

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

Р. Ведом, к.г.н.

Никому из взрослых людей не надо доказывать, что в природе все функционально, и поэтому в ней не существует отходов, которые надо куда-то девать, разрушений, которые надо как-то восстанавливать, и пустоты, которую надо чем-то заполнять. Даже пустыня далеко не пуста и по-своему прекрасна... Страшные по своим разрушительным последствиям землетрясения, оползни, торнадо и цунами в природных условиях, без человеческого присутствия, представляют дух захватывающее зрелище, в котором происходит корректировка сильно неустойчивого состояния динамических элементов водно-литологического цикла, запускаемого солнечной активностью. Очень показательны – там, где человек отсутствует (а он уже почти везде...), этого никто и не замечает... Другими словами, разрушение – это наше обозначение того, что случается с нашим же имуществом и негармоничным и нефункциональным «развитием», когда оно встает на пути водно-био-литологических и космических циклов и вызывает необходимость корректировки со стороны природы.

Теоретически круговорот веществ в природе является тем процессом, который должен быть смоделирован в нашем развитии для гармоничного и самодостаточного существования. И в этом смысле цивилизационные круговороты и циклы должны иметь примерно такие же временные и вещественные периоды наблюдаемые в природе, в различных ее циклах, системах и подсистемах. Попробуем разобраться, какими функциями представлены эти циклы и как они проявляются через статистику имеющихся данных наблюдений за окружающей средой.

Как гидролог, рассматриваю самый жизнеутверждающий цикл – водный, и основываюсь на собственных разработках, произведенных за последние 10 лет моего знакомства с Золотым Сечением [1-10]. Наука утверждает, что вода, тепло и свет – это тот минимальный набор элементов, который нужен для поддержания жизни на планетах, подобных Земле. Более того, воды на планете должно быть столько, чтобы поддерживать определенный температурный режим, необходимый для стабильного существования и развития биоты, и не любой, а высокоорганизованной. Поскольку температурная и световая динамика задается солнцем и вращением нашей планеты вокруг него и внутри планетарной и галактической систем, то и динамика водного цикла имеет различные периоды функционального проявления. Какие функции воды можно было бы перечислить в этой связи? Наиболее обобщающая функция – это функция снижения амплитуды колебания температуры во времени и пространстве. Мы наблюдаем как минимум три временных цикла этой функции: суточный, годовой и многолетний (11-ти, 35-ти и т.д. летний, вековые и эпохальные циклы), связанные с вращением Земли, Солнца и других планет внутри нашей системы и галактики. Лунный цикл мы как-то не увязываем в наших расчетах с солнечным, а ведь он накладывает очень четкую внутрисуточную и внутригодовую динамику по-разному проявляющуюся в разных частях нашей планеты, наиболее сильно выраженную в приливно-отливных явлениях в океанах и на океанических побережьях, и в циклах развития растений на суше. Как можно обозначить такую сложную, разномасштабную систему в единой модели? И можно ли вообще, а если можно, то зачем и как? Зачем... А именно затем, чтобы видеть и понимать процесс в целом, осознавать динамику его функциональности в разных режимах, отслеживать синергизм функций различных ее элементов, вычлнить механизм саморегуляции, который нам доставляет больше всего хлопот (корректировка через разрушение

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

или уничтожение), и, в конце концов, научиться осуществлять развитие самое себя как гармоничной и самодостаточной составляющей природы Земли. Найти ту гармоничную динамическую часть цикла в различных временных и пространственных рамках, которая может быть регулирована в соответствии с нашим требованием к комфорту и стабильности без компромисса стабильности циклов в целом, вызывающей тотальную корректировку со стороны природы.

Прежде всего водный цикл – это вода во всех ее состояниях, жидком, парообразном, твердом, а также динамика ее трансформации в различных масштабах (мгновенно, за секунду, за минуту, за час, день, год, и т.д.). Динамика трансформации обеспечивает и одновременно зависит от режима качества воды (температура воды, pH, общая минерализация, насыщенность кислородом, и т.д.) на любом моменте и локальности ее в цикле, осуществляя тем самым транспортную функцию. Таким образом, рассматривая водный цикл, необходимо включить в список переменных не только количественные динамические показатели водного цикла (уровни, расходы, осадки, испарение, влажность, скорость и направление ветра и т.д.), но и качественные показатели (концентрации веществ в воздухе, воде, почве, грунтах). Ключевым объединяющим моментом в такой открытой динамической системе являются исключительные свойства воды как **несжимаемость** и **неразрывность** а также ее теплоемкость, определяющие соотношения между стабильной и нестабильной составляющими динамики любой водной переменной, будь то количественный или качественный показатель воздушного, поверхностного, почвенного или подземного элемента цикла. Чисто умозрительно сомнения может вызвать несжимаемость воздушной воды, пара. Как несжимаемость проявляется в воздухе или в осадках? А осадки и есть проявление несжимаемости воды в атмосфере, когда воздух может содержать в парообразном состоянии определенное температурой количество воды (максимальное насыщение водного пара): лишнего не возьмет ни на йоту и тут же осадит при малейшем снижении температуры.

Теперь о том, как можно технически (математически) обозначить систему в целом и каждую ее переменную в отдельности как неотъемлемую часть этой системы. Граница между стабильным и нестабильным источниками динамики любой переменной, которую можно рассматривать как сигнал, определяется статистически стабильным шаговым градиентом  $dQ_b$  этой переменной в каждом масштабе отдельно (часовом, суточном, месячном или годовом). Статистически стабильный градиент в частотном домене соответствует максимальной частоте явления (рис.1, левая колонка). Другими словами, статистически стабильный градиент (пошаговая амплитуда) является фильтром, разделяющим частотные колебания постоянных и периодических источников сигнала (переменной). И в этой связи особенно интересно, что это может быть интерпретировано через несжимаемость или неразрывность воды, т.е. стабильная базовая составляющая стока реки, к примеру, интерпретируется как постоянный грунтовый сток в реку, а в случае с осадками она представляет росу и изморозь. Динамические базовые составляющие других переменных в целом пока можно интерпретировать именно как статистически стабильную динамическую составляющую, которая в силу этого чаще подчиняется закону нормального распределения, о чем еще будет сказано позже. Поскольку метод, о котором пойдет речь, еще очень мало известен, то определением физического смысла его всех параметров для широкого спектра переменных пока никто не занимался. Алгоритм отделения базовой составляющей приведен в статьях [1, 2, 6, 7], а также дан в показательных расчетных файлах:

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

[www.hydrology.ca/elasticity.xls](http://www.hydrology.ca/elasticity.xls) и [www.hydrology.ca/credit\\_r\\_chlorids\\_04\\_05.xlsm](http://www.hydrology.ca/credit_r_chlorids_04_05.xlsm). Графическая интерпретация определения динамических составляющих (**B, I, S**) стока, температуры и осадков представлена на рис.1. Амплитуда выбрана в качестве расчетного показателя в силу своей универсальности, т.к. далеко не все переменные могут быть выражены в объемных единицах, так сказать, вещественных (например, уровень, скорость, площадь сечения и т.д.), а вот в одномерном энергетическом измерении, каким является амплитуда, можно выразить изменение любой переменной в ее собственных единицах. В относительных же единицах самой амплитуды все переменные еще и сопоставимы.

