

Памяти Оливера Хевисайда (1850 – 1925)

#02, февраль 2015

DOI: 10.7463/0215.0757600

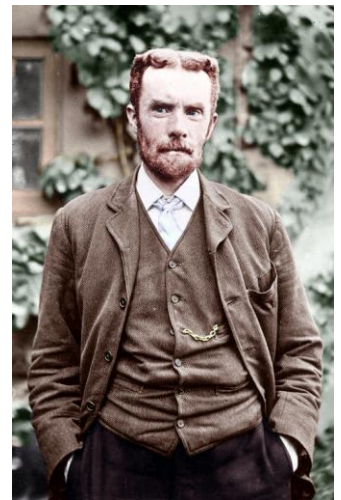
Самохин В. П.^{1,*}, Тихомирова Е.А.¹

УДК 929

¹Россия, МГТУ им. Баумана

* svp@bmstu.ru

Выдающийся английский физик и математик, замкнутый человек, выступавший с резкой критикой своих оппонентов на страницах печатных изданий, Оливер Хевисайд развил теорию электромагнитного поля Джеймса Максвелла, открыл принцип передачи сигналов на дальние расстояния, что позволило осуществить дальнюю телефонную связь, высказал идеи, предвосхитившие телевидение, радиосвязь и некоторые аспекты теории относительности Эйнштейна.



Художник Фрэнсис Ходж (1945). Портрет с фотографии Хевисайда [↗](#)

Детство и юность. Оливер Хевисайд (англ. *Oliver Heaviside*) родился 18 мая 1850 года в лондонском районе Камден (англ. *London Borough of Camden*), младшим из их четырёх сыновей семьи гравера и художника Томаса Хевисайда и Рейчел-Елизабет Вест. В детстве Оливер переболел скарлатиной,

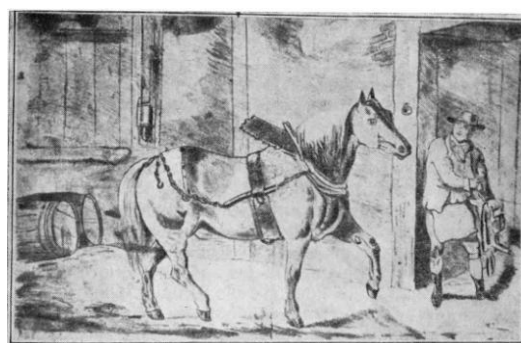
в результате чего у него серьёзно пострадал слух, и он остался слабослышащим на всю оставшуюся жизнь. Это обстоятельство серьёзно повлияло на его детство, так как из-за проблем со слухом он не мог нормально общаться с ровесниками. Оливер Хевисайд стал неуживчивым и саркастичным. С горечью вспоминая о юности, он говорил: «Она навсегда деформировала мою жизнь».



Дом, где провел детство Оливер Хевисайд
Семья занимала правую половину дома, (вход с портиком) [1]

Семья была не очень состоятельная, поэтому Оливер смог закончить только неполную среднюю школу (англ. *elementary school*), где обучались дети до 14...15 лет. В конце 1865 года Оливер был проэкзаменован по 13 предметам, в том числе по английскому, французскому и латинскому языкам, физике, химии и математике. По результатам этих экзаменов он стал пятым из более чем 500 претендентов на сдачу экзамена в колледж и первым по естественным наукам, за что ему была присуждена специальная премия. [1]

В детстве Оливер неплохо рисовал, о чем свидетельствуют рисунки, сделанные им в 11-летнем возрасте. Возможно, рисованию учил его отец, но интересы Оливера вскоре обратились от искусства к науке об электричестве. Молодой Хевисайд, не имея ни средств, ни желания получить академическое образование, в 16-летнем возрасте оставил стены учебного заведения. Он оборудовал в доме отца лабораторию, где были элементы питания, измерительные приборы, телеграфное, телефонное и другое лабораторное оборудование, занялся экспериментами по электричеству и выучил азбуку Морзе.



Упряжная лошадь
рисунок, подписанный: «Оливер Хевисайд, 11 лет»

Первая служба Хевисайда. В возрасте 18 лет Оливер отправился в Данию, где устроился работать в телеграфной компании. Получить такую работу, которая оказалась единственной оплачиваемой, помог Хевисайду его дядя, Чарлз Уитстон, который был женат на сестре матери Оливера. [2]

Чарлз Уитстон (англ. *Sir Charles Wheatstone*; 1802 – 1875) – английский физик, автор многих изобретений. В 1829 году запатентовал музыкальный инструмент *концертину*, а в 1837 получил патент на электромагнитный телеграф и создал первую действующую телеграфную линию в Англии. Это был так называемый стрелочный телеграф: стрелка на приёмнике показывала буквы алфавита, расположенные по окружности. В 1843 году предложил устройство для измерения сопротивления - измерительный мост известный так же как мост Уитстона. Кроме того, для быстрого и удобного уравновешивания моста Уитстон сконструировал 3 типа реостатов. В 1854 году изобрел биграммный шифр. Несмотря на то, что этот шифр был изобретением Уитстона, он стал известен как шифр Плейфера. Является изобретателем стереоскопа — аппарата для просмотра трёхмерных изображений.



Уитстону не составило большого труда подыскать своему племяннику работу. Оливер, по настоянию своего дяди, изучил также датский и немецкий языки в дополнение к тем языкам, которые он уже знал. Для него поступление на работу телеграфистом предполагало повторение пути, избранного его старшим братом Артуром, который был служащим частной телеграфной компании до 1870 года, когда все внутренние телеграфные службы попали под монопольный контроль Главного почтового управления Великобритании.

Хевисайд освоил специальность телеграфиста и наладчика телеграфных аппаратов и быстро продвигался по службе. После того как англо-датская линия была введена в строй, Оливер принял участие в определении ее параметров, в частности, скорости передачи по этой линии. Дело в том, что заранее рассчитать свойства линии в те годы было невозможно – не было достаточно надежной теории передачи сигнала по линии связи. Поэтому сначала прокладывали кабель, а потом определяли характеристики проложенной линии, предельная скорость передачи которых в те времена была невелика – около сотни слов в минуту (или еще ниже). Определение скорости передачи по англо-датской линии привело к удивившим Хевисайда результатам. Оказалось, что скорость передачи из Англии в Данию была на 40% выше, чем в обратном направлении. Хевисайд тогда не понимал, почему так получается, и никто не мог ему этого объяснить. Позднее, примерно через двадцать лет, Хевисайд построил полную теорию распространения сигнала по линии связи, на основе которой пропускная способность линий связи существенно возросла.

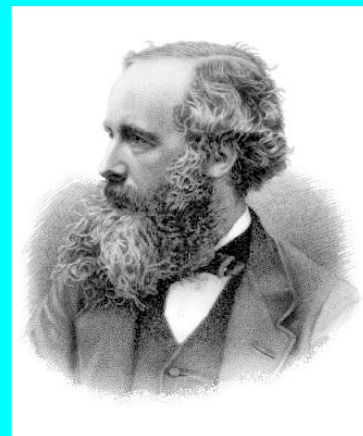
В 1871 году он вернулся в Англию и стал главным оператором в бюро телеграфной компании Great Northern Telegraph, которое находилось в городе Ньюкасл-на-Тайне (англ. *Newcastle upon Tyne*) и ведало международным телеграфом. В то же время он усиленно занимался самообразованием, делая упор на математику.

Первыми вехами на научном пути Хевисайда стали две его статьи по электричеству, опубликованные в 1872 и 1873 годах. Первая из них была опубликована в журнале *Philosophical Magazine* и посвящена точному подбору сопротивления в схеме моста Уитстона. В первой статье использовалась только алгебра, тогда как во второй, которую отметил Джеймс Максвелл во втором издании своего "Трактата об электричестве и магнетизме", был применен математический анализ. В первом томе

этого трактата есть глава «Измерение электрического сопротивления», конец которой посвящен результатам Хевисайда, и он единственный, кого Максвелл упоминает в своей книге.

Джеймс Клерк Максвелл (англ. *James Clerk Maxwell*; 1831– 1879) – британский физик, математик и механик, член Лондонского королевского общества (1861), заложил основы классической электродинамики, ввёл в физику понятия тока смещения и электромагнитного поля, статистические представления, получил ряд важных результатов в молекулярной физике и термодинамике.

Среди других работ Максвелла – исследования по механике (анализ устойчивости колец Сатурна), кинетической теории газов, оптике, цветной фотографии и математике. Он много внимания уделял популяризации науки, сконструировал ряд научных приборов.



С 1873 по 1876 год Хевисайд опубликовал серию статей, в которых была обоснована практическая возможность дуплексной телеграфии. В то время передача сообщений по телеграфной линии осуществлялась в одном направлении. Такая связь называется симплексной. Хевисайд доказал возможность одновременной передачи одного сообщения и прием другого по одной и той же телеграфной линии. Хевисайд предложил схемы включения передающих и приемных устройств, с которыми дуплексная связь стала надежной, и практически осуществил дуплексную телеграфную связь в 1873 году. В проведении этого опыта участвовал его брат Артур Хевисайд - первый телеграфист из семьи Хевисайдов. [1]

Сама идея дуплексной связи не была новой, но считалась в то время бесперспективной, потому что те варианты, которые испытывались до Хевисайда, оказались неудачными. Первая статья Хевисайда "О дуплексной телеграфии" начиналась словами: «...Я предлагаю в этой работе краткий очерк теории дуплексной телеграфии <...>, а также описываю два других метода, которые, по-моему, являются полностью оригинальными».

