

# ПРОДОЛЬНЫЕ ВОЛНЫ В РАДИОСВЯЗИ

Б.М. Попов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Концерн «Созвездие», Воронеж, Россия

**Аннотация.** В технической литературе часто встречаются термины – «электромагнитные волны» и «электромагнитное излучение». Теоретики, вооружённые каноническими уравнениями Максвелла, «видят» в них одно и то же. Но так ли это за пределами данной теории? Ведь электромагнитные волны и электромагнитное излучение имеют существенные различия в физическом происхождении. Электромагнитные волны порождаются в результате простых колебаний масс заряженных частиц (например, электронов в проводнике), а электромагнитное излучение – имеет внутриатомное происхождение, оно результат сложных внутриатомных процессов.

**Ключевые слова:** продольные волны, солитоны, теории радиосвязи, торообразность радиоволн.

## LONGITUDINAL WAVES IN RADIO COMMUNICATION

B. M. Popov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Concern "Constellation", Voronezh, Russia

**Abstract.** In the technical literature, the terms "electromagnetic waves" and "electromagnetic radiation" are often found. Theorists armed with Maxwell's canonical equations "see" the same thing in them. Nevertheless, is this so beyond the limits of this theory? After all, electromagnetic waves and electromagnetic radiation have significant differences in their physical origin. Electromagnetic waves are generated because of simple vibrations of the masses of charged particles (for example, electrons in a conductor), and electromagnetic radiation is of intra-atomic origin, it is the result of complex intra-atomic processes.

**Keywords:** longitudinal waves, solitons, radio communication theories, the old-fashioned nature of radio waves.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Для специалистов в области радиосвязи понятия волн и излучения тождественны. Им важно только то, что по мере увеличения «жёсткости» излучения, всё в большей мере проявляется его квантовый характер и всё меньше его волновые свойства. При этом остаётся загадкой отсутствие продольной составляющей у электромагнитных колебаний.

Видные отечественные и зарубежные учёные, исходя из не менее убедительных, чем канонические уравнения Максвелла научных предпосылок, теоретически доказали необходимость и неизбежность реальности продольных электромагнитных волн [1, 3]. Однако, существование, предсказанных продольных волн, пока экспериментально не подтверждено и поэтому в прикладной сфере игнорируется. Но в последнее время экспериментальная работа в этой области активизировалась. Получены интересные результаты.

В качестве основной предпосылки к формированию содержания доклада сделано в форме гипотезы предположение, что в природе любое колебание имеет (как минимум) и продольную, и поперечную составляющую одновременно.

## 2. УРАВНЕНИЕ КОРТВЕГА-ДЕ-ФРИЗА И СОЛИТОНЫ

Подтверждение нашей гипотезы начнём с экскурса в область нелинейных колебаний. Ещё в прошлом веке была доказана принципиальная возможность и теоретическая необходимость существования такого феномена, как солитонные волны.

Как показано в [2, 3], основу исследований в этом направлении стимулировали работы Э. Ферми (с Д. Пастой, С. Уламом) по проверке гипотезы Дебая о нелинейности колебаний в кристаллической решетке. Результаты их работ показали, что распространение колебаний небольшой амплитуды на кубической решетке описываются уравнением Кортвега-де-Фриза.

Если рассматривать решение как развитие процесса по времени, то функция (представляющая решение) сначала становится немонотонной, а затем распадается на систему уединенных волн, каждая из которых распространяется с постоянной скоростью, сохраняя свою форму. Такие локализованные волны, сохраняющие свою структуру, получили название солитонов. Каждый из солитонов представляет собой волну, бегущую со своей скоростью, причем, чем выше и уже солитон, тем быстрее он движется. Несмотря на то, что уравнение КдФ нелинейно, солитоны «проходят» друг через друга, не меняя ни формы, ни скорости, ни амплитуды. Если представить, что солитоны могут иметь и электромагнитную природу, то возникают вопросы и о постоянстве скорости света, и о том, представляется ли свет (излучение) электромагнитными волнами. Свет распространяется даже в вакууме, но волна не может построить собственное подобие без среды.