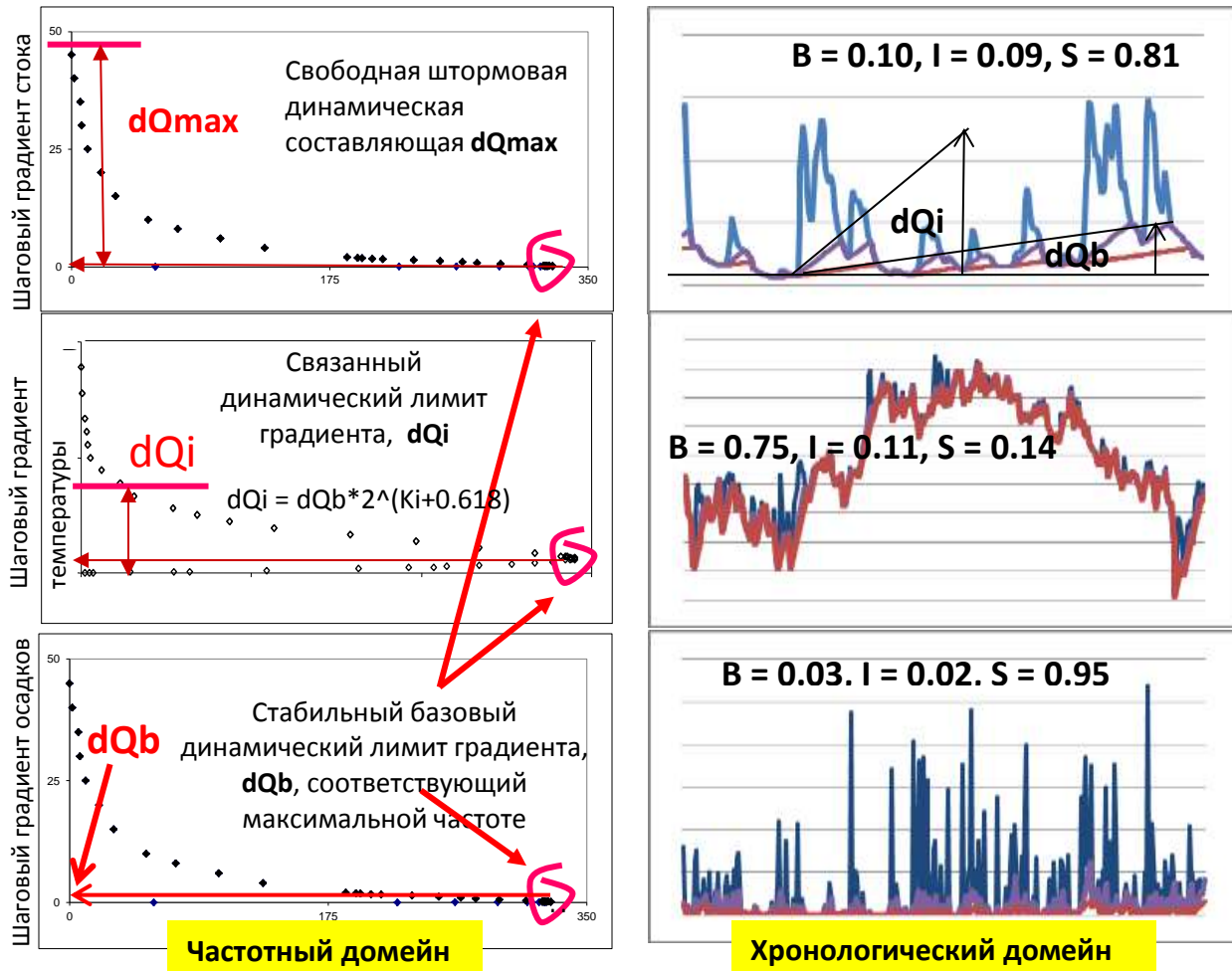


Рис. 1 Схема разделения некоторых переменных водного цикла на динамические составляющие с использованием статистического критерия стабильности для выделения базовой составляющей  $dQ_b$  (максимальная частота колебаний), и эмпирически определенным соотношением между базовым и связанным ( $dQ_i$ ) лимитами.

До сего момента повествования связи с Золтым Сечением не просматривается. Она появляется в соотношении связанного динамического лимита  $dQ_i$  с базовым  $dQ_b$  по эмпирической формуле:

$$dQ_i = dQ_b * 2^{(K_i + 0.618)} \quad (1)$$

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

где  $K_i$  – структурный делитель, а 0.618 – Золотое сечение ( $1/\tau = 1/1.618$ ). Визуальным критерием правильности формулы является попадание линии раздела на хронологическом графике в переломные точки (любые количественные или качественные хронологические графики, например, на рис.1, правая сторона). Надо сказать, что линия базового раздела, не смотря на совершенно другой критерий, тоже попадает в переломные точки. Структурный делитель  $K_i$ , необходимый для построения Графика Структурной Гармонии системы (рис.2а), первоначально определялся для состояния резонанса между базовой температурой и связанными осадками [7].

**Таблица 1.** Результаты определения локального структурного делителя  $K_i$  методом резонанса между осадками и температурой воздуха для метеостанций Канады за период с 1990 по 2010.