Возможно, что под впечатлением от замечательного трактата Максвелла Хевисайд в 1874 году принял решение оставить телеграфную компанию, чтобы полностью посвятить себя научной работе. Это был серьезный шаг для 24-летнего юноши, остающегося без средств к существованию, но он никогда не пытался пересмотреть свое решение оставить работу. Это весьма тревожило его семью, хотя все в ней отнеслись с участием к его намерениям. В семье знали, что в часы работы Оливеру нельзя мешать. Заботливая мать, чтобы он мог работать без помех, приносила еду и оставляла за дверью его комнаты. В ней Хевисайд проводил значительную часть дня и все ночи при свете масляных ламп.

В 1974 году Хевисайд был избран членом-корреспондентом Общества телеграфных инженеров и получил известность в кругах специалистов, хотя большинство их не смогли понять и оценить большую часть его работ, упрекая их в неубедительности математических обоснований. Членом Совета этого общества в то время был Уильям Прис (англ. *Sir William Henry Preece*; 1834 – 1913), тогда один из ведущих инженеров, а впоследствии главный инженер британского почтового ведомства Великобритании. Прис предложил Хевисайду место в компании "Уэстерн Юнион" с оплатой 250 фунтов в год. Это была хорошая по тем временам оплата, но Оливер не принял предложения. Он был всецело поглощен чисто научными интересами, все остальные занятия казались ему пустой тратой времени. В 1876 году 26-летний Хевисайд был избран в Совет общества, но в 1881 году перестал платить членские взносы, и был удален из списков его участников. Одной из причин прекращения трудов Хевисайда в рамках этого Общества явилась кончина в 1879 году Джеймса Максвелла.

Максвелл умер в 1879 г. в возрасте 48 лет, за девять лет до того как гениальный ученый Генрих Герц [3] экспериментально доказал существование электромагнитных волн в пространстве. Почти сразу после этого Оливер Лодж, один из тех, кто оказывал Хевисайду наибольшую поддержку, реально обнаружил электромагнитные волны. Лишь после этого теория Максвелла стала общепринятой.

Оливер Джозеф Лодж (англ. *Sir Oliver Joseph Lodge*; 1851 – 1940) – английский физик, один из изобретателей радио, с 1881 года – профессор физики и математики в Университетском колледже Ливерпуля, в 1899...1901 годах – президент Лондонского общества физиков.

14.08.1894 в Оксфордском университете Лодж продемонстрировал свой когерентный приёмник радиотелеграфных сигналов азбуки Морзе. Однако дальнейших исследований в области применения своих разработок Лодж не повёл, и в результате уступил честь изобретения радио А.С. Попову и Г.Маркони, которые усовершенствовали его прибор. 06.08.1898 Лодж получил патент на «использование настраиваемой индукционной катушки или антенного контура в беспроводных передатчиках или приёмниках», который продал компании Маркони. Оливер Лодж изобрёл также динамический громкоговоритель (1898) и электрическую свечу зажигания. В 1902 году он произведён в рыцари.

Хевисайда (как и молодого Эйнштейна 25 лет спустя) привлекла математическая физика простотой и изяществом даже для таких сложных построений, как уравнения Максвелла. Максвелл продемонстрировал единство электричества и магнетизма, придав математическую форму представлениям Фарадея о двух силах как о полях. Система уравнений Максвелла позволила объяснить многие



известные явления и предсказать те, о которых даже не подозревали. Наиболее же важным был вывод Максвелла о том, что колеблющееся электрическое поле должно порождать в пространстве магнитное поле, колеблющееся с той же частотой, которое в свою очередь должно порождать электрическое поле и т.д. Эта электромагнитная волна должна распространяться со скоростью света, также являющегося электромагнитным излучением.

Хевисайду не нужны были подтверждения электромагнитной теории Максвелла, поскольку он считал ее *"очевидной истиной"* уже в силу ее математической структуры. Создать такое, по словам Хевисайда, мог только *"божественный гений"*. О том, сколь большое впечатление произвела на Хевисайда работа Максвелла "Трактат об электричестве и магнетизме", можно судить по его письму, написанному в 1918 году: *"Я увидел, что она (теория) обладает великой, величайшей и удивительной по своим возможностям силой. Я был полон решимости овладеть ею и принялся за работу... Мне потребовалось несколько лет, прежде чем я постиг то, что мог. Затем я отложил труд Максвелла в сторону и пошел своим путем. И продвигался уже гораздо быстрее"*.

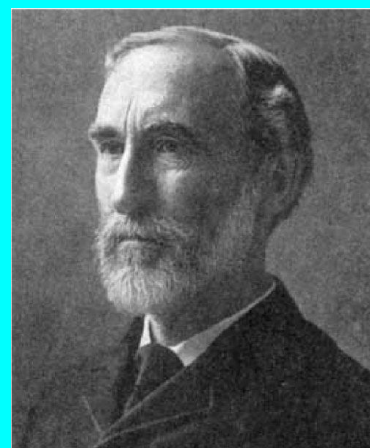
Систематизация и развитие электромагнитной теории Максвелла. Хевисайд посвятил себя изучению максвелловской теории. Прежде всего, следовало овладеть математическим аппаратом – изучить дифференциальное и интегральное исчисления, дифференциальные уравнения в частных производных и многое другое. С этой задачей Хевисайд успешно справился. За очень короткое время он не только изучил необходимые для него разделы высшей математики, но и развил применительно к математической физике векторное исчисление и операционное исчисление.

В то время, хотя понятие вектора и было известно, практически никто не использовал его для описания физических явлений. Как писал впоследствии Хевисайд, *«в своем великом трактате об электричестве и магнетизме Максвелл хотя и отмечал, что векторные методы подходят для рассмотрения вопроса, но не пошел дальше использования в первую очередь представления о векторе и иногда выражал свои результаты в векторной форме. Таким путем его читатели познакомились с представлением о векторе, а также узнали, как выглядят некоторые формулы, записанные в кватернионных обозначениях. Они, однако, не получили никаких сведений о том, как работать с векторами»*. Для описания физических явлений тогда широко применялось и еще шире пропагандировалось кватернионное исчисление. Хевисайд считал, что оно слишком сложно и ненаглядно, потому что векторная природа электрического и магнитного полей при кватернионной записи в значительной степени оказывается замаскированной. Хевисайд писал: *«... кватернион, и он устанавливает свои законы для вектора и скаляра. Все вращается вокруг кватерниона. Даже законы векторной алгебры выражаются через кватернионы с помощью мнимой единицы»*.

Сторонником векторного исчисления был Джозайя Гиббс, который независимо от Хевисайда (и несколько раньше) систематически излагал его основы в лекциях и широко применял на практике.

Джозайя Уиллард Гиббс (англ. *Josiah Willard Gibbs*; 1839–1903) – американский физик, физико-химик, математик и механик, один из создателей векторного анализа, статистической физики, теории термодинамики, во многом предопределивших развитие современных точных наук и естествознания в целом.

В 1901 году Гиббс был награждён Медалью Копли Лондонского королевского общества, его бюст введён в «Галерею славы великих американцев» (1950), а имя присвоено кратеру на видимой стороне Луны (1964) и многим понятиям химической термодинамики: энергия Гиббса, парадокс Гиббса, правило фаз Гиббса – Гельмгольца, уравнения Гиббса – Дюгема (фр. *Duhem*), лемма Гиббса, треугольник Гиббса – Розебома и др.

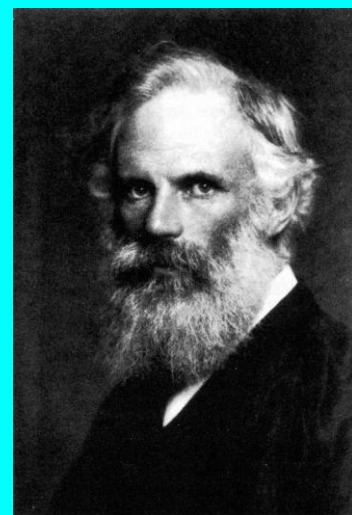


В противоположность *кватернионному* исчислению Хевисайд считал, что векторные соотношения больше отвечают физике дела и проще в математическом отношении. Он развил простую и мощную схему векторного анализа, которая в основных чертах сохранилась до настоящего времени.

Хевисайд значительно упростил 20 уравнений Максвелла с 20 переменными, сведя их к двум уравнениям с двумя переменными, которые описывали векторы электрического и магнитного поля. Большая часть теоретической работы была проведена одновременно с Генрихом Герцем [3], который в своей книге по электрическим волнам отметил приоритет Хевисайда. Джордж Фицджеральд из Тринити-колледжа в Дублине писал, что "*Трактат Максвелла загроможден остатками блестяще выбранных им рубежей атаки, окапавшихся лагерей и следами боев. Оливер Хевисайд очистил его от всего этого, выбрал прямой маршрут, проложил широкую дорогу, а также обследовал значительную часть сельской местности*".

Джордж Френсис Фицджеральд (англ. *George Francis Fitzgerald*; 1851–1901) – ирландский физик, профессор университета в Дублине (с 1881), президент Лондонского Общества Физиков (1892 – 1893), последователь Максвелла, разрабатывал теорию электрических и магнитных явлений, публикации по вопросам электромагнетизма в журналах *Transactions of the Royal Society* и *Transactions of the Dublin Society*.

