

## ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНОЕ ПОДОБИЕ ОРГАНИЗМОВ И «ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ»

В статье предложены основы ФК – анализа ресурсораспределения в организмах различной природы (природной, социальной, человеко-машинной, биологической). В результате анализа получено ФК соотношение, представляющее собой долю ресурсов организма, выраженную в виде экстенсивных параметров (масса, время, деньги и т.д.), идущих на уровне базовых потребностей организма: потребность в энергетике, транспорте, экологии, технике, информации. Показана связь фрактально-кластерного соотношения и «золотого сечения».






### 1. Введение

Понятие машинных, человеко-машинных и социальных **организмов**, сравнимых по сложности с организмами биологическими, впервые появилось в ракетно-космической технике (РКТ) [1].

В контексте настоящего исследования организм – это рационально функционирующая машинная, биологическая, биомашинная или общественная система, состоящая из пяти кластеров высшего уровня: энергетического, транспортного, защитного, производственного и информационного. Отсутствие какого-либо кластера лишает систему, какой бы сложной она не была, возможности называться организмом.

Таблица 1

Структурное (кластерное и подкластерное) подобие организмов

Кластеры	Подкластеры
1. Энергетический 	1.1. Энергетические ресурсы организма 1.2. Энергетическое обеспечение транспорта 1.3. Энергетическое обеспечение защиты (безопасности) организма 1.4. Энергетическое обеспечение производственных функций 1.5. Энергетическое обеспечение информатики
2. Транспортный 	2.1. Транспортные ресурсы организма 2.2. Транспортное обеспечение энергетики 2.3. Транспортное обеспечение безопасности 2.4. Транспортное обеспечение производства 2.5. Транспортное обеспечение информатики
3. Защитный (безопасность) 	3.1. Ресурсы обеспечения безопасности организма 3.2. Безопасность транспорта 3.3. Безопасность энергетики организма 3.4. Безопасность производства 3.5. Безопасность информатики
4. Производственный 	4.1. Производственные ресурсы организма 4.2. Производственное обслуживание транспорта 4.3. Производственное (технологическое) обеспечение защиты 4.4. Производственное обеспечение (обслуживание) энергетики 4.5. Производственное обеспечение информатики
5. Информационный 	5.1. Информационные ресурсы организма 5.2. Информационное обеспечение транспорта 5.3. Информационное обеспечение безопасности 5.4. Информационное обеспечение производства 5.5. Информационное обеспечение (обслуживание) энергетики

### 2. Структурно-функциональное (кластерное) подобие организмов

Пять перечисленных выше кластеров являются обязательными для всех организмов: машинных, биологических, биомашинных, в том числе человеко-машинных, общественных и

социальных. Структурно-функциональное подобие всех существующих в природе организмов, как искусственных, так и естественных было выявлено в результате анализа большого количества организмов самого разного вида (часы, автомобили, животные, самолёты, космические аппараты, финансовые системы городов, областей и государств, компьютеры, мобильные телефоны и т.д. Это подобие сохраняется не только на высшем уровне пяти кластеров, но и на уровне 25 подкластеров первого уровня (табл. 1).

### 3. Фрактальное подобие организмов

Фрактальным подобием называется равенство какого-либо параметра для организма в целом и для его части или частей (фракций). Попытки найти фрактальное подобие в таких сложных машинных организмах, как летательные аппараты (ЛА), были начаты при поддержке академика С.П. Королёва в 1965 г. Параметр фрактального подобия для летательных аппаратов (отношение массы к мидельной площади) был открыт в 1975 г. и опубликован в 1976 г. [2].

### 4. Фрактально-кластерные соотношения (ФКС)

Следующим шагом в исследованиях была поставлена задача определения количественных соотношений между **экстенсивными термодинамическими параметрами** кластеров. К этим параметрам или **ресурсами организма** относятся: масса ( $M$ ), объём ( $V$ ), время ( $\tau$ ), площадь ( $S$ ), стоимость ( $C$ ) и т.д. Космическая ракета – прежде всего транспортное средство, поэтому первостепенное внимание было сосредоточено на исследовании транспортного кластера. Работа закончилась открытием в 1981 г. **транспортного феномена** (ТФ) [3]. ТФ заключается в том, что для подавляющего большинства организмов самого разного вида на реализацию **транспортных потребностей** расходуется в среднем  $27 \pm 4$  % ресурсов организма, например, его массы. Затем, уже по аналогии, был определён вес энергетического кластера, который оказался самым значительным:  $38 \pm 6$  %. Для определения веса остальных кластеров потребовалось более десяти лет напряжённого труда, поскольку многие данные, необходимые для работы, отсутствовали. Исследования проводились на биологических организмах (табл. 2) [4], на машинных организмах (табл. 3) [5,6] и