N	Станция, Провинция	Широта	Долгота	Средняя суточная температура, °C				Осадки, мм				
				T°C	Базовый компонент В	Базовый лимит dQb	Частота базового лимита Nb	Годовая сумма	Базовый компонент В	Базовый лимит dQb	Частота базового лимита Nb	Структурный делитель $K_i$
1	Calgary, AB	51.1	-114	4.4	0.846	1.59	1191	448	0.043	0.14	1547	0.8
2	Grand Prairie, AB	55.2	-119	2.1	0.790	1.19	1124	454	0.057	0.16	1704	1.7
3	High Level, AB	58.6	-117	-0.8	0.797	1.29	1182	383	0.036	0.09	1703	1.6
4	Lloydminster, AB	53.3	-110	2.0	0.810	1.39	1204	420	0.045	0.15	1633	0.7
5	Cranbrook, BC	49.6	-116	6.2	0.848	1.19	1200	415	0.06	0.17	1602	1.7
6	Fort Nelson, BC	58.8	-123	-0.3	0.771	1.09	1179	470	0.054	0.17	1709	1.2
7	Terrace, BC	54.5	-129	6.7	0.805	0.79	1186	1446	0.077	0.37	1571	2.1
8	Vancouver, BC	49.2	-123	10.6	0.750	0.59	1394	1247	0.049	0.19	1352	0.9
9	Williams Lake, BC	52.2	-122	4.6	0.811	1.19	1240	477	0.062	0.17	1756	1.4
10	Brandon, MN	49.9	-100	2.1	0.802	1.39	1255	518	0.035	0.15	1705	0.7
11	The Pas, MN	54.0	-101	0.6	0.798	1.49	1251	467	0.025	0.09	1798	1.5
12	Thompson, MN	55.8	-97.8	-2.7	0.769	1.57	1295	538	0.025	0.08	1779	2.0
13	Cartwright, NF	53.7	-57.0	0.3	0.686	1.19	1392	1148	0.049	0.19	1814	2.4
14	Deer Lake, NF	49.2	-57.4	3.9	0.757	1.29	1384	1202	0.071	0.35	1819	2.1
15	St. John, NF	47.6	-52.7	5.2	0.741	1.27	1456	1618	0.055	0.39	1916	2.2
16	Wabush Lake, NF	52.9	-66.9	-2.6	0.706	1.19	1315	893	0.062	0.19	1747	2.4
17	Normann Wells, NWT	65.3	-127	-4.8	0.790	1.29	1167	300	0.046	0.08	1644	1.7
18	Yellowknife, NWT	62.5	-114	-3.9	0.793	1.29	1171	308	0.036	0.08	1743	1.8
19	Halifax, NS	44.9	-63.5	6.8	0.751	1.19	1383	1441	0.024	0.19	1845	2.4
20	Sydney, NS	46.2	-60.1	6.1	0.751	1.27	1422	1567	0.029	0.19	1839	3.1
21	Yarmouth, NS	43.8	-66.1	7.3	0.754	0.99	1444	1363	0.023	0.18	1807	2.1
22	Eureka, NU	80.0	-85.4	-18.2	0.685	0.99	1151	83	0.088	0.08	1255	-0.3
23	Kugaaruk, NU	68.5	-89.8	-13.0	0.713	0.99	1246	278	0.054	0.09	1568	-0.5
24	Kugluktuk, NU	67.8	-115	-9.7	0.736	1.39	1295	248	0.051	0.08	1675	-0.3
25	Rankin Inlet, NU	62.8	-92.1	-10.0	0.725	1.09	1267	331	0.035	0.08	1658	-0.3
26	Taloyoak, NU	69.6	-93.6	-13.9	0.733	0.99	1277	205	0.073	0.09	1727	0.5
27	Geraldton, ON	49.8	-86.9	0.9	0.759	1.49	1324	810	0.038	0.16	1838	2.1
28	Kenora, ON	49.8	-94.4	3.2	0.791	1.29	1214	789	0.035	0.17	1770	2.0
29	Ottawa, ON	45.3	-75.7	6.6	0.754	1.19	1290	992	0.033	0.19	1816	2.7
30	Sault St. Marie, ON	46.5	-84.9	4.9	0.768	1.27	1336	935	0.043	0.18	1741	2.6
31	Toronto, ON	43.7	-79.6	8.6	0.741	1.19	1322	825	0.034	0.19	1808	1.8
32	Windsor, ON	42.3	-83.0	10.1	0.753	1.19	1276	983	0.029	0.19	1760	2.1
33	Gaspe, QB	48.8	-64.5	3.3	0.711	1.19	1434	1216	0.026	0.18	1847	1.8
34	Kuujuaq, QB	58.1	-68.4	-4.5	0.667	1.09	1354	622	0.067	0.18	1781	1.3
35	Kuujuaq, QB	55.3	-77.8	-3.2	0.649	1.19	1334	702	0.063	0.18	1697	1.8
36	Estevan, SK	49.2	-103	3.5	0.810	1.59	1255	472	0.023	0.08	1697	1.2
37	La Ronge, SK	55.2	-105	0.4	0.783	1.39	1239	523	0.044	0.16	1756	1.3
38	Mayo, YN	63.6	-136	-2.3	0.748	1.19	1160	334	0.079	0.16	1698	1.3
39	Watson Lake, YN	60.1	-129	-2.1	0.786	1.29	1212	448	0.074	0.18	1822	1.7
40	Whitehorse, YN	60.7	-135	-0.1	0.787	1.19	1202	284	0.083	0.18	1774	0.6

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

Но этот путь построения графика оказался пригоден только для территорий, характеризующихся относительно высокими осадками и влажностью, и поэтому получил название локального, т.к. он требует, в случае наличия нескольких метеостанций, выбора в качестве расчетной одной единственной станции с минимальным значением **B** базового компонента осадков (как самой неустойчивой точки системы). Когда были рассмотрены двадцатилетние ряды осадков и температур по сорока метеостанциям, довольно равномерно разбросанным по территории Канады (табл.1), выяснилось, что для засушливых территорий, а также в засушливые периоды на других территориях, такой метод применен быть не может, потому что в этих условиях резонируют с температурой не только и не столько осадки, сколько другие переменные (сила и направление ветра, давление воздуха, влажность), причем, в разных местах и в разные периоды совсем не одни и те же. В этих случаях делитель  $K_i$  может принимать такие значения, при которых построение графика невозможно (смотри таблицу 1). В таблице приведены некоторые географические и статистические сведения по станциям, наглядно демонстрирующие полное отсутствие общей зависимости между базовой составляющей **B** и структурным делителем  $K_i$ , определенным по резонансу на каждой станции в отдельности, независимо от их географического и высотного положения. В то же время, если «принудительно» выстроить эту зависимость  $K_i = f(B)$  для всех имеющихся переменных в виде либо кривой (локальный вариант), либо прямой линии (универсальный вариант), то окажется, что помимо осадков, в разных местах разные переменные резонируют друг с другом (их частоты совпадают) в различных комбинациях. Так, по Торонто, - температура, влажность, скорость и направление ветра резонировали за этот период более 60 раз, образовав торнадо, которые наблюдались в действительности, и в некоторых отдельных случаях оказались весьма разрушительными (например, в Vaughan в 2009). Формула упомянутой прямой линии зависимости  $K_i = f(B)$  опять-таки эмпирически завязана на Золотом сечении ( $\tau=1.618$ ):

$$K_i = -((\tau+1)*B - 1) + 1 = -2.618*B + 2 \quad (2)$$

Поясню сказанное выше другим образом. Если рассматривать каждую станцию отдельно, не в единой системе, и определять  $K_i$  для каждой из них по резонансу между ее же осадками и температурой, то какой-либо определенной зависимости между  $K_i$  и базовой составляющей нет, что наглядно демонстрирует Таблица 1. Теперь рассмотрим все эти станции, а главное, метеорологические условия на них, как единую систему (атмосфера и есть определенная часть единой системы круговорота воды), и выстроим сначала **Локальный График Структурной Гармонии , ЛГСГ, (Local Structural Harmony Chart, LSHC)** для нее, в котором зависимость  $K_i=f(B)$  представлена кривой линией, как это было описано для водосбора в [7] (собственно, для любой территории, в данном случае – всей Канады). Чтобы это сделать, надо сначала выбрать переменную с наименьшей базовой составляющей как самую неустойчивую, и, поэтому самую крайнюю правую точку на графике, точку «срыва» (в нашем случае это осадки на станции номер 21, таб.1). Значение ее  $K_i$  (2.1) принимается за наибольшее в системе, независимо, имеют ли другие станции в одиночном варианте большие значения  $K_i$  или нет. Крайняя левая, «коматозная», точка кривой всегда имеет координаты  $-0.62, 1 (K_i, B)$ ; точка равновесия –  $(1, 0.38)$ , соответственно. Все остальные переменные размещаются на этой локальной базовой кривой в

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

зависимости от величины их  $\mathbf{B}$  с разбросом  $R^2=0.999$ . Связанный динамический лимит (интер)  $dQ_i$ , а затем и составляющая  $\mathbf{I}$ , определяется по формуле 1 по полученному с базовой кривой  $K_i$ .