Никто ведь не измерял скорость распространения электрического тока в проводнике. Считается, что она совпадает со скоростью света. Но это не факт. В 70-80 гг. прошлого века, при прогнозировании появления субмикронных интегральных схем (СИС), говорилось, что возникнут сложнейшие проблемы. Если размер транзисторного перехода в кристалле меньше микрона, то задержки в соединительных проводах (причина – величина скорости света) становятся более существенными, чем время переключения транзистора. Стали предлагаться сложнейшие алгоритмы синхрофазировки, вводился в обиход термин «эквилибронная зона». Факт, такие СИС давно созданы, а термина «эквилибронная зона» – нет.

Возможно, что в проводниках мы имеем дело с другой «группой уединенных волн», солитонами, распространяющимися в проводнике со скоростью много больше т.н. «скорости света». Здесь, на малых расстояниях (внутри кристаллической решётки), эта «группа» проявляет себя ярче других.

Отметим: в широко известных канонизированных моделях (уравнениях) физических процессов (не только в уравнениях Максвелла) отсутствуют производные выше второй, и, следовательно, реальная нелинейная динамика в них не учитывается. Уравнение же КдФ содержит третью производную. Что значительно меняет потенциал эффективности в аспекте адекватности реальности.

### 3. ТОРООБАЗНО-СОЛИТОННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАДИОВОЛН

В работе Максвелла «Динамическая теория электромагнитного поля» 20 общих уравнений электромагнитного поля увязывают 20 переменных. А именно:

- три уравнения полных токов, (A)
- три уравнения магнитной силы, (B)
- три уравнения электрических токов, (C)
- три уравнения электродвижущей силы, (D)
- три уравнения электрической упругости, (E)
- три уравнения электрического сопротивления, (F)
- одно уравнение свободного электричества, (G)
- одно уравнение непрерывности. (H)

Анализ этих уравнений показывает, что приписывать Максвеллу представление о существовании у электромагнитных колебаний исключительно поперечной составляющей, – неправомерно!

Известные нам по учебникам «четыре великих уравнения с семью неизвестными» – это, фактически, уравнения не Максвелла, а Герца, Хэвисайда и Лоренца. Именно из них, а не из исходных уравнений самого Максвелла, следует отсутствие продольной составляющей у электромагнитных колебаний. Есть, якобы, только поперечная составляющая. В чём дело? Возможно, Герц, найдя средство отбора энергии только у одной поперечной составляющей электромагнитных колебаний ("вибратор Герца"), только эту поперечную составляющую счёл нужным отразить в своих уравнениях? Остальное «оставил за скобками». По-своему, и по-моему – гениальное решение.

Далее, напоминание: что такое «вибратор Герца»? Индуктивностью и ёмкостью обладает даже кусок прямого провода. Замечательной особенностью такого контура с распределёнными параметрами является то, что резонансные ему волны вдвое длиннее стержня, его и называют «полуволновой вибратор». Вибратор взаимодействует с резонансной волной, переизлучая (отражая) её. К другим волнам он почти безразличен.

У стержня разрезанного пополам есть «имя собственное» – «вибратор Герца». Он обладает ещё более замечательными свойствами. Когда сопротивление разреза велико, перед нами, по сути, два отдельных вибратора, вдвое большей резонансной частоты. Если же включить в разрез согласованную нагрузку, то вибратор превратится в настоящую антенну (поглощает без переизлучения, антенна). Иначе говоря:

$R = 0$ , отражает;

$R =$  «согласованная нагрузка» (антенна), поглощает;

$R = \infty$ , не замечает.

«Согласованная нагрузка» составляет некий крат от волнового сопротивления эфира, которое равно 377 Ом. К сведению теоретиков, волновое сопротивление эфира столь же реально, как и сопротивление резистора. Наличие ригидности (сопротивления) обеспечивает существование колебательного процесса, одной только активности здесь недостаточно. Синтез какого-либо процесса возможен, если есть фактор, который итожит процесс становления. В дальнейших рассуждениях о продольной составляющей электромагнитных колебаний, воспользуемся механической аналогией, а именно –

волны на поверхности глубокой воды, – так как мы, не обладая непосредственным восприятием электромагнитных колебаний, не имеем и их зрительных образов. Метод аналогий, конечно, несовершенен, но и другие методы не лучше, а если и лучше, то только при прочих равных условиях, которые обычно неравны. Максвелл при изложении своей теории электромагнетизма, активно использовал в качестве иллюстраций механические образы и аналогии.