Таблица 2

Фрактально-кластерные соотношения масс биологических организмов (самцы)

Название организма	Масса, кг	ФКС, %				
		Э	Т	Б	П	И
Хламидомонада	$3 \cdot 10^{-11}$	40±10	10±8	30±6	10±5	10±5
Гидра	$10^{-5}$	40±10	30±8	10±6	10±5	10±5
Мышь-малютка	$5 \cdot 10^{-3}$	40±6	27±5	16±4	10±3	7±2
Среднеазиатская черепаха	0,1	38±6	20±5	30±4	7±3	5±1
Серебристая чайка	1,0	39±6	28±5	16±4	10±3	7±2
Заяц-беляк	5,0	40±6	28±5	16±4	11±3	5±2
Бобр	30	40±6	26±5	17±5	12±3	5±2
Обыкновенный шимпанзе	60	39±6	28±5	16±3	11±2	6±2
<b>Человек разумный</b>	<b>68</b>	<b>38±6</b>	<b>27±5</b>	<b>16±4</b>	<b>13±2</b>	<b>6±1</b>
Горилла	250	39±6	28±5	16±3	11±2	6±1
Тигровая акула	500	40±6	30±5	16±4	8±3	6±2
Гиппопотам	3000	40±6	28±5	16±4	10±3	6±2
Африканский слон	5000	40±6	28±5	16±4	10±3	6±2
Гренландский кит	$1.5 \cdot 10^5$	42±5	28±4	16±3	8±2	6±1
Синий кит	$2 \cdot 10^5$	42±5	28±4	16±3	8±2	6±1

на финансовых организациях (табл. 4) [7]. Используя известный, хоть и не бесспорный, тезис о том, что человек – венец творения, было решено ФКС для здорового мужчины 20-40 лет назвать эталонным:

$$\sum_i \bar{M}_i = \sum_i \frac{M_i}{M} = \bar{M}_Э + \bar{M}_Т + \bar{M}_Б + \bar{M}_П + \bar{M}_И =$$

$$(38 \pm 6) + (27 \pm 4) + (16 \pm 3) + (13 \pm 2) + (6 \pm 1) = 100 \% \quad (1)$$

и распространить его на все совершенные организмы и на все экстенсивные параметры:

$$\sum_i \bar{M}_i = \sum_i \bar{V}_i = \sum_i \bar{\tau}_i = \sum_i \bar{S}_i = \sum_i \bar{C}_i. \quad (2)$$

Сразу же было обращено внимание на то, что с учётом дисперсий это распределение соответствует ряду Фибоначчи:

$$0,98 (5 + 11 + 16 + 27 + 43) = 100 \%, \quad (3)$$

который почти идеально описывает ФКС животного мира (табл. 2). Тезис К. Маркса о том, что труд создал человека, как нельзя лучше подтверждается ФКС для человека по сравнению с ФКС для шимпанзе. В математическом отношении ФКС для человека соответствуют логарифмическому закону при основании логарифма 5,55(5) [8].

Таблица 3

Фрактально-кластерные соотношения масс в машинных организмах

Название организма	Масса, кг	ФКС, %				
		Э	Т	Б	П	И
Часы-ходики	0,5±0,1	38±3	27±2	15±3	10±2	5±2
Карманные часы	0,05±0,02	38±6	27±5	16±4	10±3	5±2
Орбитальный корабль «Буран»	105000,0	18	29	16	30	7
Орбитальная станция «Мир»	72000,0	13,2	25	16	18,8	27
Первый в мире ИСЗ	83,6	44	21,2	16,8	9,2	4,9
ПЭВМ «ноутбук»	2±1,5	27±10	20±4	16±3	19±4	18±5

Таблица 4

Фрактально-кластерные соотношения финансовых организаций

Название организма	Масса	ФКС, %				
		Э	Т	Б	П	И
Департамент образования г. Нешью, США (расходы, долл.)						
в 1993 г.,		37	28	15	14	6
в 1994 г.,		38	28	15	13	6
Тульская область (расходы, руб)						
в 1990 г.,	644313	18,29	12,4	21,08	33,84	14,39
в 1991 г.,	3723716	24,71	23,89	20,68	21,27	9,44
в 1992 г.,	24442432	24,62	19,53	18,12	23,98	13,75
в 1993 г.,	280018	27,62	17,08	18,3	22,42	14,58
в 1994 г.,	1226835	28,7	18,32	18,37	20,69	13,92
в 1995 г.,	2749205	26,58	19,01	21,71	12,27	20,44
в 1996 г.,	3839742	26,70	19,1	20,64	13,21	20,35

Обращают на себя внимание увеличенные расходы на информатику в Тульской области (управление, наука, культура), что прежде всего объясняется сильно раздутым штатом чиновничества.