Связанный динамический компонент  $\mathbf{I}$  (интер) является долей амплитуды связанной компоненты переменной в ее среднемесячной амплитуде (рис.1, правая сторона). Штормовая составляющая  $\mathbf{S}$  является остатком от амплитуды:  $\mathbf{S} = 1 - \mathbf{B} - \mathbf{I}$ .

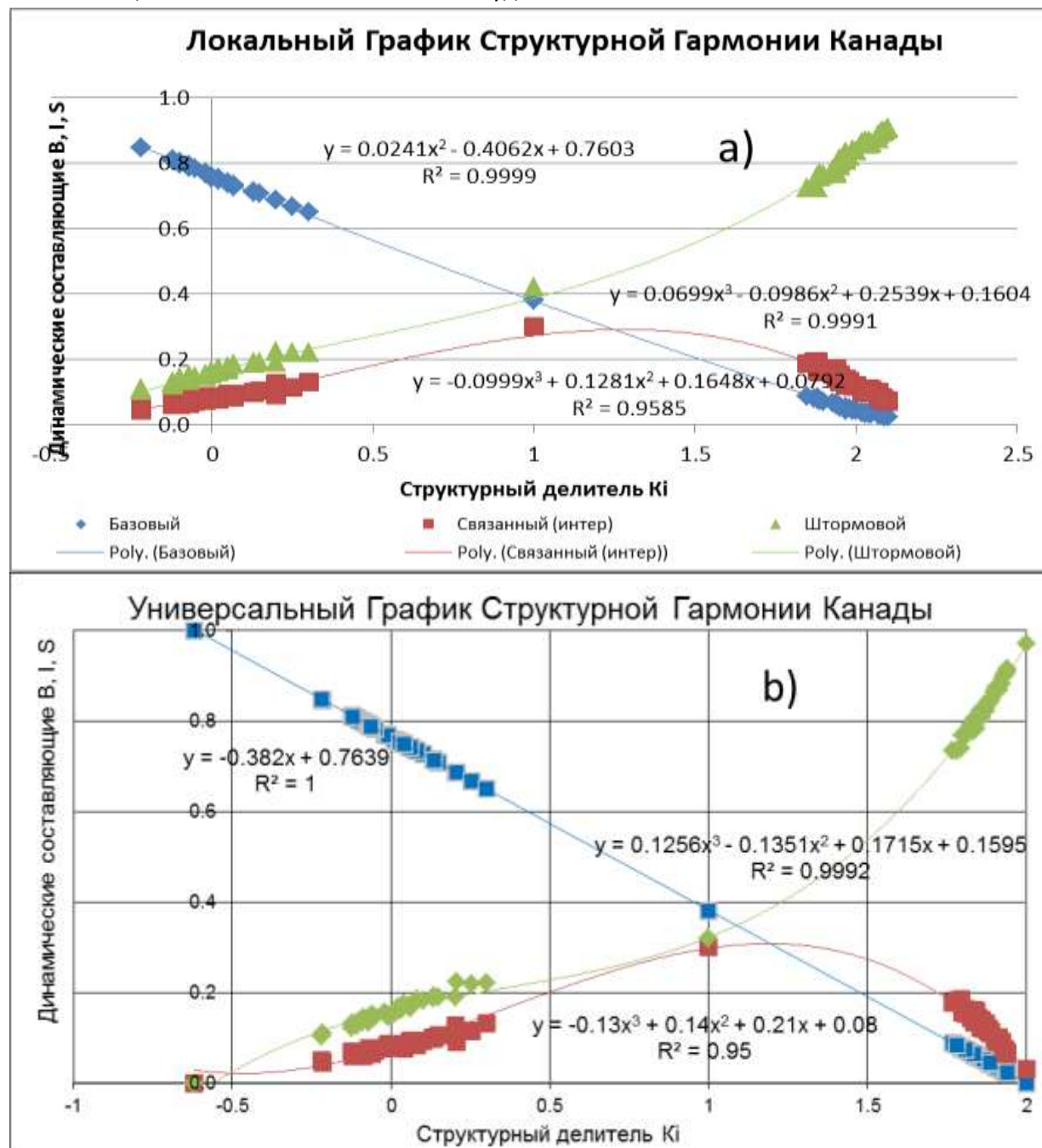


Рис. 2 Локальный (a) и универсальный (в) графики структурной гармонии Канады, построенные по температурам и осадкам сорока станций Канады(1990-2010).

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

Таким образом, **B** определяется независимо как статистически устойчивая динамическая составляющая амплитуды колебания переменной (сигнала); связанная компонента амплитуды **I** определяется в «золотой зависимости от базовой»; а штормовая составляющая **S** является «случайным» остатком амплитуды. Определенным недостатком локального графика является некоторая трудоемкость, поскольку форма базовой кривой меняется с величиной **Ki** в точке срыва; к тому же, сравнение результатов корреляционного анализа между локальной и универсальной системами не в пользу первой: небольшое численное преимущество всегда (в ряду нескольких сотен проверенных систем) в пользу универсальной системы. На сегодняшний момент – это весьма определенный результат, дающий приоритет универсальному графику.

Универсальный график отличается тем, что **Ki** определяется по формуле 2 для любой переменной; а точка «срыва» имеет постоянные координаты 2,0 (**Ki, B**). Нетрудно видеть, что в данном конкретном случае оба графика очень близки как по форме, так и по цифровым значениям, хотя в практике построения локальных графиков по осадкам и температуре точка «срыва» может принимать значения от -0.5 (табл. 1) в холодных и засушливых районах до 5.5 в районах избыточного увлажнения (Эстония). Очень важно, на мой взгляд, что «принудительное» построение по базовым составляющим в единую систему влечет выстраивание и двух других составляющих в четкие, часто почти функциональные, зависимости. Ведь исходные данные – измеренные, не смоделированные, а это значит, что данный системный подход, для которого каждая переменная является и составной и составляющей – это единственно правильный подход к решению проблем окружающей среды, планирования, развития. И еще, напоминаю, что индивидуальные резонансы между температурой и осадками по каждой станции вообще не дают представления о системе... или демонстрируют невозможность выявления системы по единственному критерию.

Возникает вполне правомерный вопрос: «Ну с гармонией ясно: втиснули в формулы Золотое сечение - вот тебе и гармония. А как насчет функциональности и самодостаточности – этих пока не познанных особенностей нашей природы? Как учитывать или хотя бы не сильно нарушать (уже не говорю планировать или восстанавливать) эту способность природы в процессе нашего тотального развития?». Мы же уже ясно видим, что наша деятельность на планете, нарушая законы функциональности и самодостаточности, которых мы, как оказалось, не знаем совершенно, вызывает все большие и большие «корректировочные» ответные реакции. Да, можно спорить о том, что воздействие космических и планетарных сил несоизмеримо сильнее человеческой деятельности, и катаклизмы вызываются совсем другими факторами, а не человеком. Но факт нашей неграмотности в этом отношении остается фактом: мы этого просто не знаем. Плюс очень удобно в плане безответственности считать, что все загрязнения, разрушения и уничтожения экосистем и прочие «мелочи» цивилизации во вселенском масштабе соизмеримы лишь с ошибками и неопределенностями существующих методов околосвещеских оценок.