Д.Ф. Фицджеральд известен своими работами по изучению электромагнитных волн, электролиза, магнитооптического эффекта Керра, колебательного разряда конденсатора, рассеяния рентгеновских лучей. В 1883 году он вывел выражение для энергии, излучаемой диполем, а в 1892 – выдвинул, независимо от Х. Лоренца, гипотезу о сокращении размеров движущихся тел в направлении движения (сокращение Лоренца – Фитцджеральда).



В течение ряда лет после признания уравнений электродинамики в новой форме они назывались уравнениями Герца-Хевисайда, позже молодой Эйнштейн называл их уравнениями Максвелла-Герца. Сегодня же эти уравнения носят имя только Максвелла.

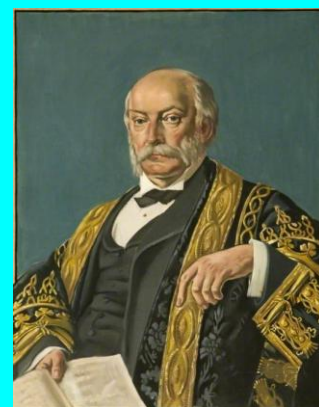
Методы Хевисайда были столь же важны, как и его результаты. Вместе с Гиббсом из Йельского университета Хевисайд научил физиков мира, как оперировать векторами. Векторы позволяют описывать силы, характеризуемые численным значением и направлением. Если один вектор представляет силу в данной точке, то система векторов – силовое поле. Над векторами могут выполняться арифметические действия и дифференцирование системы векторов, описывающей, например, магнитное поле вектора электрического потока в любой данной точке.

Метод операционного исчисления, предложенный Хевисайдом, также не сразу получил одобрение. Методы Хевисайда математики рассматривали как нестрогие, а значит, вообще не считали за методы. Джон Стретт (лорд Рэлей) в письме Хевисайду написал об одной из его статей: *«...Эта работа не понравилась нашим математикам... Они считают, что значительная часть работы представляет собой попытку сделать с помощью несовершенных методов то, что уже сделано с помощью строгих методов»*. Такое отношение сильно затрудняло публикацию работ Хевисайда, а также вело к явной недооценке уже опубликованных его работ.

Сам Рэлей высоко ценил работы Хевисайда и впоследствии, переиздавая свою «Теорию звука», добавил в нее большой раздел об электромагнитных колебаниях, построенный в значительной мере на результатах Хевисайда.

Джон Уильям Стретт, третий барон Рэлэй, Лорд Рэлэй (англ. *John Strutt, 3rd Baron Rayleigh*; 1842 – 1919) – британский физик и механик, открывший (с У. Рамзаем) газ аргон и получивший за это Нобелевскую премию по физике в 1904 году. Открыл также явление, ныне называемое рассеянием Рэля, и предсказал существование поверхностных волн, которые также называются волнами Рэля. Член Лондонского королевского общества (1873), его президент (1905 – 1908).

Титул лорда Стретт унаследовал в 1873 году после смерти его отца – Джона Стретта, второго барона Рэля. После смерти Максвелла Рэлей – профессор Кембриджского университета, до 1884 года – директор Кавендишской лаборатории, секретарь Лондонского королевского общества (1885 – 1896). С 1908 по 1919 год – президент Кембриджского университета.



В своих письмах Генрих Герц [3], признавая заслуги Оливера Хевисайда, также упрекает его за трудную для понимания манеру, в которой написаны его статьи: «...Вы уже совершили гораздо раньше то продвижение вперед, которое я думал сделать, и тем больше росло во мне уважение к Вашему труду. Но я не сразу извлекал это <...>, и другие говорили мне, что они вообще с трудом могли понять Ваши работы, поэтому я должен предупредить Вас, что Вы немного непонятны ...»

«...Я боюсь, что Вы до некоторой степени гордитесь тем, что непонятны для других. Я думаю, что это напрасная гордость. Вы, наверное, не знаете, до какой степени трудно другим понять Ваши работы. Людям больше нравится, когда Вы приходите к ним, чем когда они приходят к Вам, пускай даже Ваши заслуги столь велики».

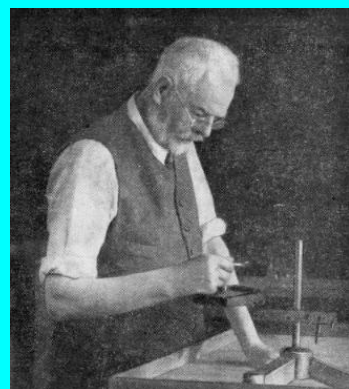
Хевисайд парировал: «В статьях был найден тот недостаток, что их было трудно читать. Но еще труднее было их писать. В журнале, где рассматриваются все разделы физики, где объем так ограничен и так ценится, сжатое изложение было крайне необходимым. Что делать исследователю, если в журналах научно-технического направления, имеющих большое число читателей, у него не принимают материал, изложенный сравнительно элементарно, а в чисто научном журнале со сравнительно небольшим числом читателей и с малым предоставляемым объемом у него не принимают тот же материал, изложенный более научно? Чтобы вообще опубликоваться, он должен сильно сжать изложение и выбросить весь объяснительный материал, какой он только может. Иначе ему могут сказать, что его статьи больше подходят для издания в виде книги и потому отклоняются».

Вот что по этому поводу написал многолетний друг и коллега Хевисайда доктор Сил:

«...Математические труды Хевисайда было трудно читать из-за отсутствия пояснений, хотя на самом деле его рассмотрение и было простым. Некоторым из тех, кто не понял, хватило бы простого намека, но он мало думал о таких людях...»

Джордж Сил (англ. *George Frederick Searle*; 1864 – 1954) – английский физик, выпускник Кембриджского университета, член королевского общества, преподаватель. В 1888 году начал работать в Кавендишской лаборатории Томсона и в конечном итоге работал в ней в течение 55 лет.

Джордж Сил получил известность благодаря своей работе «... о зависимости электромагнитной массы движущейся частицы от её скорости». Эта работа предшествовала созданию Альбертом Эйнштейном специальной теории относительности, к идеям которой Хевисайд не проявил большого интереса. Сил определил конфигурацию поля заряда в виде эллипсоида, сжимающегося в зависимости от его скорости в направлении движения.

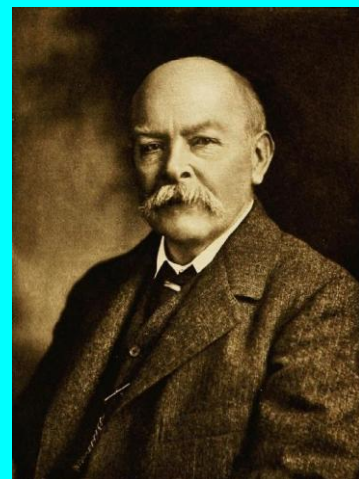


Хевисайд признавал недостаток математической строгости своих работ, но с позиции человека, презирающего "логическое разжёвывание". Он писал: "Ну и что из того? Разве должен я отказываться от обеда лишь потому, что не понимаю, как происходит процесс пищеварения?"

Следующее важное применение теории Максвелла относится к 1884 году, когда Хевисайд и Джон Пойнтинг на ее основе (и независимо друг от друга) ввели понятие вектора плотности потока электромагнитной энергии. Пойнтинг первый опубликовал свои результаты.

Джон Генри Пойнтинг (англ. *John Henry Poynting*; 1852 – 1914) – известный британский физик, в конце 1870-х годов работал у Максвелла в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета, с 1880 – профессор Бирмингемского университета; разработал теорию вектора Пойнтинга, который описывает направление и величину потока энергии электромагнитного поля и используется в его теореме о сохранении энергии электрического и магнитного полей (1884); президент Лондонского Общества Физиков (1905 – 1906).

Д.Г. Пойнтинг в 1893 году выполнил точные измерения гравитационной постоянной, а в 1903 году первый осознал, что космическая пыль падает по спирали на Солнце, а также в соавторстве с лауреатом Нобелевской премии Дж. Томсоном написал широко издаваемый многотомный учебник физики для студентов. В честь Пойнтинга названы кратеры на Марсе и Луне, а также главное здание физического факультета в Бирмингемском университете.



В 1880 году Хевисайд рассмотрел прохождение переменного электрического тока по проводнику и в том же году запатентовал в Англии конструкцию коаксиального кабеля! Он показал, что переменный ток неравномерно заполняет проводник, его величина растет по мере удаления от середины сечения и по мере приближения к поверхности. Чем быстрее меняется ток во времени, тем сильнее он прижимается к поверхности проводника. Это явление получило название "скин-эффекта" (от англ. *skin* – кожа). Этот эффект широко известен, и его теория (без упоминания имени Хевисайда) имеется во всех учебниках.

Хевисайд попытался также ответить на вопрос, что будет с заряженными частицами, если они начнут двигаться со скоростью, превышающей скорость света. Примером "сверхсветового эффекта", который возникает в плотной среде, такой как вода, является голубое свечение из бассейновых ядерных реакторов. Свечение возникает вследствие того, что электроны, вылетевшие из реактора, движутся со сверхсветовой скоростью, порождая электромагнитную ударную волну. [2]

Такое излучение названо по имени физика П.А. Черенкова, и за его открытие совместно с советскими учеными И.М. Франком и И.Е. Таммом была присуждена Нобелевская премия в 1958 году, через 50 лет после того, как это излучение предсказал Хевисайд.