### 5. Критерий эффективности жизни организма (КЭЖ)

Ресурсы любого организма ограничены условиями его работы (существования) в занимаемой конкурентной (экологической) нише. Размеры организмов, даже биологических, изменяются всегда дискретно, что, по-видимому, отражает пока ещё не открытый закон

оптимального соответствия размеров организма условиям его существования. Жёсткий контроль за распределением масс космических аппаратов при их проектировании (значительно более жёсткий, чем в авиации) позволил перенести методы кластерного анализа космических ЛА на созданные природой биологические организмы. Оказалось, что соотношения (1) и (3) являются оптимальными с точки зрения живучести организма любого рода. Изменение какого-либо кластера как в меньшую, так и в большую сторону ведёт к снижению эффективности жизни организма, а то и к его разрушению (смерти). Напрашивается аналог с «бочкой Либиха» для сельского хозяйства. Если гистограмму реального распределения ресурсов свернуть «в бочку» (рис. 2), то налить в такую бочку вина можно только лишь до уровня самой низкой клёпки. Высота клёпок характеризует имеющиеся ресурсы, и если эта высота превышает уровень жидкости, то это означает, что часть ресурсов выше пунктирной линии на рис. 2 б) затрачивается бесполезно. КЭЖ определяется как самое малое частное от деления величин кластеров на их эталонные значения (1). На рис. 2 изображена гистограмма идеального и реального распределения ресурсов организма, когда ресурсы на безопасность увеличены за счёт транспортных ресурсов, поэтому для реального организма имеем КЭЖ, подсчитанный по пяти кластерам высшего уровня:

$$КЭЖ^5 = 20,25/27 = 0,75. \quad (4)$$

Очевидно, что организм «болен». Статистический анализ многих организмов разного рода показал, что организмы разрушаются, умирают или выводятся из эксплуатации при условии, что их КЭЖ < 0,5. Именно это и произошло когда-то с динозаврами и совсем недавно с СССР. Модель СССР – Московская область – имела в 1990 г. КЭЖ<sup>5</sup> = 0,29.