Попробуем если не разобраться, то хотя бы обозначить контуры этого непознанного на основе Анализа Гармонизованных Частот (Harmonized Frequency Analysis, HFA- еще одного аналитического метода), принципиальная часть которого описана выше. Для начала надо дать определение функциональности и самодостаточности, обозначить начало координат, так сказать. Коротко суммируя определения функциональности из разных источников, можно сказать, что функция - это взаимозависимое действие. А самодостаточность – это стабильное

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

функционирование. Применяя эти определения к водному циклу, в который входят атмосферные, поверхностные и подземные воды во всех их агрегатных состояниях, можно сказать, что обобщенной функцией его является обеспечение жизнеутверждающего режима температур на земле. Другими словами, чтобы жизнь на земле существовала во всем ее разнообразии, имеющаяся на планете (и в космосе) вода обеспечивает соответствующий режим тепла (перепады тепла и холода при отсутствии воды представляют нечто среднее между Венерой и Марсом), а биота, в свою очередь, этот режим ее существования поддерживает всеми доступными ей средствами. Это особенно заметно во взаимодействии воды и растений, которые как бы продолжают океан на суше, создавая прохладную поверхность своей листвой и предохраняя реки и болота от прямого воздействия солнца, обеспечивая через эвапотранспирацию круговорот воды на суше. И жизнь на материках сосредоточена в основном в толще этого зеленого океана, дающего и пищу, и кров, и свободу действия. И заметьте, фауна, используя флору для своего жизнеобеспечения, тем самым ее улучшает. Именно поэтому в природе нет мусора, отходов, которые ее загнивают. Все на пользу, все на развитие... функциональное и самодостаточное. Ну а к графику-то это какое отношение имеет? А самое прямое. В мире все изменяется, все течет, все движется. И у всех этих изменений есть своя мера, и поэтому их динамику в виде амплитуды этих изменений можно измерить в разных временных и пространственных масштабах. Мету только придумайте, чтобы ею измерять то, что интересует, а уже как ее на этот график поместить – описано выше.

После того, как мы все имеющиеся переменные (в любом масштабе, но за один и тот же период времени) поместили на график, можно сравнивать их функциональность и самодостаточность арифметически. Посмотрим на ключевые точки графика и соотношения стабильной, связанной и штормовой составляющих. В динамике переменных, расположенных правее делителя  $K_i = 1.5$  ( $B$  и  $I \leq 0.2$ ,  $S \geq 0.6$ ) до точки срыва, преобладает разрушительная составляющая, и, значит, их основной функцией является корректировка структуры системы, точнее, разрушение и транспорт. И выполняют эту функцию не только штормовая составляющая, которая сто-процентно нацелена на это, но и базовая, и связанная составляющие этих переменных. На основании большого объема проделанных расчетов, в эту категорию можно отнести переменные, характеризующиеся высокой кинематикой движения: в атмосфере это прежде всего осадки, а также окиси азота и серы ( $NO$  и  $SO$ , что говорит об их «текучей» природе: попал в воздух и поплыл по течению), в поверхностных водах это расходы рек (кроме карстовых, озерных и зарегулированных), особенно городских, горных и зоны недостаточного увлажнения, большинство уровней городской дождевой канализации и принимающих ее рек, взвешенные наносы и мутности рек. В этом смысле интересен пример с оценкой эрозии в центре Торонто в августе 2005, произведенной по динамике уровня и стока рек протекающих в черте города [9]). Уровень и модуль стока воды по станции, расположенной в непосредственной близости с местом оползня берега реки, размывом трассы и подмывом моста показали очень отличный от других близлежащих станций динамический режим, не выявляемый применяемыми ныне расчетными способами и моделями. В HFA для такой оценки есть свои параметры силы: сила базовой динамики (PBD), сила связанной динамики (PID) и сила штормовой динамики (PSD). Определяются они в отношении с динамикой температуры, поскольку водный цикл контролирует именно ее амплитуду:



## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

$$PBD_i = dQb_i * Nb_i * HEI_i; PID_i = dQi * Ni * HEI_i; PSD_i = dQs_i * Ns_i * HEI_i \quad (3, 4, 5)$$

где  $PBD_i$ ,  $PID_i$ ,  $PSD_i$ , параметры силы базовой, связанной и штормовой динамических составляющих каждой переменной;  $Nb_i$ ,  $Ni_i$ ,  $Ns_i$  – частоты базовой, связанной и штормовой составляющих каждой переменной (количество флаксов за расчетный период);  $HEI_i$  – индекс эластичности переменной.

$$HEI_i = (S_i - I_i) * (K_i - K_t) / (B_t - I_t) \quad (6)$$

$S_i$  и  $I_i$  – штормовая и связанная составляющие  $i$ -той переменной;  $K_i$  и  $K_t$  – структурные делители  $i$ -той переменной и температуры воздуха;  $B_t$  и  $I_t$  – базовая и связанная составляющие температуры воздуха. Так вот  $PBD$  и  $PID$ , а также сумма всех трех сил в месте берегового оползня будут наибольшими по сравнению с неэродированными в такой же степени участками. Были даже получены, хотя по очень ограниченным данным, пороги подвижности оползня для уровня:

$$PBD + PID \geq 2.2 * n \text{ (м)} \quad (7)$$

и модуля стока 
$$PBD + PID \geq 0.5 * n \text{ (л/с км}^2\text{)} \quad (8)$$

где  $n$  – количество лет в расчетном периоде. Т.е. выбор места возможного оползня берега производится сравнивая станции наблюдений по этим порогам динамики уровня и стока воды в реке, причем они должны наблюдаться одновременно, а не какой-либо из двух. Сам же оползень происходит в год, когда значения этих сумм минимальны (!), в момент самого интенсивного дождя. Это тоже по-своему интересно. Пример этот приведен для того, чтобы показать, что функция переменной, расположенной в «зоне неустойчивости» SHC, выполняется не только штормовой, но базовой и связанной составляющими также, хотя по определению они – «миротворцы и стабилизаторы».