При приближении v к c угол ψ достигает максимума (около 41° в воде) ➔

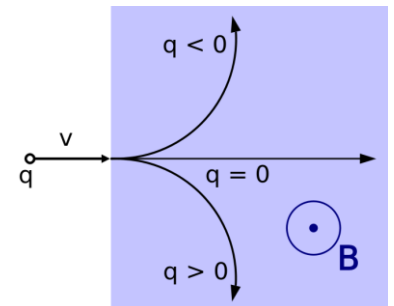


c и v – скорости света и частицы,
 n – показатель преломления среды

С 1882 по 1902 год, за исключением трех лет, Хевисайд, желая улучшить свое материальное положение, регулярно публиковал статьи в журнале *Electrician*, за что ему платили £40 в год. Этого было едва ли достаточно, чтобы жить, но его требования были очень скромны, и он делал то, что больше всего хотелось. В 1883...1887 годах выходили в среднем 2-3 его статьи в месяц, и они в дальнейшем составили основу его теории электротехники и электромагнетизма.

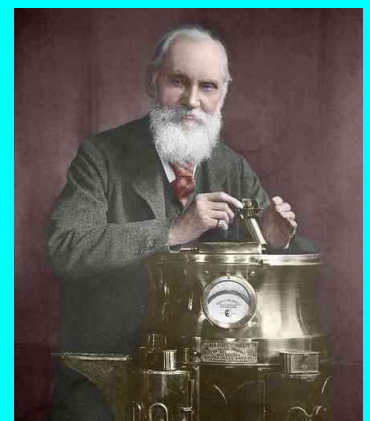
Блестящие успехи Хевисайда в развитии теории Максвелла не остались незамеченными. Хотя журнал *Electrician* был рассчитан на инженеров-электриков, его читали и многие известные ученые. В 1889 году Хевисайд опубликован вывод формулы для определения силы (теперь она называется силой Лоренца), действующей на движущуюся заряженную частицу. ➡

Тогда же Лодж, представляя Хевисайда читателям журнала *Nature*, сказал о нем, что этот ученый в своих "...выдающихся исследованиях электромагнитных волн продвинулся вперед дальше, чем это доступно пониманию в настоящее время". В том же году авторитет Хевисайда признал Уильям Томсон.



Уильям Томсон (англ. *William Thomson, 1st Baron Kelvin*; 1824 – 1907) – выдающийся британский физик, президент Лондонского общества физиков (1880 – 1882) и Королевского общества (1890 – 1895), основоположник термодинамики и шкалы абсолютной температуры.

В 1850-х годах Томсон заинтересовался трансатлантической телеграфией и обеспечил возможность осуществить телеграфирование через океан. Попутно он вывел условия существования колебательного электрического разряда (1853), лёгшие в основание всего учения об электрических колебаниях. Его работы в области термодинамики, гидродинамики, электродинамики, теории волн и по термоэлектричеству, приведшие к открытию «эффекта Томсона», были вполне оценены его современниками. В 1892 году королева Виктория пожаловала ему пэрство с титулом «барон Кельвин». Уильям Томсон был кавалером нескольких престижных наград, в том числе Медали Копли (1883).

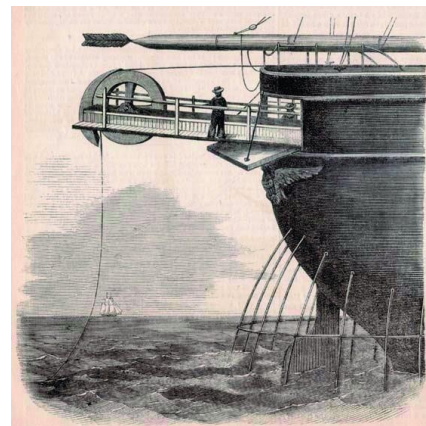


Спустя два года Хевисайд был избран членом Лондонского королевского общества, причем его кандидатуру поддержали такие знаменитости как Томсон, Лодж, Фицджеральд и Пойнтинг. Звание члена Лондонского королевского общества, очень престижное и сегодня, в те времена, когда еще не были учреждены различные премии ученым, считалось еще более почетным. Таким образом, за 17 лет Хевисайд из безвестного безработного телеграфиста превратился в мировую известность.

Возник спор между Хевисайдом и самым ярким из его противников Уильямом Присом, тогда техническим экспертом Главного почтового управления Великобритании. Называвший себя практиком, он пренебрежительно относился к теоретикам и не давал ходу идеям математиков, Прис имел свои представления о том, какими должны быть кабельные линии связи. Хевисайд опубликовал свои не менее "твердые", но совершенно противоположные представления, после чего они обменялись через печать язвительными замечаниями. Спор между ними все более разгорался и вскоре привлек к себе пристальное внимание.

Теория и практика телефонной связи. К концу XIX века телефон из экспоната Филадельфийской выставки, представленного на ней Александром Беллом [4], усилиями десятков изобретателей по обе стороны Атлантики превратился в надежное устройство передачи человеческой речи на расстояние по воздушным проводам или кабелям.

Сначала прочно вошел в жизнь общества телеграф. В 1858 году был успешно проложен [▶](#) первый трансатлантический кабель, в 1865 – второй и в 1866 – третий. Существовала и теория передачи сигнала по кабелю У. Томсона. Он рассматривал кабель как систему, обладающую двумя параметрами – значениями емкости и сопротивления на единицу длины кабеля. При этом и для тока, и для напряжения в кабеле получились уравнения типа уравнения теплопроводности, но только роль теплопроводности играла величина, обратная произведению емкости и сопротивления.



По этой теории время установления сигнала, т. е. время, за которое сигнал на другом конце кабеля нарастает до наибольшей величины, оказывается пропорциональным квадрату длины кабеля и значениям погонной емкости и погонного сопротивления. Величина времени установления в теории Кельвина определяет предельную частоту передаваемых сигналов. Если за промежуток времени, равный времени установления, с передающей станции отправляется несколько сигналов, то принимающая станция может их принять как один непрерывный сигнал. Поэтому число передаваемых в единицу времени сигналов не должно превышать обратного времени установления. Пока речь шла о передаче телеграфных сигналов, с этим ограничением еще можно было мириться, увеличивая чувствительность приемной аппаратуры и ограничивая скорость передачи точек и тире в очень длинной линии. Но через некоторое время после распространения телеграфной связи появился телефон. В телефонной связи по кабелю передается человеческая речь, и спектр передаваемых частот становится намного шире, чем при передаче телеграфных сигналов. Теория Кельвина в применении к передаче человеческой речи приводила к пессимистическим прогнозам. Телефонная связь без искажений, согласно

этой теории, была возможна лишь на малых расстояниях. С увеличением расстояния сигнал расплывался настолько, что вместо человеческой речи на другом конце провода слышалось невнятное бормотание.

Чтобы поставить на практические рельсы реализацию дальней телефонной связи, надо было решить не только технические задачи, но и создать новую теорию связи.

Заинтересовавшись телефонной связью, Хевисайд в своих классических сочинениях выдвинул предложения, составившие фундамент теории дальней телефонной связи по проводам (кабелям). Он показал, что уменьшения затухания (коэффициента ослабления) в линии можно достичь увеличением, до известного предела, ее волнового сопротивления, т. е. посредством увеличения индуктивности L линии или уменьшения её ёмкости C . Для Хевисайда это был частный случай применения разработанного им операционного исчисления. Он понимал, что уменьшение емкости C линии практически нереально, поэтому оставался лишь один путь – увеличение её индуктивности. Подразумевалось при этом, что речь идет о сосредоточенной и периодически повторяющейся индуктивности, а не об индуктивности, равномерно распределенной по линии. Был еще один выход, казалось бы, самый простой – снижение омического сопротивления r токопроводящей цепи, но до каких пор можно увеличивать сечение кабеля или голого провода? Это направление было бесперспективным.

Хевисайд подробно исследовал распространение сигнала по проводной линии. В его теории учитывались такие параметры линии, которые не вошли в рассмотрение У. Томсона. Было учтено также, что волны разных частот имеют разную фазовую скорость, что приводит к "расплыванию" сигнала. Кроме емкости C и сопротивления r линии на единицу её длины, Хевисайд учел её индуктивность L и проводимость изоляции (утечку) $G = 1/R_y$, что имело принципиальное значение. Для распространения сигнала по линии связи Хевисайд получил волновое уравнение и исследовал закон распространения волн по ней. Как показал Хевисайд, можно так подобрать параметры кабеля, что волны всех частот будут иметь одну и ту же фазовую скорость, и сигнал любой формы будет распространяться без "расплывания".

Условие, найденное Хевисайдом, состояло в следующем: для распространения сигнала без изменения формы следует так подбирать параметры двухпроводной линии связи, чтобы

произведение емкости и омического сопротивления линии должно быть равно

произведению её индуктивности и проводимости утечки.

Статья, опубликованная Присом в 1887 году, содержала формулу для подсчета максимальной длины кабеля для телефонной связи без искажений. Эта формула (она задержала развитие дальней связи в Англии почти на 20 лет) связывала полное и удельное сопротивление, ёмкость, полную длину, произвольные параметры материалов цепи и её конфигурацию.