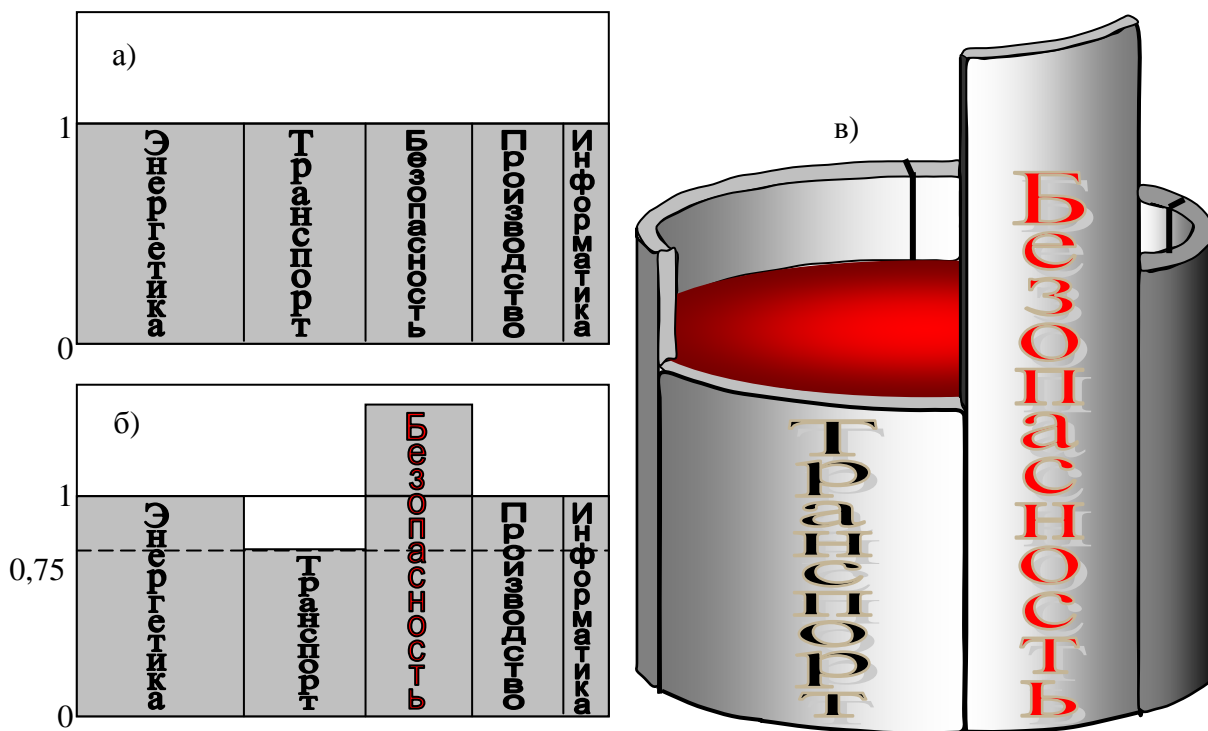


Рис. 2. ФКС и «бочка Либиха». а) Идеальные ФКС, б) Реальные ФКС, в) «Бочка Либиха»

## 6. ФК анализ организмов

ФК анализ организмов состоит в кластеризации их ресурсов, определяемых экстенсивными свойствами, вычислении КЭЖ и формулировании предложений о доработке (лечении) организма, либо о допуске его к эксплуатации. Орбитальный корабль «Буран» и станция «Мир» (табл. 3), имеющие КЭЖ<sup>5</sup> соответственно 0,47 и 0,35, было решено не эксплуатировать, в то время, как часы-ходики и карманные часы используются почти пять столетий. Обращает на

себя внимание большое разнообразие и быстрая смена конструкции «ноутбуков», электронных наручных часов и мобильных телефонов, также имеющих пока низкое значение КЭЖ<sup>5</sup>.

Финансовые организмы (табл. 4) также постепенно совершенствуются (рис. 4), но несовершенный механизм принятия решений, допускающий лоббирование, и неграмотность лиц, принимающих решения, не позволяет поднять КЭЖ<sup>5</sup> выше 0,7.

Углублённый статистический анализ подкластеров или кластеров второго уровня (табл. 1) показал, что экстенсивные термодинамические параметры всех пяти кластеров первого (высшего) уровня для человека делятся между кластерами второго уровня согласно соотношению (1). Таким образом, фрактально-кластерное подобие организмов распространяется и на кластеры второго уровня (табл. 5). Возникает естественное желание продолжить в таком же духе и дальнейшую кластеризацию, создав образ идеального организма, в котором фрактальное подобие соблюдалось бы до отдельных живых клеток, а то и до атомов, но такой организм будет, по-видимому, очень далёк от реальности. Критическое значение реального КЭЖ<sup>25</sup>, рассчитанного по сравнению величин реальных подкластеров с идеальными ФКС табл. 5, не должно быть меньше 0,25. Таким образом, пятикратное увеличение количества подкластеров при ЭМТ-анализе организма снижает критическую величину КЭЖ в два раза.

Таблица 5

Матрица фрактально-кластерных соотношений социального организма

<b>РэΣ = 38 %</b>	<b>Рээ = 14,44 %</b> Ресурсы энергетики (вода, свет, тепло, пища, корма, электричество, моторное топливо, кислород)	<b>Ртэ = 10,26 %</b> Транспортное обслуживание энергетики	<b>Рбэ = 6,08 %</b> Обеспечение безопасности энергетики	<b>Рпэ = 4,94 %</b> Производственное обслуживание энергетики	<b>Рие = 2,28 %</b> Информационное обеспечение энергетики
<b>РтΣ = 27 %</b>	<b>Рэт = 10,26 %</b> Энергетическое обеспечение транспорта и обменов	<b>Ртт = 7,29 %</b> Ресурсы транспорта (все виды перемещений и обменов)	<b>Рбт = 4,32 %</b> Обеспечение безопасности транспорта и обменов	<b>Рпт = 3,51 %</b> Производственное обеспечение транспорта и обменов	<b>Рит = 1,62 %</b> Информационное обесп. трансп. и обм.
<b>РбΣ = 16 %</b>	<b>Рэб = 6,08 %</b> Энергетическое обеспечение безопасности	<b>Ртб = 4,32 %</b> Транспортное обеспечение безопасности	<b>Рбб = 2,56 %</b> Ресурсы безопасности (армия, милиция, здравоохранение и т.д.)	<b>Рпб = 2,08 %</b> Производственное обеспечение безопасности	<b>Риб = 0,96 %</b> Информационное обесп. безопасности