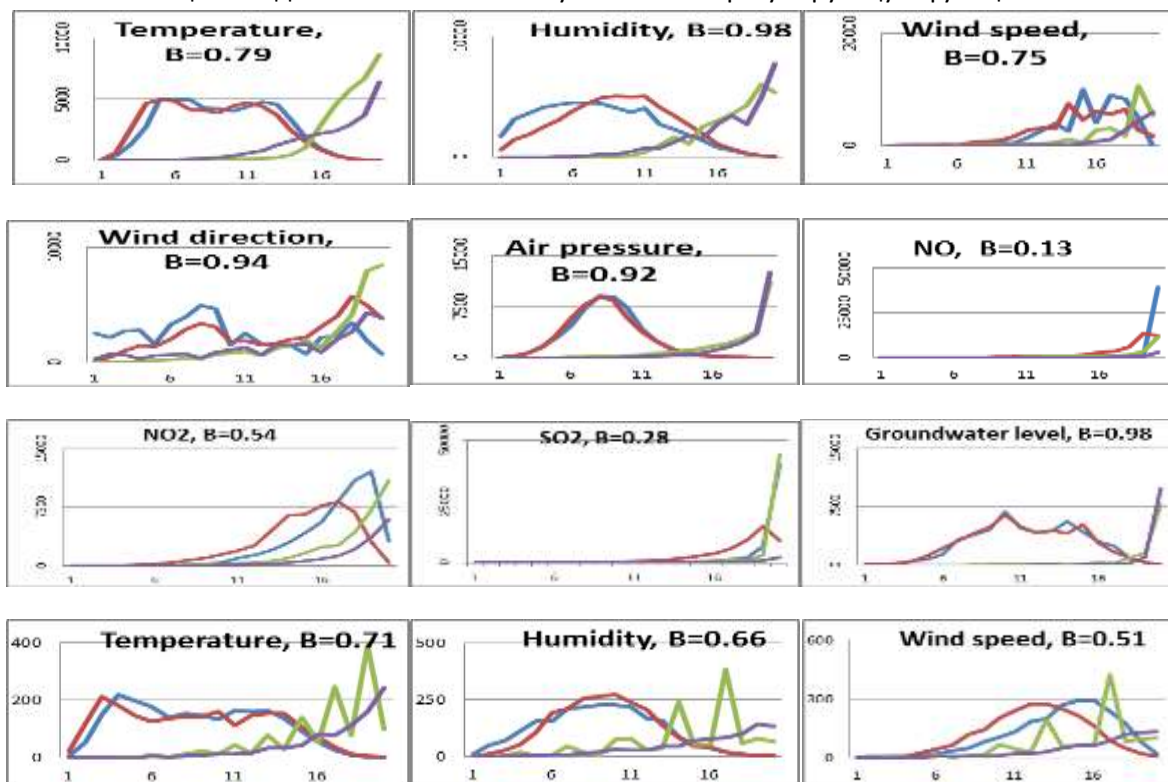
Посмотрим на левое крыло графика от  $K_i \leq 0$  ( $B \geq 0.75$ ) до точки «комы». В эту зону попадают переменные с очень устойчивой динамикой: суточные и часовые уровни озер, болот, карстовых вод, снежный покров высоких широт (выше примерно  $45^\circ$ ) и высот; часовые температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление; среди качественных показателей воды общая минерализация и концентрации веществ **природного фона**, в воздухе – концентрации двуокси азота  $NO_2$ , озон  $O_3$  и мелкая пыль  $PM_{2.5}$  опять же природного фона. Некоторые результаты по динамической структуре качества воды в городских реках приведены в очень сжатом виде в [8]. Данная зона интересна тем, что в нее попадает и сама температура воздуха ( $B = 0.7 \div 0.85$ ), а все переменные, имеющие значение  $B$  выше температурной, впадают в так называемую «кому» - состояние болезненной устойчивости, в котором возможен срыв, происходящий в другом масштабе: торнадо, лавина, оползень, землетрясение, т.е. механизм саморегуляции. Указанием на это является отрицательное значение индекса эластичности гидросферы **HEI**. А он может быть отрицательным только в двух случаях: если базовая составляющая переменной больше базовой составляющей температуры или если штормовая составляющая переменной меньше ее связанной составляющей (смотри уравнение 6). Другими словами, зона устойчивости не является мертвой зоной, она содержит скрытый механизм корректировки, который заводится, когда либо базовая динамика

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

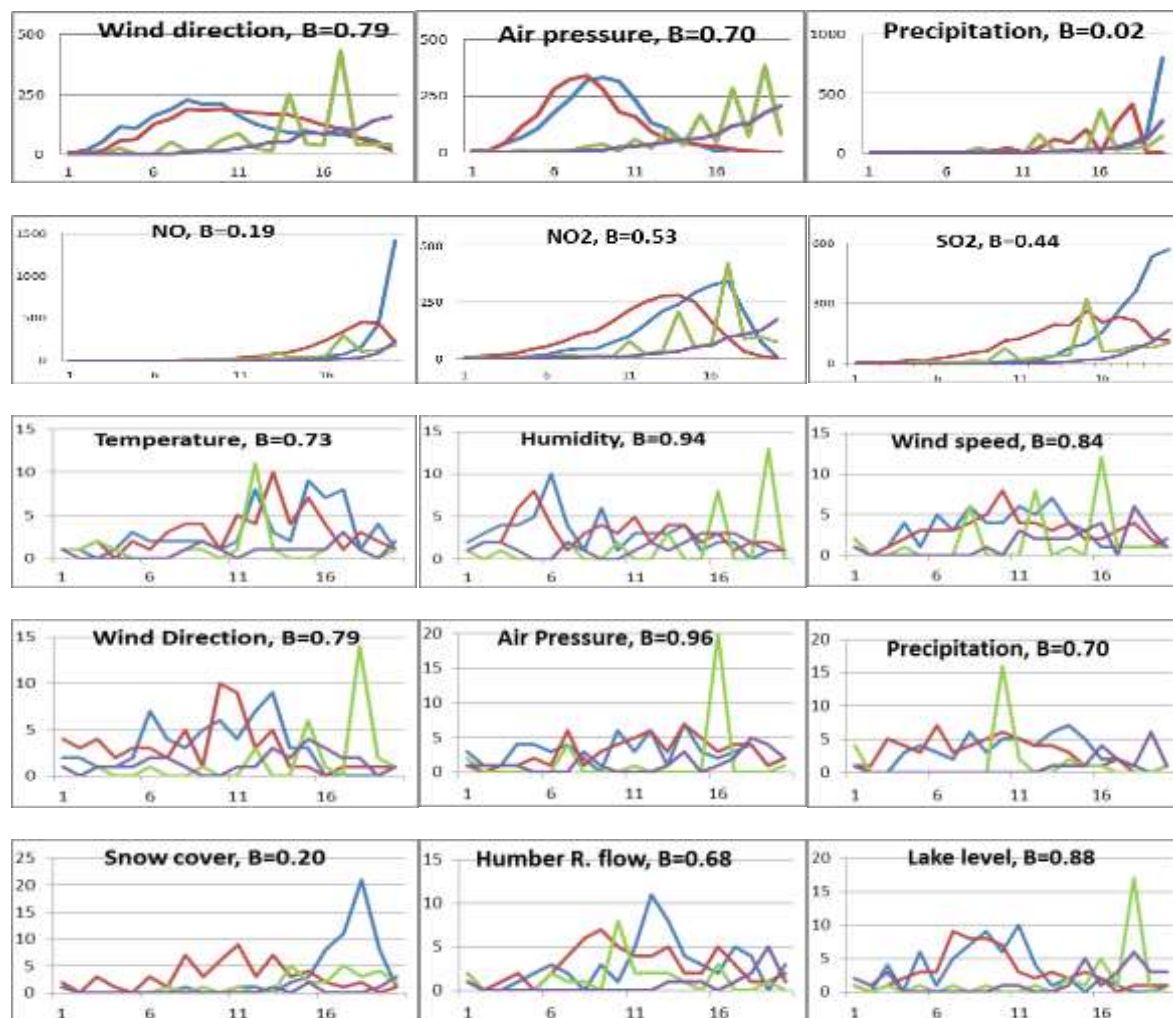
подвижной переменной не «добегает» до базовых колебаний температуры, либо штормовая составляющая слишком инертна и динамика связанной компоненты решает проблему. Корректировка происходит в секундном или минутном масштабе, т.е. в этих масштабах корректирующая переменная будет располагаться в непосредственной близости к точке «срыва». В случае наблюдения обеих ситуаций у одной и той же переменной, процесс саморегулирования через усиление общей динамики и ее «сползание» в центральную, буферную зону.