Волновые процессы в среде связаны не с потоком, перемещающим вещество, а с передачей импульса по цепочке от одних частиц, совершающих короткие регулярные движения, к другим (не пролетает же воздух, исходящий из свистка, тысячи метров). Наблюдая волны на поверхности воды, мы впадаем в иллюзию, что вода непрерывно движется. Но ещё в 19-м веке братья Вебер показали, что частички воды в волне двигаются не вверх-вниз, как считал Ньютон, а по окружностям (эллипсам), тем самым одновременно создаётся иллюзия движения водных массивов. Это подробно описано и обрисовано в книге по экспериментальной физике Р.В. Поля [4]. Так на Рис. 1 из учебника Р.В. Поля показана связь линий тока и круговых путей в бегущих водяных волнах. Горизонтальный ряд точек показывает частички поверхности воды в состоянии покоя, дуги окружностей — пути, пробегаемые ими по направлению часовой стрелки. Соединив маленькие острия стрелок, мы получаем профиль распространяющейся вправо волны в конце следующего промежутка времени. Круговые траектории вычерчены для каждой второй стрелки.

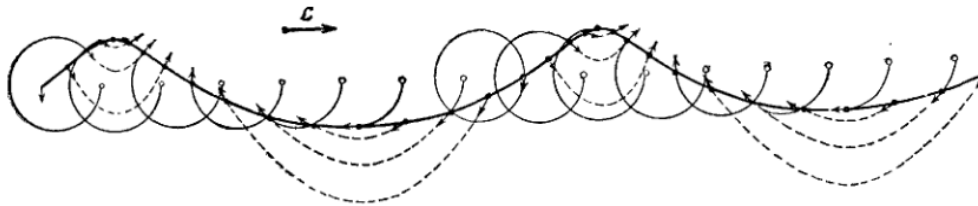


Рис. 1. Связь линий тока и круговых путей в бегущих водяных волнах

Конечно, следует понимать, если волны идут от брошенного в воду камня, то тут процесс колебаний будут представлять не плоские фигуры (эллипсы и окружности), а торы – трёхмерные динамические структуры.

Известна установка математика-бурбакиста Лежена Дирихле: «Одoleвать проблему при минимуме слепых вычислений и максимуме наглядных идей». Следуя этому совету, не станем прибегать к помощи формул, а обратимся к рис. 2.

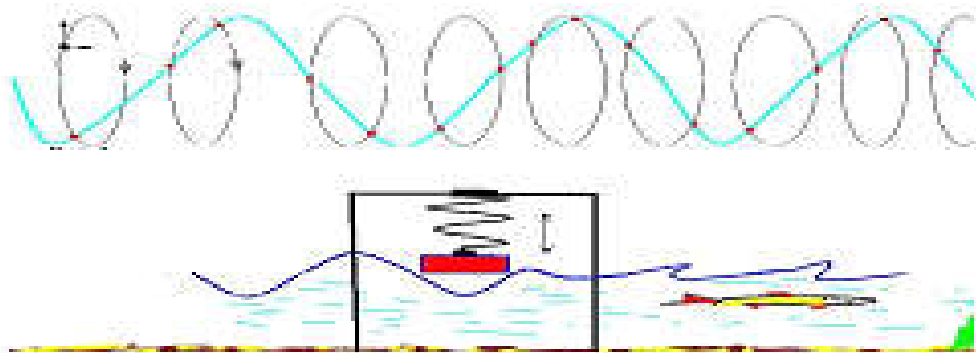


Рис. 2. Механический вибратор Герца

В верхней части рис. 2 схематично показано, как при движении частиц воды по замкнутым эллиптическим траекториям, нам являются волны с иллюзией их движения (линия небесного цвета). Это как-то «бьёт» с представлениями о спине элементарных частиц. Получается, что при анализе волн на воде, передачу импульса следует связывать не с количеством движения, а с угловым моментом частиц воды.

Уже, на первом эллипсе, видно, что у колебаний частиц воды (непрерывное движение по эллиптической орбите, занимающей одно и то же место в пространстве) есть поперечная и продольная составляющие.