<b>РпΣ = 13 %</b>	<b>Рэп = 4,94 %</b> Энергетическое обеспечение производства	<b>Ртп = 3,51 %</b> Транспортное обеспечение производства	<b>Рбп = 2,08 %</b> Безопасность производства	<b>Рпп = 1,69 %</b> Ресурсы производства и строительства	<b>Рип = 0,78 %</b> Информ. обесп. произв.
<b>РиΣ = 6 %</b>	<b>Рэи = 2,28 %</b> Энергетическое обеспечение информатики	<b>Рти = 1,62 %</b> Транспортное обеспечение информатики	<b>Рби = 0,96 %</b> Обеспечение безопасности информат.	<b>Рпи = 0,78 %</b> Производственное обеспечен. информат.	<b>Рии = 0,36 %</b> Ресурс. информатики
<b>РΣ = 100 %</b>	<b>РΣэ = 38 %</b>	<b>РΣт = 27 %</b>	<b>РΣб = 16 %</b>	<b>РΣп = 13 %</b>	<b>РΣи = 6 %</b>

Если просуммировать все позиции, связанные с энергетикой, т.е. первый столбец и верхнюю строку матрицы, то получим 61,56 % – цифру, соответствующую «золотой пропорции», что отвечает подавляющему большинству данных о важнейшей роли энергетической компоненты в структуре валового внутреннего продукта (ВВП) – 55-65 %.

Данный факт позволил одному из авторов статьи построить аналитический аппарат управления ресурсами организмов различной природы – фрактально-кластерную теорию ресурсораспределения [9,10].

В современном мире большинство самодостаточных стран (Россия входит в их число!) владеют 50-ю макротехнологиями, следовательно, рабочая матрица ПГМ должна состоять в дальнейшем как минимум из  $50 \times 50 = 2500$  ячеек, отражающих 50 линейных уравнений связи. В дальнейшем количество уравнений может быть увеличено, а сами уравнения могут быть усложнены.

## 7. Проблема возникновения и развития жизни

Считается твёрдо установленным фактом то, что возникновению на Земле разумной жизни предшествовал период в один-три миллиарда лет (Земля существует 4,5 млрд. лет), в течение которого проходила эволюция от простейших одноклеточных организмов к более сложным её формам. Жизнь возникла из сочетания всего пяти химических элементов: одновалентного водорода  $H_2$ , двухвалентного кислорода  $O_2$ , трёхвалентного азота  $N_2$ , четырёхвалентного углерода  $C$  и пятивалентного фосфора  $P$ . Перечисленные элементы образовали необходимые для возникновения жизни пять соединений: воду  $H_2O$ ,  $PH_5$ , метан  $CH_4$ , формальдегид  $H_2CO$  и аммиак  $NH_3$ . При этом сначала образовалась основа жизни – вода, а затем и необходимая для развитых форм жизни окислительная атмосфера, содержащая кислород.

Именно вода и углерод считаются главными «виновниками» возникновения жизни.

Вода, похоже, неисчерпаема, как и количество возможных углеводородных соединений, превышающее количество атомов (!) во Вселенной. Но вот что примечательно. Исследования термодинамики и структуры воды [11, 12] показали, что при  $10^\circ C$ , т.е. при вероятной температуре зарождения на Земле жизни, количество соединённых между собой водородными связями молекул воды распределяется почти по ФКС:

Три молекулы..... 38 %, Четыре молекулы...27 %, Две молекулы.....18 %, Пять молекул..... 12 %, Одна молекула.....5 %.	→ ФКС:	Энергетика.....38 %, Транспорт.....27 %, Безопасность..... 16 %, Производство.....13 %, Информатика.....6 %.
---	--------	--

Можно пока с уверенностью сказать, что главная энергетическая компонента воды в живых организмах состоит из трёх молекул. Она же при переохлаждении воды приводит к разнообразию шестиугольных снежинок. И это только незначительная часть новых знаний, которые даёт экоматерика! Добавим, что вода только при 600°С распадается на отдельные молекулы, а при 0°С образует лёд, структура которого требует дальнейшего самостоятельного изучения, поскольку в режиме переохлаждения жидкая вода может существовать до минус 40°С.

