

Наблюдение скалярных продольных электромагнитных волн

Резюме.

Теоретически должен существовать скалярный силовой потенциал Φ волны с продольным электрическим полем E в направлении распространения этой волны. Центрально питаемая шаровая антенна, 6 см диаметром, производя пульсирующий сферический заряд передатчика на частоте 433.59 МГц, произвела такую волну, которая была обнаружена идентичной приемной шаровой антенной. Продольность волны E демонстрировалась путем помещения кубического набора 9-ти проводников полудлины волны, которые поглощали волну, когда проводники были параллельны (но не когда перпендикулярны) к направлению распространения волн. Сигнал от шаровой антенны передатчика, помещенной в 4.0 м. над землей и приемника – в 4.4 м. над землей, был измерен как функция расстояния, приводя к удовлетворительному согласию с теорией, включая 2 предсказанных теорией минимума интерференции, вызванные источником изображения, наведенным в Земле. Только реальные волны могут привести к такой интерференции и могут быть отражены от поверхности Земли, и изменяться как обратный квадрат расстояния.

Теория. - Из закона Кулона, скалярный силовой потенциал Φ есть решение уравнения Лапласа. Вводя запаздывание по времени, Φ становится решением неоднородного волнового уравнения [1-3],

$$\Delta \Phi - \partial^2 \Phi / \partial t^2 c^2 = -4 \pi \rho, \quad (1)$$

Где ρ - плотность заряда источника волн. Решения этого волнового уравнения (1) - скалярные волны, где для потока энергии S и плотности энергии D имеем

$$S = - \nabla \Phi \partial \Phi / \partial t, \quad D = (\nabla \Phi)^2 / 2 + (\partial \Phi / \partial t c)^2 / 2. \quad (2)$$

Сферическая поверхность с однородным периодическим изменением распределенного заряда q эквивалентна пульсирующей плотности точечного заряда ρ в точке r'

$$\rho = q \delta(r - r') \sin(\omega t). \quad (3)$$

Решение волнового уравнения (1) с плотностью заряда источника, задаваемой ур. (3) - для $r' = 0$

$$\Phi = q \sin(kr - \omega t)/r, \quad (4)$$

где $k = 2 \pi / \lambda$ - модуль волнового вектора, и $\omega = 2 \pi f$ - угловая частота. Здесь, λ обозначает длину волны, где $\lambda = c / f$, причем f - частота переданного сигнала

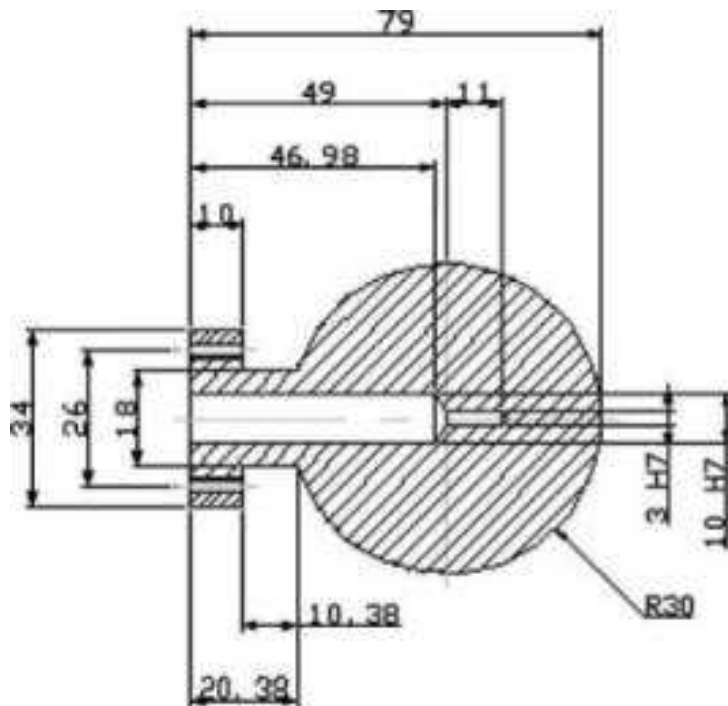


Рис. 1 - Эскиз алюминиевых шаровых антенн. Все данные измерения приведены в мм.