В нижней части рис. 2 показано механическое устройство для отбора (экстракции) энергии у поперечной составляющей волны (механический вибратор Герца, приёмная антенна). Понятно, что наиболее эффективно энергия будет отбираться, если ширина днища поплавок будет составлять полволны, а «согласованная нагрузка» – упругость пружина вверху рамы, будет составлять где-то четверть от архимедовой силы (волнового сопротивление воды).

Механическую энергию поперечного возвратно-поступательного движения легко превратить в другие виды энергии. Но как могло бы выглядеть устройство для отъёма энергии у продольной составляющей волны? Видимо, для начала нужно придумать – как разделить эти составляющие. Очевидно, если осуществить отбор энергии у поперечной составляющей колебания, то энергия его продольной составляющей сохранится. Характер возникшего после этой операции явления, подскажет: чем можно воспользоваться для управляемого отбора мощности у продольной составляющей колебания.

Возвратимся к нашим солитонам. Практически очевидно, что колебания, лишившись поперечной составляющей, экстрагируются в волны солитонного типа, своего рода цунами. Это, в принципе, наблюдается, например:

если (рис. 2) источник колебаний расположить слева от нашего поплавок-вибратора, то в области справа от него, где энергия продольной колебания составляющей уже поглощена поплавок-вибратором, – отмечаются быстро бегущие водные накаты, как цунами (над рыбкой),

вблизи больших антенных полей приёмных радиостанций, наблюдаются эффекты, аномальные с позиций теории радиосвязи.

Наши иллюстрации волнового процесса на поверхности глубокой воды демонстрируют его развитие на фоне двумерной поверхности, плоскости, с выходом за пределы двумерного пространства, а электромагнитные волны – волны пространственные, для их описания необходим выход за пределы трёхмерного пространства. Далее, на рис. 3, представлена картина электромагнитного поля, продуцируемого диполем – вибратором Герца.

Рисунки выполнены самим Герцем. Они взяты из его статьи «Силы электрических колебаний с точки зрения теории Максвелла». Видим, электромагнитным волнам присущ солитонный аспект.

При работе вибратора от него периодически отделяются дискретные замкнутые тороидальные вихри, показанные сплошными силовыми линиями.

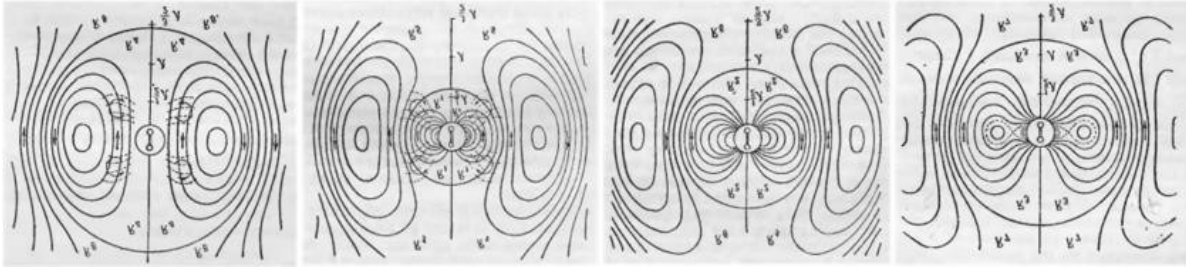


Рис. 3. Картина электромагнитного поля, создаваемого вибратором Герца

Каждый вихрь представляет один полупериод колебаний. Что наглядно видно из рисунков, на которых представлены четыре момента времени. Эти вихри – это те же солитоны. Вихрь (тор) – это стабильный объект, в торе все частички среды покоятся относительно друг друга, и движение среды в торовых объектах происходит без затрат, чисто инерционно.