Вода и углерод участвовали в возникновении так называемых *начальных запасов энергии*, необходимых для развитых форм жизни. Сформировался *трофический ряд* – последовательность используемых пищевых возобновляемых *энергетических* ресурсов от растений до высших животных, обеспечивающая баланс различных жизненных форм и видов. Эти же энергетические ресурсы (плоды, корни, съедобные животные) использовал и человек на ранней стадии своего развития. Напомним, что обезьяны появились на Земле 39 млн. лет тому назад в так называемый жаркий период, когда среднегодовая температура атмосферного воздуха на уровне моря составляла 26° С. Человек появился примерно 4,5 млн. лет назад в холодный период (10° С). Поворотным моментом в его жизни стало *использование огня*. Это была настоящая энергетическая революция, которая продолжается и по настоящее время, т.к. до сих пор более 99 % всех энергетических систем используют огонь. Что же касается подавляющего большинства живых существ, то они также используют в энергетических целях реакцию окисления пищи или «медленный или холодный огонь».

Так уж получилось или произошло по чьей-то воле, что перед появлением человека на Земле были заранее заготовлены «дрова»: растительный и животный мир, кислород атмосферного воздуха, вода, нефть, уголь, природный газ, горючие сланцы и т.д., которые должны рассматриваться как начальные запасы энергии, необходимые для первой стадии развития разумной жизни. Но человек ведь не зря называется разумным! Сначала он стал широко использовать энергетические ресурсы течения рек и океанских течений (суда), затем энергию ветра (паруса, ветряные мельницы, ветронасосы, ветрогенераторы электроэнергии), потом энергию Солнца (до сих пор в Индии как и тысячи лет назад на Солнце сушат местный энергоноситель – кизяк). С древнейших времён человек стал использовать горячие источники воды (геотермальная энергия), которые располагаются в сейсмоопасных районах.

Сначала уголь, потом нефть, а затем и природный газ стали причиной демографической революции: многие тысячи лет людская популяция сохранялась на уровне 150 млн. человек и вдруг за какие-то три сотни лет увеличилась, по сути дела, скачкообразно, превысив к настоящему времени 6 миллиардов! *Многочисленные исследования показали – уровень детской смертности тем меньше и средняя продолжительность жизни тем больше, чем больше энергии тратится в год на душу населения.* Энергия до сих пор остаётся главным фактором жизни организмов. С увеличением потребления энергии на душу населения жизнь улучшается. Однако, увеличивая энергетические ресурсы, нельзя забывать и об обязательной сбалансированности ФКС, которая легко определяется с помощью ФК – анализа.

### Литература

1. Бурдаков В.П. Решение фундаментальных задач машиностроения (задач С.П. Королёва) // Проблемы машиностроения и надёжности машин, № 5, 1997, сс. 17 – 26.
2. Бурдаков В.П., Данилов Ю.И. Внешние ресурсы и космонавтика. М.: Атомиздат, 1976, 552 с.
3. Бурдаков В.П. Транспортный феномен // Наука и технологии в промышленности, 2006, № 2, сс. 64 – 67.
4. Бурдаков В.П. Жизнь и старение организмов – комплексный анализ // Вестник Российской академии наук, 2001, т. 71, № 1, сс. 32 – 38.
5. Burdakov V.P. Solution of the Basic Problems of Mechanical Engineering (Korolev's Problems) // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, No.5, 1997, pp.12-20.
6. Бурдаков В.П. Экоматермический анализ простейшего спутника // Проблемы машиностроения и надёжности машин, № 4, 2000, сс. 3 – 6.

7. Бурдаков В., Дьяконова Л., Кечкин Н., Краснова А. Московская область – экспериментальная модель рыночных отношений // Подмосковные известия, 1995, 12 января.
8. Бурдаков В.П. Эффективность жизни. М.: Энергоатомиздат, 1997, 304 с.
9. Волов В.Т. Экономика. Флуктуации и термодинамика. Самара: РАН. Самарский научный центр. 2001, 224 с.
10. Волов В.Т. Фрактально-кластерная теория управления образовательными структурами. Казань. Центр информационных технологий. 2000, 304 с.
11. Сб. «Связанная вода в дисперсных системах». М.: Изд-во МГУ. Вып. 1- 5, 1970 – 1980.
12. Белая М.Л., Левадный В.Г. Молекулярная структура воды. М.:Знание, 1987,64 с.