Теперь обратимся и к этой части графика. Это не болото, но это вязкий динамический буфер. Называя зону таким образом, следует обратить внимание на тот факт, что связанная компонента динамики переменной в этой зоне максимальная. И тут надо пояснить, чем или с чем связана эта динамическая составляющая. В соответствии с уравнением 1, она связана с базовой составляющей через, я бы сказала, некую инерционность, некую вязкость, благодаря которой и объясняется связь между базовым и связанным динамическими лимитами. А в соответствии с уравнением 2, «свободный» штормовой остаток оказывается сильно дозированным той же базовой составляющей, которая регламентирует соотношение между связанной и штормовой компонентами динамики. Те читатели, которые знакомы с механизмом итерации, согласятся, что он очень даже подходит к понятию динамический буфер. И именно так можно обозначить ту основную функцию, которую несут переменные этой зоны. Чем можно подтвердить данное утверждение? На мой взгляд очень даже убедительно в данном аспекте выглядят кривые распределения частот динамических составляющих переменных в разных временных масштабах (рис. 3).

Что демонстрируют представленные графики? Пилообразная форма любой переменной и ее составляющих в годовом масштабе ясно указывает на регулируемую функцию любой



## Функциональность, гармоничность, самодостаточность



Условные обозначения: — суммарный (измеренный), — базовый, — связанный, — штормовой.

Рис. 3 Кривые распределения частот динамических составляющих некоторых гидро-метеорологических переменных (по вертикали) в трех временных масштабах: часовом (верхние три ряда), суточном (средние три ряда) и годовом (три нижних ряда). По горизонтали отложены 20 сегментов амплитуды любой переменной в любом масштабе: первый сегмент соответствует максимальным значениям, последний 20-й - минимальным. Перевод названий некоторых переменных: влажность воздуха (humidity), скорость и направление ветра (wind speed and direction), давление воздуха (air pressure), осадки (precipitation), толщина снега (snow cover), сток реки (flow), уровень озера или грунтовых вод (lake or groundwater level).

переменной в этом масштабе, а это значит, что прямых зависимостей между переменными в этом масштабе нет и моделировать их нет смысла: любая переменная и ее максимальный или минимальный номинал изменяется в итерационном режиме. На основании представленных девяти гидро-метеорологических переменных, можно утверждать, что такая пилообразная форма и, следовательно, обобщенная «годовая функция регулирования» присуща как всем переменным, так и их динамическим составляющим.

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

Форма суточных кривых уже куда более разнообразна, однако и здесь можно сделать некоторые обобщения. Так, связанная составляющая любой переменной, к какой-бы зоне **SHC** она не принадлежала (при любом значении **B**), имеет четко выраженную форму затухающего колебания в направлении к большим значениям переменной, т.е. интенсивное регулирование происходит при самых малых значениях связанной составляющей над стабильной базовой компонентой (рис.1). Это можно объяснить тем, что функциональная зависимость связывает базовые составляющие одних переменных, а штормовые составляющие – других. А связанная составляющая играет роль буфера в этой смене «функциональных партнеров» в суточном масштабе. Это, на мой взгляд, объясняет неправомерность экстраполяции моделей, основанных на каких-либо единичных связях – функции меняют предикторов в разных интервалах своих значений, что хорошо показывают и корреляционные связи между составляющими. Форма распределения базовой составляющей в этом масштабе указывает на основную функцию переменной: нормальное распределение ее характерно для функции стабильности, которую выполняют относительная влажность, направление ветра и атмосферное давление; правая асимметрия (в сторону малых значений) характерна для транспорта, ограниченного узкими потоками (**NO** и сток рек имеют одинаковые формы кривых и малые значения **B**); левая асимметрия говорит об увеличении интервала базовой функции в сторону больших значений или раскачку базовой функции. Изломанный характер базовой составляющей осадков говорит об их регулирующей температуре функции, несмотря на крайнее правое (разрушающее) положение на **SHC**, осуществляемой в холодный и теплый периоды различными фазами: жидкой и твердой. Двухмодальность температуры пропадает при рассмотрении теплого и холодного периодов отдельно.

В часовом масштабе изломанная форма кривых опять-таки выявляет «регулирующих» и «корректирующих». Совершенно очевидно, что эти функции выполняют обе номинации ветра: направление и скорость, причем, если скорость регулирует в нижних частотах, то направление ветра решает проблему на высоких, которые в этом масштабе и в этой форме не выявляются, поскольку мы принимаем направление от 0 до 360°, но в форме кривых распределения частот часовых изменений  $dQ$ , которые были использованы для расчленения хронологических графиков на составляющие, это хорошо видно (рис.4). На графике распределения частот направлений ветра (верхний левый угол) хорошо видно, что за период с 2007 по 2012 количество часовых изменений направлений ветра, превышающих 360°, составляет 1045 часов или 43.5 суток. При этом максимальное изменение направления за час составляет 40000000° или более 110000 оборотов (вращений) вектора ветра вокруг себя. Часовое изменение скорости ветра свыше 5 м/с наблюдалось за этот период 511 раз; изменение давления воздуха свыше 0.2 кПа/ч – 68 раз, а относительной влажности свыше 20%/ч – 60 раз. На этом примере очень четко видно, что лимитирующими факторами образования торнадо являются влажность и давление, направление же ветра реагирует на изменения температуры и быстро и часто, но стабильность давления и влажности, представленная нормальным распределением их базовых динамических составляющих, как и переменных в целом, очень туго поддается «корректировке» - в десятки раз реже. Все четыре переменные в часовом масштабе располагаются на левом крыле **SHC**, демонстрируя общую стабильность. Если же рассмотреть их в минутном масштабе (средняя

## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

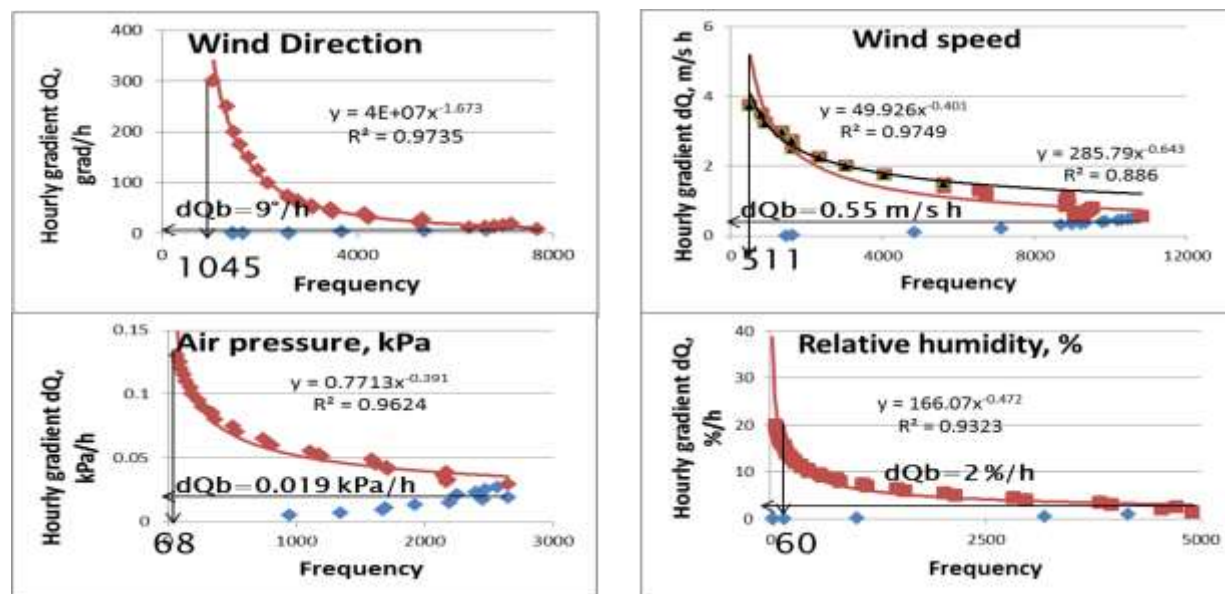


Рис. 4 Кривые распределения частот часовых изменений dQ скорости и направления ветра, давления воздуха и относительной влажности по Торонто за 2007-2012.

продолжительность прохождения торнадо через участок в 500-1000 метров примерно 6-10 мин), то они окажутся в крайней правой позиции на графике. К сожалению, таких данных крайне мало, и добываются они иногда ценою жизни. А вот индекс эластичности гидросферы **HEI** для относительной влажности (лимитирующий фактор) в часовом масштабе демонстрирует явление торнадо как функцию саморегулирования своими отрицательными значениями, а именно, если за какой-то период **HEI** для относительной влажности в часовом масштабе принимает значения меньше нуля, то это говорит о явлениях торнадо в данном периоде.

### Заключение

Суммируя сказанное выше, напрашивается интересный, но не неожиданный, вывод: основная функция в природе представлена актом уравнивания, балансирования, регулирования, которая математически ближе всего описывается итерацией.

Функция разрушения является корректирующей и проявляются в представленном методе в трех ипостасях: в виде постоянного транспорта вещества и энергии, представленного переменными правого крыла **SHC**, локализованного в сетевых структурах типа речных; в виде постоянных стоячих колебаний базовой и связанной составляющих переменных, проявленных в максимальных значениях параметров силы PBD и PID; и в виде периодических, быстрых ударов штормовой составляющей «спокойных» переменных, проявляемых только в мелких локальных масштабах в коротком скачке из крайне левого в крайнее правое положение переменной на **SHC** (базовая и связанная составляющие в этот момент минимальные).

Основной режим функционирования – итерационный, циклический, при этом циклы у каждой переменной и по времени и в пространстве разные, потому что различны функции динамических составляющих, а их вес в каждой переменной различен, и изменяется не только от



## Функциональность, гармоничность, самодостаточность

переменной к переменной, но и в зависимости от расчетных периодов (теплый- холодный) и геофизических факторов, а также масштабов. Это говорит о том, что моделирование также должно учитывать композиционность и мульти-функциональность каждой переменной, разделяя переменные на их динамические составляющие, принимая во внимание их различия по законам распределения, соответствующих функциональному варьированию.

Два очень важных момента в этом методе, позволяющие выявить разнообразие и динамику функций через гармонию структуры: выделение базовой составляющей как статистически стабильной части каждой переменной и построение **SHC** - «принудительное» встраивание каждой переменной в гармонизованную систему в зависимости от величины ее базовой составляющей. Поскольку система водного цикла – открытая система (как и любая другая природная система), ее самодостаточность может проявиться только через адекватную стабильную много-функциональную гармоничную динамическую структуру, в которой каждая переменная связана с разными предикторами в разных интервалах своей амплитуды .

В списке публикаций приведены только работы автора, которые обозначают путь автора в развитии и осмыслении идеи структурной и функциональной гармонии в открытых гидрологических системах (особенно показательны работы на русском языке [4-6]), за последние десять лет (полные материалы представлены на сайте: <http://hydrology.ca/projects> ).

Публикации:

1. R. Vedom, The SimpleBase delineation model: a new tool for water investigation and assessment, Proceedings of the 12th World Water Congress, November 22-25, 2005, New Delhi. [http://hydrology.ca/simple\\_base\\_m.pdf](http://hydrology.ca/simple_base_m.pdf) (презентация)
2. R. Vedom, The hydrological limits of urbanization, Proceedings of the 59th Annual Conference of CWRA, June 2-5, 2006, Toronto. [http://hydrology.ca/Storm\\_limit.ppt](http://hydrology.ca/Storm_limit.ppt) (презентация)
3. Вedom P., Золотая закономерность пульсаций в гидросфере?... Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.14110, 27.12.2006) <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/009a/02321040.htm>
4. Вedom P., График структурной гармонии гидросферы: эффективный элемент Анализа Разделенных Динамик упругости гидросферы. Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.14579, 25.09.2007 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/004a/02321072.htm>
5. Вedom P., Стихия гармонии в гармонии стихий . Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.15192, 26.03.2009 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/012a/02322024.htm>
6. Вedom P., График Структурной Гармонии Гидросферы: универсальная иллюстрация динамики всего. Академия Тринитаризма, М, Эл № 77-6567, публ.15397, 13.07.2009. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161516.htm>
7. R. Vedom (2011), “The hydrological aspects of sustainable development”, Water Resources Management VI, WITpress 2011, p.125-138 (ISBN 978-1-84564-514-4, e-ISBN 978-1-84564-515-1) <http://library.witpress.com/pages/PaperInfo.asp?PaperID=22080>
8. R. Vedom (2011), “The Dynamic Structure of a Stream Water Quality”, IWA, Newsletter of the IWA Specialist Group on WATERSHED & RIVER BASIN MANAGEMENT, July 2011, p.16-17 <http://www.hydrology.ca/brief.pdf>
9. R. Vedom (2013), “Erosion: indication in the water level and flow dynamics”, August Newsletter of the IWA Modeling and Integrated Assessment Group (SG MIA), p.29-30 (August 16, 2013) <http://www.hydrology.ca/pdf/erosionMIA.pdf>
10. R. Vedom (2014), “Functionality of the water cycle”, Proceedings of the 67<sup>th</sup> CWRA annual conference, June 2-5, 2014, Hamilton <http://hydrology.ca/pdf/functionality.pdf> (презентация)