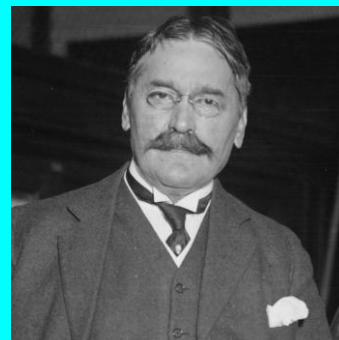
Спустя три месяца Хевисайд выступил против теории Приса на страницах журнала *Electrician*, впервые указав там же, каким условиям на самом деле должна отвечать кабельная линия связи, причём математические расчёты Хевисайда чередовались с язвительными замечаниями в адрес Приса, которого он называл не иначе как *лжеученый*. Но, вероятно, наибольшее негодование у Приса вызвала идея Хевисайда о возможности избавиться от искажений сигнала в кабельной линии не путем уменьшения, а наоборот, за счет увеличения её индуктивности.

Хевисайд придумал устройство, представляющее собой катушку из медного провода, чья индуктивность значительно превышает индуктивность данного отрезка кабельной линии, причем эта катушка лишь незначительно увеличивает сопротивление этого отрезка. Хевисайд высказал соображения своему брату Артуру, что Главное почтовое управление Великобритании могло бы изготовить и использовать такие «нагрузочные катушки», но оставил эту затею, узнав, что Прис обладал "правом вето" на все рацпредложения в Главном почтовом управлении.

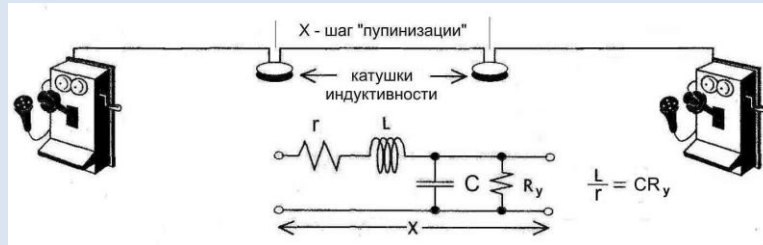
Патент на такую катушку получил спустя примерно 10 лет американский физик Михайло Пупин, профессор Колумбийского университета. Впервые она была изготовлена для практических применений Джорджем Кемпбеллом (англ. *George Campbell*), сотрудником американской фирмы «Белл», в конце XIX столетия.

Михаил Идворский Пупин (серб. *Михајло Идворски Пупин*; 1858 – 1935) – американский физик, более всего известен многими патентами, в том числе на способ увеличения дальности передачи сообщений по телефонным линиям связи, получивший название "пупинизация".

Эмигрировав в 1874 году из Сербии в США, Пупин работал разнорабочим, в 1883 году окончил с отличием Колумбийский университет и стал гражданином США. Получив докторскую степень в Берлинском университете, Пупин в 1889 году стал преподавателем физики на кафедре электротехники в Колумбийском университете, в 1911 году стал консулом Королевства Сербии в Нью-Йорке. М. Пупин – один из основателей в США Национального комитета по воздухоплаванию, предшественника NASA.



За катушкой закрепилось название "пупиновская", процесс их установки на линии связи назвали "пупинизацией", а кабель, на котором такие катушки установлены, – "пупинизированным". Для уменьшения затухания абонентской линии в диапазоне частот



до 3 кГц. М. Пупин предложил периодически включать в линию катушки с индуктивностью, примерно на два порядка превышающей индуктивность самой абонентской линии, и определил оптимальное расстояние между ними. Расстояние между двумя соседними катушками получило название шага "пупинизации".

Результатом "пупинизации" является улучшение прохождения сигнала в диапазоне телефонных частот (0,3...3,4 кГц), однако на более высоких частотах прохождение сигнала значительно ухудшается, поэтому на современных высокочастотных телефонных линиях применение катушек Пупина недопустимо.

Пупиновские катушки нашли особенно широкое применение на местных телефонных сетях США. На абонентских сетях России пупинизация применялась довольно редко, например сеть МГТС имеет около 5 % "пупинизированных" кабелей. Поэтому есть вероятность, что при развертывании новых технологий на существующих линиях встретятся такие катушки.

Оливер Хевисайд от "пупинизации" не получил ничего, хотя весьма нуждался в деньгах. Гононар за его капитальный труд "Электромагнитная теория" оказался небольшим. Основным доходом стала государственная пенсия £120 в год, назначенная Хевисайду в 1896 году по ходатайству Фицджеральда и других известных ученых.

Индуктивная нагрузка, как следовало из первых экспериментов Пупина, обещала столь радикальное улучшение связи, что этим делом заинтересовалось и Британское почтовое ведомство. В 1901 году оно начало эксперименты с индуктивными или, как их стали позднее называть, нагрузочными катушками. Идеи Хевисайда вернулись на его родину через океан. К тому времени сэр Уильям Прис уже два года как не был главным инженером Британского почтового ведомства.

Число нагрузочных катушек только на линиях системы «Белл Телефон» составляло приблизительно 20 000 000 (двадцать миллионов). Значительной была также протяженность кабелей с распределенной нагрузкой, главным образом подводных. Все это вызвало повышение качества, способствующее бурному развитию телефонной связи. Вместе с ним возрастала и международная известность Хевисайда, о чем свидетельствует присвоение ему в 1905 году почётной степени доктора наук в Гёттингенском университете имени Георга-Августа (нем. *Georg-August-Universität*).

Хевисайд и радиосвязь. Хевисайд никогда не занимался практической радиосвязью. Но он с большим интересом следил за работой Гульельмо Маркони [5] и инженеров Британского телеграфного ведомства по практическому использованию радиоволн для связи. Сначала расстояния, на которых осуществлялась радиосвязь, были малы. Для теоретического объяснения опытов было достаточно считать Землю плоской, а излучающую антенну – расположенной над этой плоскостью.

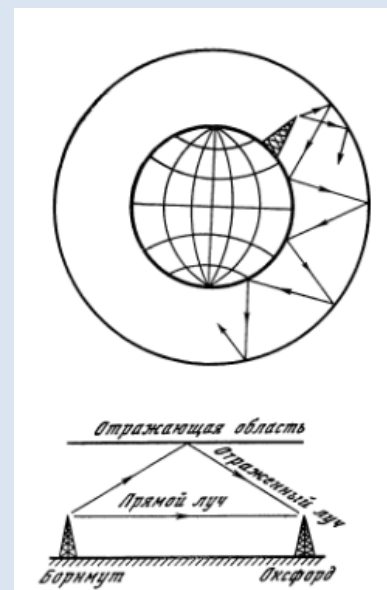
Успехи в передаче радиосигналов на малые расстояния пробуждали надежды на гораздо более важные достижения. В декабре 1901 год Маркони успешно осуществил радиосвязь между Европой и Америкой. Но вопрос о том, почему такая связь оказалась возможной, в то время не имел еще ответа. Считалось, что дифракция радиоволн на сферическом теле, каким является земной шар, может обеспечить радиосвязь через Атлантику.

Хевисайд предложил другой механизм. Те лучи, которые уходят от Земли, падают на отражающий слой, расположенный на большой высоте, и попадают обратно на Землю. Они могут снова отразиться от Земли и снова попасть на отражающий слой, а затем снова вернуться на Землю. Таким образом, если действительно, как предположил Хевисайд, над Землей существует слой, отражающий радиоволны, становится возможной радиосвязь между двумя любыми точками земной поверхности. Одновременно с Хевисайдом предположение о существовании проводящего слоя, расположенного на большой высоте, сделал американский ученый Артур Кеннелли (англ. *Arthur Kennelly*).

К началу 1920-х годов существование отражающей области в верхней атмосфере уже признавалось многими, и исследователями делались попытки косвенно определить свойства этой области. Прямой эксперимент был проведен через 22 года после того, как Хевисайд высказал предположение о существовании отражающей области. В декабре 1924 года получили прямое подтверждение существования такой области на высоте примерно 90 км над Землей и назвали её «слой Хевисайда – Кеннелли».

Отец кибернетики Норберт Винер (1894 – 1964) написал: *«Техника связи началась с Гаусса, Уитстона и первых телеграфистов. Она получила первую достаточно научную трактовку у лорда Кельвина, после повреждения первого трансатлантического кабеля в середине прошлого столетия. С 80-х годов, по-видимому, больше всего сделал для приведения ее в современный вид Хевисайд».*

В Оксфорде находилась приемная станция, принимавшая сигналы передатчика, расположенного в Борнмуте. Очевидно, если существует отражающая область, то в Оксфорд из Борнмута приходят два луча: прямой, идущий параллельно земной поверхности, и луч, отраженный от проводящего слоя. Видно, что пути, проходимые этими лучами, различны. Если пути отличаются на целое число волн, то прямой и отраженный пучки будут усиливать друг друга в месте приема. Если же разница путей равна нечетному числу полуволн, то пучки будут взаимно гаситься. Меняя длину волны, посылаемой из Борнмута в Оксфорд, и измеряя возникающую при этом последовательность максимумов и минимумов сигнала, принятого в Оксфорде, можно определить пути прямого и отраженного лучей, а затем из простых геометрических соображений – и высоту точки, где произошло отражение луча.



Возраст Земли. В последнем "публичном споре" оппонентом Хевисайда был его друг Томсон, к тому времени ставший бароном Кельвином. В то время уже были сведения, которые позволяли судить о том, как меняется температура по мере углубления в земную толщу. Эти сведения давали представление о градиенте температуры вблизи от поверхности Земли. Отсюда с помощью теории теплопроводности Фурье можно было найти время, когда центр Земли был настолько горячим, что все известные элементы могли существовать только в газообразном состоянии. Идея такого определения, принадлежавшая Кельвину, была красива, но результат оказался катастрофическим, по крайней мере, для геологов и для большого числа последователей теории эволюции Дарвина. Кельвин оценил возраст Земли в пределах 100 миллионов лет, что явно мало как для образования современной геологической картины, так и для эволюции растительного и животного мира.