и c - скорость света в вакууме. Сферическая исходящая продольная электрическая волна тогда:

$$E = \nabla \Phi = [k q \cos(kr - \omega t)/r - q \sin(kr - \omega t)/r^2] \mathbf{e}_r, \quad (5)$$

где $\mathbf{e}_r$ – единичный вектор в радиальном направлении. Средний по времени поток энергии из ур. (4) и первого из уравнений (2)

$$\langle S \rangle_t = k \omega q \mathbf{e}_r / (2r^2), \quad (6)$$

где $\langle \rangle_t$ обозначает усреднение по времени. Таким образом, элементарная теория, совместимая с теорией Максвелла, приводит к необходимому заключению, что скалярный силовой потенциал Φ , или продольные электрические волны $\mathbf{E}$ должны существовать. Обычное предположение, что такие волны не могут существовать, не имеет никакого теоретического оправдания.

Источник в виде шаровой антенны. - Геометрия сферической антенны обозначена на рис. 1. Сигнал на частоте 433.59 МГц заводится во внутреннюю часть металлической сферы через коаксиальный кабель, где внешний заземленный проводник действует как экран. В результате мы имеем колеблющуюся однородную сферическую плотность заряда, которая является источником исходящей продольной электрической волны $\mathbf{E}$. Математически сферически симметричный источник может произвести только скалярные волны; так что шаровая антенна может произвести только Φ - волну, и, таким образом, только продольную электрическую E -волну. Сферически симметричная плотность тока $\mathbf{J}$ в пределах шара, которая приводит к пульсирующему поверхностному заряду, не имеет дивергенции (точнее – не имеет поперечной составляющей, и отсутствует ротор векторного потенциала – Шаляпин А.Л.), $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$; так $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ и $\nabla \times \mathbf{A} = 0$; поэтому никакая поперечная (или магнитная – Шаляпин А.Л.) волна здесь не может возникнуть. Шаровая приемная антенна регистрирует поверхностный заряд, вызванный компонентой падающей волны $\mathbf{E}$, нормальной к наружной поверхности; поэтому могут быть обнаружены только продольные электрические волны (но не магнитные - Шаляпин А.Л.). Чтобы определить направление (поляризацию) падающей продольной электрической волны, может быть введен

соответствующий поглощающий экран. При этом неучтенные поперечные электромагнитные поля, излучаемые проводами и соседними объектами, играют лишь незначительную роль.

Продольные электрические волны транспортируют энергию перпендикулярно пластинам параллельного конденсатора. – Хорошо известно, что энергия может быть передана от одной пластины плоского параллельного конденсатора к другой пластине. Таким образом, тривиально очевидно, что энергия передается в направлении продольного электрического поля E перпендикулярно пластинам конденсатора. Поскольку обычно расстояние между пластинами конденсатора намного меньше по сравнению с длиной волны, то обычно считается, что это не является никаким доказательством продольных электрических волн.

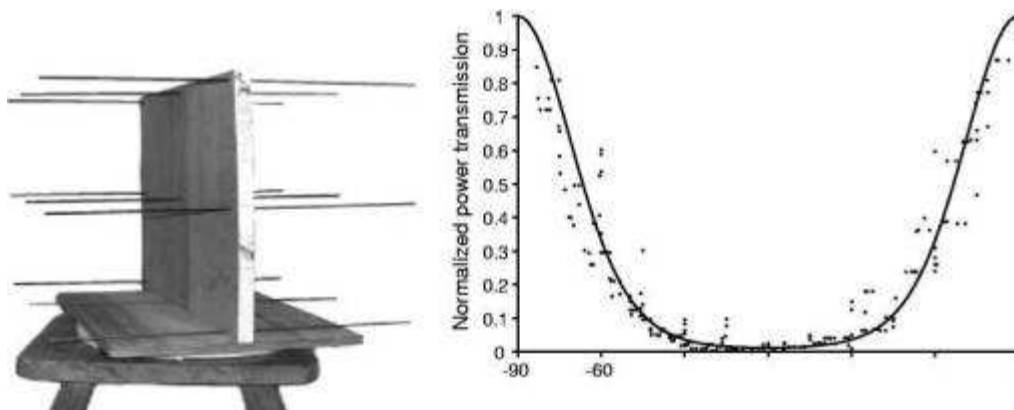


Рис. 2 – Поляризатор 3×3, способный вращаться на деревянном стуле с $\lambda/2$ прутьями, сделанными из меди. Поляризатор может поворачиваться вручную или с помощью проигрывателя диска.

