ходжа (1945), выполненный по фотографии учёного



Обложка 31-го тома журнала *The Electrician* (1893), в котором была опубликована статья О. Хевисайда «Гравитационная и электромагнитная аналогия»

13. Evans M.W. "O(3) Electrokinematics." *Modern Nonlinear Optics*. New York: John Wiley and Sons Inc., 2001, part ii. 79–268.
14. Heaviside O. "A Gravitational and Electromagnetic Analogy. Part I." *The Electrician* 31 (1893): 281–282.
15. Heaviside O. "A Gravitational and Electromagnetic Analogy. Part II." *The Electrician* 31 (1893): 359.
16. Heaviside O. *Electromagnetic Theory*. London: The Electrician Printing and Publishing Co., Ltd., 1893, volume 1. 466 p.
17. Heaviside O. "On the Best Arrangement of Wheatstone's Bridge for Measuring a Given Resistance with a Given Galvanometer and Battery." *Philosophical Magazine* 45.298 (1873): 114–120.
18. Hertz H.R. *Electric Waves: Being Researches on the Propagation of Electric Action with Finite Velocity Through Space*. London: Macmillan, 1893. 310 p.
19. Jefimenko O.D. *Causality, Electromagnetic Induction, and Gravitation: A Different Approach to the Theory of Electromagnetic and Gravitational Fields*. 2nd ed. Star City: Electret Scientific Company, 2000 212 p.
20. Mashhoon B., Gronwald F., Lichtenegger H.I.M. "Gravitomagnetism and the Clock Effect." *Lecture Notes in Physics* 562 (2001): 83–108.
21. Maxwell J.C. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Oxford: Clarendon Press, 1873, volume I. 499 p.
22. Maxwell J.C. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1881, volume I. 464 p.
23. Nahin P.J. *Oliver Heaviside: The Life, Work, and Times of an Electrical Genius of the Victorian Age*. Baltimore and London: John Hopkins University Press, 2002. 320 p.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:

Геворкян, С. Г. «Первый из последователей Максвелла»: к прочтению статьи Оливера Хевисайда «Гравитационная и электромагнитная аналогия» (1893) / С.Г. Геворкян // *Пространство и Время*. — 2017. — № 2-3-4(28-29-30). — С. 75—80. Стационарный сетевой адрес: 2226-7271provkr_st2_3_4-28_29_30.2017.23.

НАУЧНЫЙ АРХИВ

УДК 52-336:52-337: 531.5:537.8



Heaviside O.

Хевисайд О.

A Gravitational and Electromagnetic Analogy

Гравитационная и электромагнитная аналогия

Редакция журнала «Пространство и Время» представляет перевод опубликованной в 1893 г. статьи О. Хевисайда (1850–1925), выполненный кандидатом физико-математических наук С.Г. Геворкяном. Перевод публикуется впервые.

Ключевые слова: гравитация; электромагнетизм; гравитационная и электромагнитная аналогия; распространение волн; закон Ньютона; уравнения Максвелла.

PART I

[*The Electrician* 31 (1893): 281–282]

To form any notion at all of the flux of gravitational energy, we must first localise the energy. In this respect it resembles the legendary hare in the cookery book. Whether the notion will turn out to be a useful one is a matter for subsequent discovery. For this, also, there is a well-known gastronomical analogy.

Now, bearing in mind the successful manner in which Maxwell's localisation of electric and magnetic energy in his ether lends itself to

ЧАСТЬ I

[*The Electrician* 31 (1893): 281–282]

Чтобы высказать некое мнение о потоке гравитационной энергии, мы должны сначала дать определение энергии. В этом отношении она напоминает легендарного зайца из поваренной книги. Окажется ли этот взгляд полезным – это предмет для последующих исследований. Для этого случая также есть известные гастрономические аналогии.

Теперь, помня об успешном подходе, использованном Максвеллом при определении электрической и магнитной энергии в его теоретических рассужде-