Первый рисунок представляет начало нового колебания. Электрический ток в вибраторе проходит через положение равновесия, достигая наибольшей скорости. На втором рисунке показано, что нарождающийся новый вихрь раздувается и расталкивает в стороны предыдущий вихрь. На третьем рисунке представлен момент максимального тока, когда все силовые линии еще замкнуты на разрядный промежуток вибратора. На четвертом рисунке мы видим заключительную фазу формирования нового вихря при уменьшении тока до нуля. Силовые линии замыкаются между собой, вихрь принимает форму замкнутого тороида. Уже имея начальную скорость в средней плоскости, он начинает расходиться от вибратора сразу вслед за предыдущим вихрем. Отделившиеся от вибратора полые тороидальные «радиовихри Герца» расширяются со световой скоростью как вихревые возмущения в сплошной среде. На практике размеры цепи выбирают такими, чтобы время распространения изменений электромагнитного поля в ней было бы сравнимо с периодом колебаний тока. Эманация вихрей-тороидов будет максимальной, если внутри генерирующей системы энергия будет значительно меньше, чем вне нее.

Выше было отмечено, что электромагнитные волны – волны пространственные, для их описания необходим выход за пределы трёхмерного пространства. Хотя сфера существует в трехмерном пространстве, ее поверхность двумерна. Подобным образом, гиперсфера, обладающая трехмерной поверхностью, изгибается в четвертое измерение. Гиперкуб – это четырехмерный аналог обыкновенного куба; как трехмерный куб можно построить путем складывания шести квадратов, так и четырехмерный куб можно построить путем вкладывания друг в друга восьми кубов. Гиперсфера – это сфера, имеющая более трех измерений, обладающая той же пространственной формулой, что и тор, – которая также является формулой водоворота. Торообразность, присущая гиперсфере, и широко распространенная также в природе, например, в электромагнитных полях и дымовых кольцах. Однако имеющимися в теоретической физике функциями нельзя описать поведение торовидных электромагнитных процессов, так как такой функции математики еще не придумали. Генрих Герц именно

по этой причине использовал рисунки, а не формулы для своего величайшего изобретения – вибратора Герца.

Конечно, и Максвелл, и Герц оперировали представлениями об эфире как среде распространения электромагнитных волн. В настоящее время отмечен интерес к данным представлениям. Проводятся эксперименты, выявляющие структуру этой среды. Например, А. Пирязев осуществил визуализацию структуры эфира [5], используя микроскоп и магнитную жидкость. Фотография из материалов эксперимента Пирязева приведена на рис. 4. Слева – сотовая структура магнитного поля, визуализированная посредством магнитной жидкости (увеличение в 20 и 80 раз). Справа – электромагнитное поле, – возбуждённые соты-спиралеконусоиды.