Рис. 3 - измеренный коэффициент передачи T (показанный точками) для продольных волн с частотой 433.59 МГц, проходящих через поляризатор-анализатор (показанный на рис. 2) как функция угла поляризатора ϕ между направлением проводников и направлением распространения волн. Сплошная кривая представляет теорию, ур. (9), $T = \exp [-4.4 \cos^2 (\phi)]$ для наиболее подходящего значения K .

Все же теория, представленная выше, весьма независима от размера длины волны; так что поток энергии перпендикулярно пластинам обычного конденсатора действительно, фактически, демонстрирует существование продольных электрических волн. Один из нас (Monstein) увеличил расстояние между двумя параллельными пластинами плоского конденсатора до большего, чем длина волны, и при этом продолжал регистрировать поток энергии от одной пластины к другой, как и ожидается из теории для продольных электрических волн.

Демонстрация продольности наблюдаемых электрических волн. - Рисунок 2 показывает кубический набор 9-ти проводов длины $\lambda/2$ (34.6 см), который использовался как поляризатор-анализатор для продольных волн. Если проводники ориентируются, параллельно к полю E в направлении распространения, сигнал уменьшается, как обозначено в рис. 3. Если проводники ориентируются, перпендикуляр к полю E , сигнал, переданный через анализатор - максимальный. Два таких анализатора с перпендикулярной ориентацией проводников к направлению распространения волн и друг к другу служат фильтром, чтобы поглотить поперечные волны любой поляризации, при передаче продольных волн. Поток энергии в относительных единицах, или коэффициент передачи T , для продольных волн через поляризатор-анализатор как функция угла ϕ между направлением проводников и направлением распространения волн может быть определен не чем иным, как только компонентой поля E - $E_0 \cos(\phi)$ в направлении проводника, ответственного за Омические потери. Омические потери δP в единицу времени в элементе δL

проводника тогда равны $\delta P = - (\delta V)^2 / \delta R$, где $\delta V = E_0 \cos(\varphi) \delta L$ – напряжение на элементе δL и где $\delta R = \delta L / A\sigma$ – сопротивление проводящего элемента длины δL , A – площадь поперечного сечения проводника и σ проводимость медных проводников; таким образом,

$$\delta P = - [\sigma A E_0^2 \cos^2 \varphi] \delta L. \quad (7)$$

Из первого уравнения (2) легко показать, что средний поток энергии в проводнике равняется среднему по времени квадрату электрического поля E_0 , помноженному на c , $\langle P/A \rangle_t = \langle S \rangle_t = c E_0^2$. Таким образом, из уравнения (7) для величины потери потока энергии $\delta \langle S \rangle_t$ в проводнике на единицу длины δL получаем

$$\delta \langle S \rangle_t = - (\sigma / c) \cos^2 (\varphi) \langle S \rangle_t \delta L \quad (8)$$

Интегрируя ур. (8), получаем коэффициент передачи энергии через провод длины L

$$T = \exp [-K \cos^2 (\varphi)], \quad (9)$$

где K – постоянная, пропорциональная длине L провода. Коэффициент передачи T для продольных волн, проходящих между 9-ю проводниками в анализаторе-поляризаторе должен иметь точно ту же самую зависимость от угла φ . Таким образом, теоретический результат для уравнения (9) может быть выбран так, чтобы он соответствовал наблюдениям, когда $K = 4.4$, как показано на рис. 3. Так как поперечные электромагнитные волны с вектором $\mathbf{E}$, перпендикулярным и к проводникам и к направлению распространения волн, прошли бы беспрепятственно через анализатор- поляризатор, наблюдаемое поглощение сигнала для $\varphi = 0$ – ясное свидетельство, что в данном случае присутствует продольная волна, а не поперечная волна. Тогда все это и доказывает, что продольные электрические волны могут и должны существовать.