Действительно, только время, в течение которого на планете господствовали динозавры, составляет более 150 миллионов лет. По одной из гипотез, они вымерли 65 миллионов лет назад в результате похолодания. Уже эти данные говорят о том, что 100 миллионов лет для возраста Земли – слишком мало. Это – мгновение по масштабам времени эволюции.



Видный эволюционист, профессор Гексли (англ. *Huxley*) возражал Кельвину, говоря, что в глубине Земли могут существовать неизвестные вещества, и это может изменить результат Кельвина. Это мнение было подтверждено открытием радиоактивных веществ, но Гексли не переспорил самого яркого представителя британской науки.

Тогда в 1895 году профессор Джон Перри (англ. *John Perry*), близкий друг и Хевисайда, и Кельвина предложил Хевисайду рассмотреть уравнение Фурье для случая, когда следующие друг за другом слои земной породы имеют различную теплопроводность. Дело в том, что Кельвин в своей работе о возрасте Земли исходил из упрощенной модели. Он рассматривал полубесконечное тело с плоской границей. Теплоемкость и теплопроводность этого тела он считал однородными, а значения этих величин принял такими, какие существуют в земной коре. Далее, Кельвин принял, что температура на границе такого тела поддерживается равной нулю, и рассмотрел остывание этого тела. [1]

В отличие от Кельвина, Перри предположил, что теплоемкость и теплопроводность в глубине Земли имеют большее значение, чем на поверхности. Однако он не смог с помощью стандартных методов теории теплопроводности решить задачу об остывании неоднородного тела. Хевисайд решил эту задачу с помощью операционного исчисления. Он рассмотрел остывание слоистого тела и показал, что, при некоторых разумных предположениях относительно теплоемкости и теплопроводности материала в слоях, величина возраста Земли, определяемая по градиенту температуры, может оказаться в тысячу раз больше, чем по оценке Кельвина. При этом не учитывалось возможное выделение тепла при распаде радиоактивных элементов. Бернанд Беренд (англ. *Bernard A. Behrend*), исследователь творчества Хевисайда, по этому поводу в 1928 году заметил: «*В дальнейшем сэр Эрнест Резерфорд и его школа допустили увеличение возрастной оценки Земли во столько раз, сколько может понадобиться геологам или биологам для согласования с их теориями*».

Вскоре имя Хевисайда исчезло из рубрики писем в редакцию.

Особенности личности и образа жизни Хевисайда [1]. Историки науки и техники ↘ отмечают, что

Оливер Хевисайд был гордым, исключительно добрым, щедрым и очень любезным в общении человеком. Это был человек великой воли, превозмогавшей его плохое здоровье. Он любил птиц за их пение, и сам играл на эоловой арфе, был простым и застенчивым человеком, склонным к уединению. У него был самобытный и независимый характер. Даже от своих родственников он очень неохотно принимал материальную или иную помощь.



Биограф Хевисайда Р. Эппльярд (англ. *R. Appleyard*), описывая жизнь молодого Оливера, отметил: «... он нарушал все правила, предписанные для сохранения здоровья». Правда, он тут же добавляет: «*Но, с другой стороны, он много и с наслаждением ходил, а время от времени занимался и бо-*

лее трудными гимнастическими упражнениями, потому что был хороший гимнаст». Оливер посещал концерты музыки, хотя ему мешала наступающая глухота. Он любил произведения Шуберта и однажды даже выучил на пианино одно из произведений Бетховена (opus 90), которое любил больше других. Эплгьярд упоминает, и как выглядел Хевисайд в те годы: «Он был несколько ниже среднего роста, рыжеватый, сдержанный, остроумный и обладал властным характером». Другие описывают его как человека приятной наружности, тщательно одетого, с блестящими глазами, красивым цветом лица и светло-каштановыми волосами, который избегал фотографирования.

Все научно-физические интересы Хевисайда до конца его жизни были связаны с классической электродинамикой, теоретической электротехникой и радиофизикой. Когда пожилому Хевисайду один из его знакомых сказал: «... Вам надо было жениться, мистер Хевисайд, он ответил – ...что бы тогда стало с моей работой?» Он был убежденным холостяком.

Современники отмечали, что: «... Образ жизни О. Хевисайда составлял разительный и трогательный контраст с его силой мысли». Он был приверженцем жизни отшельника и жил очень скромно на небольшие гонорары за публикации своих научных статей и книг, т.е. очень бедно. Не смотря на всё это, он был оптимистом и мало обращал внимания на свой неустроенный быт. Гордость О. Хевисайда не позволяла друзьям и знакомым улучшить бытовые условия его жизни. В 1896 году, принимая во внимание его работы по теории электричества, ему была назначена пожизненная королевская пенсия Англии (англ. *Civil List Pension*) в размере 120 фунтов стерлингов в год. После этого жить и работать О. Хевисайду стало значительно легче.

Оливеру Хевисайду, отличавшимся полным отсутствием тщеславия, до самой старости не изменяло чувство юмора. Он слыл хорошим рассказчиком анекдотов. Иногда Хевисайд был язвителен в формулировках относительно отнюдь не рядовых в научном мире "ученых мужей", которые упорно, без достаточных на то оснований не признавали новаторскими научные результаты, достигнутые ученым в муках и так трудно "отдаваемые людям матушкой природой".

В 1889 году Хевисайд и его престарелые родители перебрались из Лондона в небольшой город Пэйнтон (англ. *Paignton*), расположенный в Южной Англии.

Старший брат Оливера Чарлз имел музыкальные способности и очень хорошо играл на «английском концертино» (этот музыкальный инструмент был изобретен дядей Чарлза и Оливера – Ч. Уитстоном). Музыкальные способности Чарлза стали известны Рейнольдсу, владельцу фирмы по торговле музыкальными

инструментами в небольшом городке Торки (англ. *Tor`quay*) на южном побережье Англии. Рейнольдс привлек Чарлза к своему делу в качестве партнера. Торговля стала приносить доходы, и Чарлз снял дом в Пэйнтоне, в 2-х милях от Торки. В этом доме и поселились Оливер с родителями. Имеющееся при доме помещение для лавки было превращено в филиал музыкальных магазинов Рейнольдса. Через некоторое время Рейнольдс перестал быть партнером и Чарлз начал вести дело самостоятельно.



Распорядок жизни Оливера Хевисайда в Пэйнтоне остался таким же, каким он был в Лондоне. Оливер много работал. Именно в Пэйнтоне он провел исследование электромагнитного поля, возникающего при различных законах движения заряженных частиц, здесь же он продолжал свои работы по теории проводной связи



В Пэйнтоне Оливер провел много счастливых дней. Он охотно прерывал работу, чтобы поиграть с детьми своего брата. Его племянница впоследствии писала: *«Я помню, как в большой комнате наверху, в музыкальном салоне моего отца, под звуки марша, исполняемого отцом, Оливер маршировал между роялями (которых насчитывалась дюжина, если не больше), а мы за ним, уцепившись за его пиджак, один за другим».*

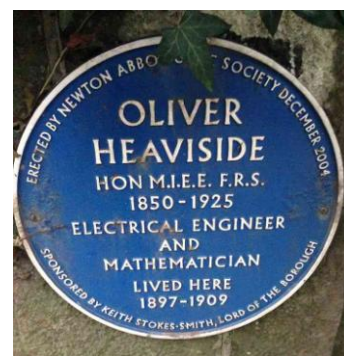
Оливер еще сохранил достаточный слух, для того чтобы получать наслаждение от игры своей матери на фортепиано. Она исполняла сонаты Бетховена, а также произведения Шуберта, которые Оливер тоже очень любил. В Пэйнтон и пришло известие об избрании Хевисайда членом Королевского общества. 6 июня 1891 года он написал Лоджу: *«Секретарь Королевского общества прислал мне нечто вроде Устава».* Это было послание, приглашающее его в Лондон для прохождения формальностей, связанных с избранием в Общество. Но Оливер не поехал в Лондон и, по-видимому, вообще ничего не сделал из того, что требовалось для официального вступления в Королевское общество.



В 1894 году умерла мать Хевисайда Речел-Элизабет. Тяжелее всего эту потерю восприняли Оливер и его отец. Томас Хевисайд прожил с Речел более пятидесяти лет, они пережили вместе и горести и радости, подняли на ноги детей. Старшие дети разъехались, у них уже давно были свои семьи, и последние годы старики жили вместе с младшим сыном Оливером. Мать любила его, жалела, потому что у него был трудный характер, мало друзей, он не ухаживал за девушками и не завел своей семьи. Она знала, что Оливер он был выдающимся ученым, и гордилась своим сыном.

Оливер стараниями матери был избавлен от всех забот, не связанных с наукой. И, что самое главное, у него была семья. Со смертью матери положение менялось. Они остались вдвоем с отцом. Отец тяжело переживал смерть жены, кроме того, он болел и недолго прожил после того, как Речел-Элизабет отправилась в последний путь. В 1896 году скончался и Томас Хевисайд. Оливер остался один. Рядом, правда, была семья его брата Чарлза, но Оливер предпочёл жить в одиночестве.