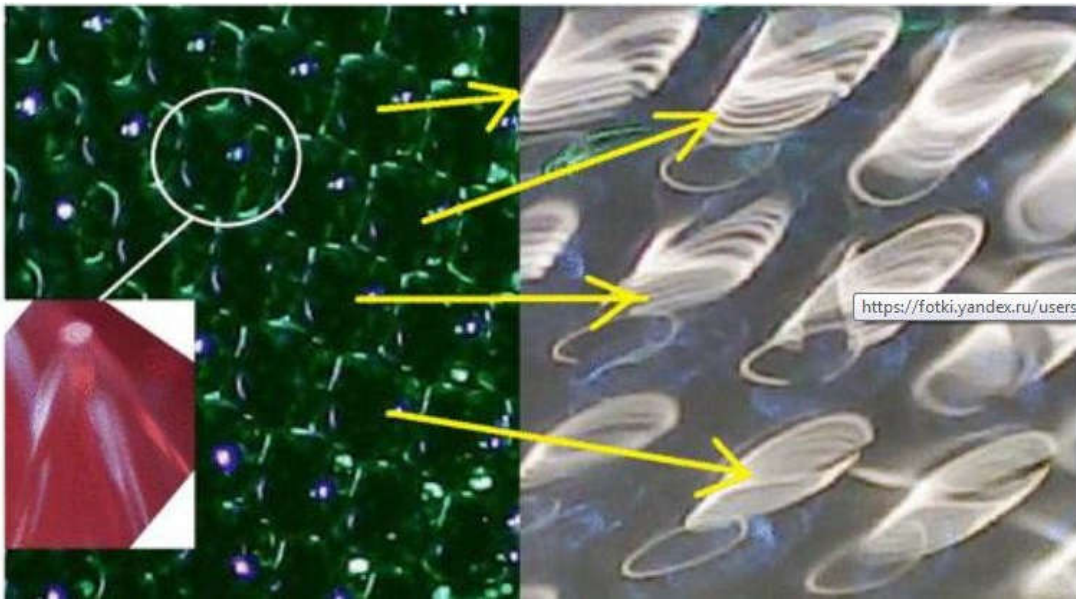


Рис. 4. Визуализация структуры электромагнитного поля

В своей электромагнитной теории Н. Тесла не пользуется общепринятыми понятиями, такими как «энергия», «длина волны», «частота». Вместо них вводит понятия — «кривая распорядка», «вибрация спиралевидных систем», «электрическое давление», «пропорция передачи», «эфир», «динамика электромагнитного флюида», «геометрические возможности трубки» и т. д. Тут мы сталкиваемся с семиотическим аспектом «трудной проблемы сознания» – выражения субъективного опыта в интересующих терминах. То, что не имеет сенсуально постижимых эквивалентов, не реферируется в понятиях и не отражается в адекватных реальности образах. У нас по реальности минимум слов, зато туча всяких абстрактных представлений. Отсутствие "адекватного языка" для представления процессов электромагнетизма остро ощущается. Мы вообще не имеем понятий для представления процессов развития.

И, наконец, гипотеза предлагающая решение старого спор о волновой или корпускулярной природе света. Известно такое явление – сонолюмисценция – излучение света под воздействием на вещество (жидкость) жёсткого ультразвука. Явление наводит на мысль, что свет – это не электромагнитные колебания (колебания эфира), но он результат излучения (эмнации) неких частиц из среды распространения под воздействием на среду жёстких колебаний (волна порождает частицы). Как бы та

пыль, поднимаемая автомобилем (волной) на просёлочной дороге. Именно эти частицы воспринимаются зрительным аппаратом человека (и не только человека).

Интерferируют колебания, а на вещественном экране среды распространения результаты интерференции просто визуализируются частицами света эманированными колебаниями. Они, частицы света, в отличие от звуковых колебаний, в более плотных средах распространяются медленнее, как и всякая частица.

Надёжно экспериментально установлено, что свет разделяется на цветовые составляющие не при входе в призму, а только при выходе из неё. Так как принято считать, что скорость света всех цветов в воздухе практически одинакова, то это разделение невозможно объяснить ни на основе волновой, ни на основе корпускулярной-волновой теории света.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном докладе показано, что все виды электромагнитных колебаний имеют как поперечную, так и продольную составляющую, ведь диполи Герца продуцируют в эфире торовидные динамические структуры, по сути – солитоны. Такие представления о структуре электромагнитных колебаний можно обнаружить не только в трудах Генриха Герца, но и самого Д.К. Максвелла. Изгнание эфира, замена экспериментальных исследований на теоретические спекуляции, способствовали забвению данных представлений. Что остановило развитие электродинамики, после работ Герца, каких-либо существенных достижений и результатов, пригодных к практическому применению этой области науки до последнего времени не наблюдалось. Сегодня, трудами А. Пирязева и многих других исследователей доказано, что все взаимодействия в природе осуществляются посредством структуры той самой среды – эфира, – который официальной наукой отпращен в сферу предрассудков.

Возврат к исследованиям классическими методами в области электродинамики позволит вывести ее на новые горизонты научного развития, и повысить устойчивость функционирования систем радиосвязи в условиях повышенного уровня априорной неопределенности. Отсутствие подходящего математического аппарата – не проблема. Его вполне заменит современный инженерный системотехнический подход [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хворостенко Н.П., Продольные электромагнитные волны // Изв. вузов. Физика. – 1992. – Т. 35, № 3. – С. 24-29.
2. Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Парадоксы мира нестационарных структур / Компьютеры и нелинейные явления. – М.: Наука, 1988, – 103 с.
3. Юэн Г., Лэйк Б. Нелинейная динамика гравитационных волн на глубокой воде. – М.: Мир, 1987, – 154 с.
4. Поль Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957, – 484 с.
5. Пирязев И.А. Спиралеобразное движение эфира как модель электрического тока. Материалы конференции «Анализ систем на рубеже тысячелетий: теория и практика». М.: – 1999. – с.160-162.
6. Попов Б.М., Учение о системах и структурах организаций. – Воронеж: Концерн «Созвездие», 2009, – 50 с.