Теория для сигнала как функции расстояния. – Шаровая антенна источника была помещена на расстоянии y над землей; и шаровая антенна приемника была помещена на расстоянии y' над землей и на расстоянии x из источника, как показано на рис. 4. Ясно, что проводящая Земля наведет изображение источника; так что наблюдаемый сигнал есть суперпозиция двух сферических волн, одной из амплитуды A от источника в y и другой из амплитуды B от изображения в $-y$, как наблюдается в точке x, y' . Силовой потенциал Φ в точке наблюдения при использовании уравнения (4) становится

$$\Phi = A \sin (kR - \omega t)/R + B \sin (kR' - \omega t)/R', \quad (10)$$

где

$$R^2 = (y' - y)^2 + x^2, \quad R'^2 = (y' + y)^2 + x^2. \quad (11)$$

Так как проводимость Земли – приблизительно составляет только 10^{-3} Ом/м. [4], эффективная площадь отражения Земли – немного ниже фактической площади. Для согласования с наблюдениями, эффективная поверхность выбрана на половину длины волны, $\lambda/2 = 34.6$ см, ниже фактической поверхности. Значения эффективных высот для шаровых антенн – тогда

$$y = 4.346 \text{ м} \quad \text{и} \quad y' = 4.746 \text{ м}. \quad (12)$$

Наблюдаемый сигнал равняется среднему по времени потоку энергии S , как дано первым из уравнений (2). При этом должна рассматриваться только x -компонента S , поскольку как y так и y' являются малыми по сравнению со всем расстоянием $x > 10$ м. Подставляя уравнения (10) и (11) в первое из уравнений (2) и усредняя по времени, получаем после довольно длинного, но

прямого анализа,

$$\langle S_x \rangle_t = (\omega k x / 2 R^3 R'^3) [B^2 R^3 + A^2 R'^3 + ABRR' (R + R') \cos k (R' - R) + (AB/k) (R^2 - R'^2) \sin k (R' - R)]. \quad (13)$$

Для данного эксперимента последним слагаемым в скобках можно пренебречь, поскольку это слагаемое изменяется относительно третьего члена в скобках как $\lambda y y' / \pi x < 5 \cdot 10^{-3}$ для $x > 10$ м. Для сравнения с наблюдениями данное выражение становится тогда

$$\langle S_x \rangle_t = (\omega k x / 2 R^3 R'^3) [B^2 R^3 + A^2 R'^3 + ABRR' (R + R') \cos k (R' - R)]. \quad (14)$$

TABLE I - Position of wave minima as a function of radial distance x (m).

n	$x_{\min}$
0	119
1	39
2	23
3	16

Простое асимптотическое приближение для большого x , показывающее главную теоретическую особенность сигнала, получено путем замены R и R' на x (таким образом, пренебрегая y и y'), за исключением разности $(R' - R)$, необходимой для того, чтобы получить синусоидальное изменение; таким образом,

$$\langle S_x \rangle_t \sim (\omega k / 2 x^2) [A^2 + B^2 + 2AB \cos k (R' - R)]. \quad (15)$$

Для очень больших x косинус становится единицей, тогда имеем

$$\langle S_x \rangle_t \sim (\omega k / 2 x^2) (A + B)^2, \quad (16)$$

что показывает изменение обратно пропорционально квадрату расстояния, как и должно быть для сферической волны. Для минимумов получаем

$$R' - R = (2n + 1) \lambda / 2, \quad (17)$$

где n - целое число. Подставляя в (17) значения для R и R' из уравнений (11) и решая для x , получаем

$$x_{\min}^2 = -y^2 - y'^2 + 16y^2 y' / (2n + 1)^2 \lambda^2 + (2n + 1)^2 \lambda^2 / 16. \quad (18)$$

Подставление значений y и y' из (12) в (18) дает значения $x_{\min}$, представленных в таблице I. Поскольку A^2 есть мера потока энергии от источника и B^2 - мера потока энергии от изображения, коэффициент отражения K для этих продольных волн от поверхности Земли тогда получается

$$K = B^2 / A^2. \quad (19)$$

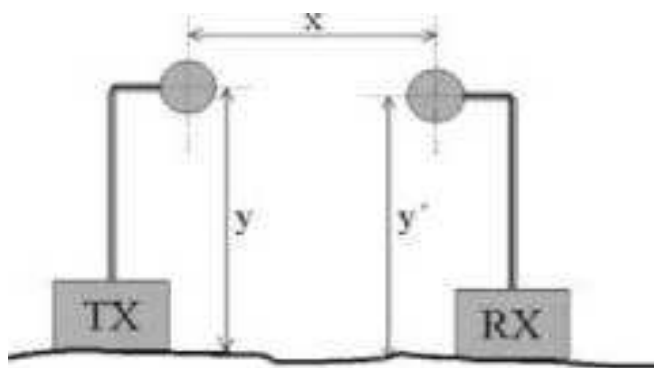


Рис. 4 - Ультравысокочастотный передатчик (TX, левый), портативная система приема (RX, правый), оба установлены на берегу реки Rhein.