В следующем году Оливер переехал в дом, который он снял в городе Ньютон Эббот (англ. *Newton Abbot*), недалеко от Пэйнтона и Торки. Дом, который снял Оливер, назывался Брэдли Вью (англ. *Bradley View*). Брат Чарлз жил со своей семьей в городе Торки, в 5...6 милях от Брэдли Вью. Все эти города – Пэйнтон, Торки и Ньютон Эббот – расположены в графстве Девоншир на южном побережье Англии, Торки и Пэйнтон – прямо на берегу пролива Ла-Манш, а Ньютон Эббот – недалеко от побережья. Места эти в то время были очень живописные, зеленые, и многие жители из других мест Англии приезжали сюда на отдых. Вместе с Хевисайдом в Брэдли Вью жила экономка, пожилая женщина, которая еще в Пэйнтоне помогала его родителям. В начале 1899 года экономка заболела и оставила Оливера.



С февраля 1899 года Хевисайд жил в Брэдли Вью совершенно один, если не считать редких гостей, одними из которых были доктор Сил с супругой. Оливер продолжал работать, но много времени у него отнимали домашние заботы, которые теперь всецело легли на его плечи. Теперь он сам заботился о себе, убирал дом, покупал припасы и готовил пищу.

Оливера навещали дети его брата Чарлза: племянница, чтобы за ним ухаживать, и племянник, который чертил иллюстрации для статей своего дяди. Он же сделал единственные известные фотографии Оливера Хевисайда.

Из письма доктора Сила: *«Последний раз мы видели его в Брэдли Вью на рождество 1907 года. Мы нашли его в жалком состоянии. Он был весь желтый от желтухи или какой-то подобной болезни и весь дрожал. Он сидел наверху и следил за тем, как бы мальчишки не начали бросать камни и не разбили еще одно окно. Мальчишки дразнили его и писали надписи на его калитке».*

В эти годы продуктивность работы у Хевисайда заметно снизилась. Домашние заботы отнимали много времени, обострились болезни, и сил на научную работу оставалось мало. Он продолжал заниматься излучением движущихся заряженных частиц, рассматривал некоторые задачи по теории

проводной связи, заинтересовался теорией нелинейных волн. По каждому из этих вопросов он опубликовал одну-две работы. Но все это носило характер завершающих исследований. Его все больше захватывала теория тяготения, и он обдумывал возможную связь тяготения и электромагнетизма.

Одиночество тягостно для человека, но Хевисайд умел отдыхать в одиночестве. Оливер любил птиц, кормил их в своем саду, и птицы не опасались его. У него была знакомая малиновка, которая стала совсем ручной, она даже залетала внутрь дома и не боялась не только Оливера, но и его редких гостей. Доктор Сил вспоминает, как эта малиновка садилась к нему на руку и брала крошки прямо из его пальцев.

Последние годы жизни. В 1908 году Хевисайд переехал в город Торки, где жил его брат Чарлз с семьей. В письме Силу Хевисайд писал: *«Моя длительная болезнь заставила меня переехать, чтобы иметь возможность прожить следующую зиму. И чтобы иметь разнообразную диету, домашний комфорт и т.д.»*

На самом деле к переезду Оливера в Торки привела инициатива его родственников. Они, как могли, старались помочь ему, но это было нелегко, потому что Оливер имел до крайности независимый характер. Родственники постарались сделать так, чтобы он жил поближе к ним. В городе Торки жила в собственном доме Мэри Уэй (англ. *Mary Way*), сестра жены Чарлза Хевисайда. Договорились, что Хевисайд переедет в ее дом в Хоумфилде и будет там жить за £100 в год. Мисс Мэри Уэй (ей было тогда 66 лет) сдала Хевисайду верхнюю половину дома. ➔



Доктор Сил пишет про мисс Уэй: *«Это была полная женщина, страдавшая от подагры, но у нее было истинное достоинство, хорошая осанка и чувство юмора. Она имела прекрасный девонширский темперамент и доброе сердце».*

Заботы мисс Уэй во многом облегчили жизнь Хевисайда, он смог продолжать свою научную работу, но оказался трудным постояльцем для мисс Уэй. ➔

Ее доброта и понимание личных особенностей Оливера позволили ей в течение ряда лет смягчать конфликты, возникавшие между нею и «нанимателем». Оливер был высокого мнения о личных качествах мисс Мэри Уэй и по-своему заботился о ней. Но в то



же время он доставлял ей много неприятных минут, которые, правда, первое время вскоре смягчались, благодаря не покидавшему мисс Уэй чувству юмора.

Начало XX века было ознаменовано великими открытиями. Работы Планка и Эйнштейна положили начало развитию квантовой физики. Вековой спор между Ньютоном и Гюйгенсом о том, что такое свет, разрешился удивительным образом: свет – это и волны, и частицы.

Избранный Хевисайдом образ жизни давал ему то, что он ценил больше всего на свете, – независимость во всех отношениях. Но жизнь отшельника имеет и свои теневые стороны. Хевисайд не увидел зарождения новой физики. Он получал много писем, но это были письма с вопросами и просьбами о помощи в решении узких, научных задач. Или же это были письма от людей весьма квалифицированных, известных ученых, не имевших, однако, достаточной широты взглядов, чтобы заметить и должным образом оценить зарождение нового знания. Среди его корреспондентов мало кто мог оценить значение таких великих событий, происходящих в физике, как зарождение теории относительности и квантовой механики. Сам же он, живя в маленьком городке, не имел возможности следить за научной периодикой. В то время физических журналов было не так много, и он, скорее всего, их не выписывал – не такой у него был достаток.

Хевисайд продолжал работу над многотомным изданием «Электромагнитной теории». В его первый том, вышедший из печати в конце 1893 года, были включены работы Хевисайда, опубликованные им за два с половиной предшествующих года. Во второй том (1899) вошли работы, опубликованные с 1894 по 1898 год. В третьем же томе собраны работы, выполненные с 1900 по 1912 год. После выхода из печати в 1912 году третьего тома (все три тома имели примерно равный объем) Хевисайд практически прекратил публикацию своих работ. Он готовил к печати четвертый том «Электромагнитной теории», но если раньше он, как правило, еще до выхода очередного тома из печати, публиковал его основное содержание в виде журнальных статей, то теперь он ничего в печать не посылал. Целью его работы на этот раз – объединение гравитации и электромагнетизма в единую теорию поля.

В 1914 году Хевисайду была увеличена пенсия «... в признание важности его исследований по высокоскоростной телеграфии и по телефонии на большие расстояния». Пенсия возросла на 100

фунтов и составляла теперь £220 в год, что было существенным подспорьем для Хевисайда. Он уже не писал статей, за которые мог бы получить гонорар, а его книга «Электромагнитная теория» продалась не очень хорошо.

Начало I мировой войны мало что изменило в жизни Хевисайда. Он много работал, занимаясь вопросами теории тяготения и электродинамикой. Благодаря заботе хозяйки дома мисс Уэй, он мог работать без помех. Однако жизнь мисс Уэй в одном доме с Хевисайдом становилась всё трудней.

Доктор Сил, чаще других бывавший у Хевисайда, пишет: *«Около 1916 года мисс Уэй, измученная большим напряжением, которого потребовала жизнь в Хоумфилде, стала впасть в угнетенное состояние духа. Ее племянницы приехали однажды с машиной и забрали ее, в чем была. Вместе с ними она приехала в дом Чарлза Хевисайда, где и жила до своей смерти в марте 1927 года».*

После бегства мисс Уэй жизнь Оливера в Хоумфилде стала значительно труднее. Ему снова пришлось взять на себя множество бытовых забот, от которых его избавляла ранее мисс Уэй. Времени для научной работы оставалось мало. Вдобавок к этому нужно было отвечать на множество писем, приходивших в Хоумфилд. Хевисайд считал своим долгом отвечать на все вопросы, с которыми обращались к нему авторы писем. Физики из Оксфорда, которые писали ему, иногда называли его дом *«неистощимой пещерой».*

В годы первой мировой войны у Хевисайда много раз бывал доктор Л. Силберстейн (англ. *L. Silberstein*) в связи с подготовкой 4 тома «Электромагнитной теории». Он помогал Хевисайду в работе над рукописью. Из воспоминаний Силберстейна следует, что привычки Хевисайда с возрастом не менялись: он любил работать в комнате, где было *«жарче, чем в преисподней».* Хевисайд, бывало, закрывал дверь и окна в той комнате, где они работали, зажигал газовые светильники, разжигал нефтяную печь, а затем закуривал свою трубку. Через некоторое время в комнате становилось так жарко и душно, что Силберстейн не выдерживал и ретировался.

В 1918 году Хевисайд был избран почетным членом Американского института инженеров-электриков, но все почетные отличия никак не облегчали жизнь Хевисайда. До войны он мог прожить на пенсию £220 в год, но после войны цены поднялись, а пенсия не изменилась. Хевисайд сначала испытывал материальные затруднения, а потом узнал и реальную нужду. В августе 1921 года газовая компания прекратила подачу газа Хевисайду, так как он не мог заплатить за газ.