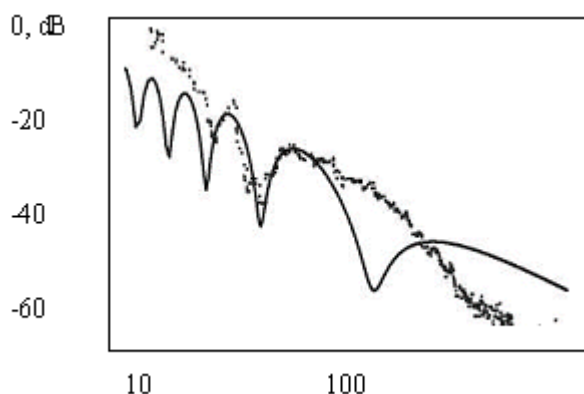


Рис. 5 - Измеренная мощность (децибел) как функция расстояния x , где x был измерен системой GPS. Точки показывают один (V1) из 6-ти экспериментов; сплошная линия показывает значения, данные уравнением. (14).

Наблюдение сигнала как функции расстояния. – Передающая установка (Концерн Трио 9500) вместе с шаровой антенной была установлена в северном конце маленькой улицы на берегу реки Rhein около Sennwald, Швейцария (швейцарский номер квадрата 1115 1:25000). Улица между рекой Rhein и близлежащим шоссе ведет непосредственно на юг. Передатчик как показано в рис. 4 был снабжен 12 V автомобильными батареями, и сама передача отслеживалась 1 s осциллографом, чтобы получить не только сигнал мощности, но также и шумовой уровень в приемнике, а также для целей калибровки. Приемник состоял из приемной шаровой антенны, маломощного усилителя с полевым транзистором на арсениде галлия (LNA-435), купленным от SSB-ЭЛЕКТРОНИКИ (Германия), логарифмического радиочастотного датчика AD8307 (Аналоговые Устройства) и цифрового вольтметра (METEX-M3650), чтобы измерять уровень мощности передаваемого сигнала. Выходной сигнал с приемника также подавался через аналого-цифровой конвертер (PICO-ADC10) на персональный компьютер. Каждую секунду географические координаты системы GPS (GARMIN 45) подавались к ноутбуку через связь RS232 в стандарте формата NMEA. Все компоненты приемного оборудования были снабжены другими портативными 12 V автомобильными батареями. В первых нескольких связанных экспериментах все полученное оборудование переносилось вручную, в то время как в более поздних экспериментах использовалась ручная телега. Все собранные данные были сохранены в файле ASCII, который позже был передан в программу EXCEL для дальнейшего анализа.

Сравнение теории с наблюдением. - Сравнение наблюдений минимумов, как показано в рис. 5, теоретически предсказанные положения минимумов, x_{min} , как представлено в таблице I, согласуются с наблюдениями в $x_{min} = 39$ м. и в 23 м. Другие два минимума, вероятно, существуют, но наблюдения не показывают ничего определенного из-за шума радиочастоты и ошибок измерений в системе GPS порядка ± 5 м. Чтобы сравнивать теорию для сигнала как функции x , необходимо выбрать соответствующие значения для A и B , которые используются в уравнениях (14) и (24). Для достаточного приближения асимптотическое уравнение приближения (15) может использоваться для $x = 40$ м. Пренебрегая слагаемым с косинусом, получаем среднее наблюдаемое значение сигнала (относительно значения в $x = 10$ м)

$$(\omega k/2) (A^2 + B^2) = 1.0095 \quad (20)$$

и наблюдаемый относительный минимум

$$(\omega k/2) (A-B)^2 = 0.0637. \quad (21)$$

Решение уравнений (20) и (21) для A и B тогда дает

$$(\omega k/2)^{1/2} \cdot A = 0.825 \text{ и } (\omega k/2)^{1/2} \cdot B = 0.573. \quad (22)$$

Теоретическая кривая для сигнала, как дается уравнением (14) с использованием значений A и B , данных уравнениями (22), представлена на рис. 5 как функция расстояния x . Согласие между теорией и наблюдениями весьма удовлетворительно для $x < 100$ м. Асимптотическое уравнение приближения (15) для A и B , данных уравнениями (22) становится

$$\langle S_x \rangle_t = (1/x_2) [1 + 0.945 \cos k (R' - R)], \quad (23)$$

что также приводит к удовлетворительному согласию с наблюдениями для $20 \text{ м} < x < 100$ м. Коэффициент отражения K от поверхности Земли из уравнений (19) и (22) для этих продольных волн получился

$$K = B^2/A^2 = 0.482. \quad (24)$$

Тот факт, что отражение действительно происходит, является дальнейшим доказательством, что здесь участвуют истинные волны.

Экспоненциальное затухание сигнала с расстоянием. - Из рис. 5 хорошо видно, что наблюдаемый сигнал вне 100 м уменьшается более быстро с расстоянием, чем обратный квадрат расстояния. Эта потеря соответствует дополнительной экспоненциальной потере с расстоянием, соответствующей уменьшению $1/eth$ в сигнале для расстояния 145 м. Эта потеря происходит, вероятно, из-за Омических потерь, произведенных токами, вызванными в Земле продольным полем E , которое является параллельным поверхности Земли. Никакая такая потеря не ожидалась бы для поперечной волны, где электрическое поле E нормально к поверхности Земли. Этот экспоненциальный спад сигнала с расстоянием, таким образом, еще больше указывает на факт, что здесь имеют место продольные электрические волны.

Продольные электрические волны могут объяснить огромный сигнал, наблюдаемый от ядерных взрывов бомбы. - Один из нас (Вэсли) [5,6], был не способен объяснить огромный электромагнитный сигнал, произведенный взрывом ядерной бомбы, когда предполагалось, что только поперечные электромагнитные волны возможны. Это теперь ясно из существующей демонстрации фактического существования продольных волн, что огромный электромагнитный сигнал, произведенный взрывом ядерной бомбы это - продольный сигнал или волна. Электроны, инжектированные радиально наружу, производят радиальный переходный процесс с разделением заряда, который и производит огромный продольный электрический сигнал. Может, таким образом, также предполагаться, что новые и сверхновые звезды также будут источниками чрезвычайно мощных переходных продольных волн, которые легко могут быть обнаружены на Земле с соответствующей антенной для получения продольных волн.

Мы благодарим Н. BENZ за то, что он помог нести и тянуть приемное оборудование несколько раз на расстояние до 1 километра, а также и за представленные компоненты и аппаратные средства поляризатора. Мы благодарим также R. HASLER за то, что он заботился о станции передатчика, чтобы предотвратить неправильное обращение и воровство в течение измерений. Мы особенно благодарим F. AEBERSOLD за то, что он сделал специальные чертежи и за

то, что он обработал все алюминиевые шарики на его фрезерном станке. Мы также благодарим Р. MESSMER за его бесконечную помощь и инструкции относительно LaTeX - и MikTeX проблем на моем персональном компьютере.

ССЫЛКИ

[1] ДЖЭКСОН Дж. Д. *Классическая Electrodynamics* (Джон Вилей и Сыновья, Нью-Йорк) 1965, стр. 180, уравнение (6.37).

[2] УЭСЛИ Дж. П. *Труды 2-го кельнского Симпозиума Физика как Наука*, в Ж. *Новая Энергия*, 5 (2001) 95.

[3] УЭСЛИ Дж. П. *Избранные Темы в Научной Физике* (Бенджамин Уэсли, Блумберг) 2001, стр 125-127.

[4] ROMIG H. R. и другие. *Справочные данные для Радио-Инженеров*, отредактированных WESTMAN H. P., издание 6 (Говард В. Sams and Co., компания) 1982, стр 28-3, Таблица (1).

[5] УЭСЛИ Дж. П., *Теория электромагнитного поля от подземного взрыва (ядерный взрыв бомбы)*, Унив. Калифорн. Рад. Лаборатория. Сообщение 5177 (Livermore, Калифорния) 1958.

[6] УЭСЛИ Дж. П., *Теория электромагнитного поля от мощного взрыва (ядерный взрыв бомбы)*, Унив. Калифорн. Рад. Лаборатория. Сообщение 5157 (Livermore, Калифорния) 1958.

1 - ETHZ, Институт Астрономии - Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zürich, Швейцарии

2 - Weiherdammstrasse 24, D-78176 Блумберг, Германия

Europhys. Lett., 59 (4), pp. 514-520 (2002)

15 August 2002

© электронная обработка данных НаукиС. Monstein и др.

НАБЛЮДЕНИЕ скалярных волн. Перевел с англ. Шаляпин А.Л.