В начале 1922 года Хевисайда посетил доктор Эрнст Джулиус Берг (англ. *Ernst Julius Berg*; 1871 – 1941) из США. Преподаватель математики в старейшем вузе Union college Нью-Йорка, он решил поставить курс операционного исчисления (по Хевисайду) и написать учебник по этому предмету для студентов электротехнической специальности. В связи с этим Берг обратился к Хевисайду с просьбой принять его и разъяснить некоторые неясные для него вопросы. Хевисайд охотно согласился. Берг несколько раз приезжал к Хевисайду. Учебник по операционному исчислению Берг издал уже после смерти Хевисайда. Он также записал свои впечатления от знакомства с Хевисайдом. *«Это был удивительно красивый старик, с белоснежными бородой и волосами, твердым, но дружелюбным взглядом и красивыми руками. Он был среднего роста и только с небольшим намеком на сутулость. Хотя слух у него был недостаточный, вести с ним обмен мнениями не доставляло затруднений. Его зрение было замечательным – он с легкостью разбирал самый мелкий шрифт. Но со здоровьем у него не все было хорошо, и он объяснял это главным образом тем, что в годы мировой войны страдал от недостатка тепла и должного питания. Тем не менее, он редко жаловался, был оптимистом и рассчитывал дожить до очень преклонных лет».*



Умер Оливер Хевисайд 3 февраля 1925 года на 75-ом году жизни в городе Торки, до конца сохранив ясность мысли и способность шутить. На его похоронах присутствовали только родственники, доктор Сил и представитель от Института инженеров-электриков.

Похоронен Оливер Хевисайд в могиле своих родителей [6] на кладбище Raignton в Девоншире.



О смерти Хевисайда было сообщено по радио. В некоторых научных и технических журналах появились краткие сообщения и памятные статьи, посвященные Хевисайду. Одну из таких статей них написал Оливер Лодж, и в ней отметил:

«Бывает так, что время от времени, мы не знаем, как и откуда, появляется гений. Есть опасность, что его должным образом не поймут и не оценят при жизни, отчасти потому, что он не прошел через обычную систему образования и поэтому не привлек внимания современников, как это

могло бы быть и бывает на этой стадии, а отчасти потому, что его подход необычен и исключителен, а высказывания носят оригинальный характер и непривычны по стилю. Он также может в большей или меньшей степени опережать свое время, так что блеск и важность его достижений раскрываются лишь впоследствии. Таким человеком был <...> Оливер Хевисайд, математический гений исключительной силы, который заполнял колонки журнала «Electrician» замечательными, но малопонятными работами, значение которых, однако, было осознано незадолго до его смерти (частично лордом Кельвином, частично Фицджеральдом, доктором Силом и другими), но практическая важность которых отрицалась телеграфными авторитетами того времени».

ПРИЗНАНИЕ

Знаками научного признания Оливера Хевисайда стали его избрания: членом Королевского общества (Академии наук) Великобритании (1891); почётным членом Американской Академии искусств и наук (1899); почётным членом Английского Института инженеров-электриков (1908); почётным членом Американского института инженеров-электриков (1919).

В 1921 году Английский Институт инженеров-электриков (EIIEE) наградил его своей высшей и первой за номером наградой – Медалью Фарадея, присуждаемой за выдающиеся заслуги в области электричества. В приветствии авторитетного и известного всему научному миру Английского Института инженеров-электриков при вручении Оливеру Хевисайду указанной медали было сказано:



«... Как теперь, так и в будущем имя Хевисайда будет стоять в одном ряду с именами великих основателей науки прикладного электричества».

В мае 1950 года на торжественном собрании в Лондоне, организованном Английским Институтом инженеров-электриков в честь 100-летия со дня рождения Оливера Хевисайда, профессор математики Эдинбургского университета Эдмунд Уиттекер (англ. *Edmund Whittaker*; 1873 – 1956), один из крупнейших математиков того времени, в своем выступлении, касаясь бытовых условий жизни юбиляра, отметил: *«...Если подумать о том, какие большие деньги тратятся на образование и научно-исследовательские работы, то может показаться удивительным, что такой ученый как Оливер Хевисайд – ученый первого ранга должен был существовать в таких ужасных условиях. Это пример того, что как часто гениальные люди не вписываются в общественное устройство».*

На этом заседании выступил и сэр Арчибалд Хилл (англ. *Archibald Hill*), главный инженер Британского почтового ведомства. Он, в частности, сказал: *«Мы все сожалеем о том, что предложения Хевисайда по улучшению телефонной связи путем индуктивной нагрузки не были достаточно быстро оценены моим предшественником сэром Уильямом Присом...»*

Оливер Хевисайд, один из своеобразнейших людей в истории мировой науки, не участвовал в научных заседаниях, но вёл активную переписку с рядом известных ученых своего времени, например, Г. Герцем, Д. Фицджеральдом, О. Лоджем и Ж. Бетено, вице-президентом Французского общества инженеров-электриков, который, говоря в свое время о жизненном феномене Хевисайда, подчеркнул: *«...Это достойный восхищения пример жизни, целиком посвященный науке, пример столь редкий в истории человечества».*

Прошедшие после ухода из жизни Оливера Хевисайда годы показали, что его научные достижения сохранили свою ценность и для современного этапа развития человечества, а предложенные им физические идеи и математические методы сейчас активно развиваются и применяются на практике в различных областях научно-технической деятельности мирового сообщества.

На мемориальной доске, установленной Английским Институтом инженеров-электриков в память об Оливере Хевисайде в холле помещения муниципалитета города Торки, выбиты слова:

Памяти
ОЛИВЕРА ХЕВИСАЙДА
члена Королевского общества, почётного
члена Института, гениального математика,
чьи пионерские исследования в электромаг-
нитной теории внесли великий вклад в науку
и развитие электрической связи

PRESENTED TO THE BOROUGH OF TORQUAY
BY THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS
IN MEMORY OF
OLIVER HEAVISIDE, F.R.S.
HONORARY MEMBER OF THE INSTITUTION.
A MATHEMATICIAN OF GENIUS, WHOSE PIONEER
RESEARCHES IN ELECTROMAGNETIC THEORY
CONTRIBUTED GREATLY TO THE SCIENCE AND
DEVELOPMENT OF ELECTRICAL COMMUNICATIONS.
BORN IN LONDON 1850.
A RESIDENT OF TORQUAY FROM 1909 TO 1925.
DIED IN TORQUAY 1925.

Именем Хевисайда названы кратеры на Луне и Марсе.

Даты жизни и научной деятельности Оливера Хевисайда

1850, 18 мая – родился в Лондоне.

1866 – Окончил школу, после чего в течение двух лет дома изучал естественные науки и иностранные языки.

1868...1874 – Работа телеграфным оператором сначала в Дании, затем в Англии.

1873 – Знакомство с книгой Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме».

1874 – Уход со службы в телеграфной компании; создание в доме своих родителей лаборатории для опытов по проводной связи, изучение высшей математики и электродинамики Максвелла.

1873...1876 – Публикации серии статей, обосновавших возможность дуплексной телеграфии.

1877...1885 – Публикации серии статей с систематическим изложением теории Максвелла, развитие математических методов, облегчающие решение уравнений Максвелла и их применение на практике.

1887 – Вывод телеграфного уравнения и формулировка условия телефонной связи без искажений.

1888 – Определение поля заряженной частицы, движущейся в диэлектрике с досветовой скоростью; предсказание, что такой заряд излучает направленные электромагнитные волны.

1889 – Вывод выражения для силы, действующей на заряженную частицу в магнитном поле.

1889 – Переезд с родителями из Лондона в Пэйнтон.

1891 – Избрание членом Королевского общества.

1892 – Публикация книги «Работы по электричеству» с результатами работ Хевисайда за 20 лет.

1893 – Выход из печати первого тома «Электромагнитной теории» с работами Хевисайда 1890...1893 годов.

1896 – Назначение королевской пенсии.

1897 – Переезд в Ньютон Эббот.

1899 – Выход из печати второго тома «Электромагнитной теории», содержащего работы 1894...1898 годов.

1899 – Избрание почетным членом Американской академии искусств и наук.

1900...1902 – Исследование поля движущихся зарядов при досветовой и сверхсветовой скоростях.

1902 – Предсказание существования в верхней атмосфере слоя, отражающего радиоволны.

1905 – Избрание почетным доктором философии Геттингенского университета.

1908 – Переезд в город Торки; Избрание почетным членом лондонского Института инженеров-электриков.

1912 – Выход из печати третьего тома «Электромагнитной теории», содержащего работы 1900...1912 годов.

1914...1925 – Работа над четвертым томом «Электромагнитной теории» с концепции теории поля, объединяющей гравитацию и электромагнетизм.

1919 – Избрание почетным членом Американского института инженеров-электриков.

1921 – Награждение медалью Фарадея, учрежденной Институтом инженеров-электриков в том же году.

1925, 3 февраля – смерть в больнице, куда был доставлен за месяц до кончины.

Список литературы

1. Болотовский П.П. Оливер Хевисайд (1850 – 1925). М.: Наука, 1985. – 260 с.: илл.
2. Paul J. Nahin. Oliver Heaviside.// Scientific American. – June 1990, p. 80-87.
Электронная версия на русском языке: Образовательная библиотека для молодёжи Vivos Voco.
Режим доступа: <http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/SCIAM/HEAVI/HEAVISIDE.HTM>
(дата обращения 22.02.2015).
3. Самохин В.П., Мещеринова К.В. На заре радиокommunikаций //technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2013, вып. 7. Режим доступа: <http://www.technomag.bmstu.ru/doc/603624.html> (дата обращения 22.02.2015).
4. Самохин В.П. Памяти Александра Белла //technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2012, вып. 2. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/347553.html> (дата обращения 22.02.2015).
5. Самохин В.П. Памяти Гульельмо Маркони //technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2012, вып. 7. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/428496.html> (дата обращения 22.02.2015).
6. The Heaviside Memorial Project // Проект Ньюкаслского университета, 2014.
Режим доступа: <http://www.heavisidememorialproject.co.uk/Oliver-Heaviside> (дата обращения 22.02.2015).