AMERICAN SCIENTIFIC JOURNAL

American Scientific Journal
№ (23) / 2018
Vol.1

Chief Editor- Endrew Adams, Doctor of Technical Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA
Assistant Editor - Samanta Brown, Doctor of Physical Sciences, American Institute of Physics, Maryland, USA

- Alfred Merphi - Doctor of Economics, University of Chicago, Chicago, United States
- Yen Lee - MD, wellness center «You Kang», Sanya, China
- Avital Gurvic - Doctor of Education, University of Haifa, Haifa, Israel
- George Perry - Doctor of Chemistry, Columbia College, New York, USA
- Isa Wright - Doctor of Sociology, Moraine Valley Community College, Chicago, USA
- Jessie Simmons - Doctor of Engineering Sciences, San Diego State University, San Diego, USA
- Nelson Flores - Doctor of Philology, Wheelock College, Boston, USA
- Andrey Chigrintsev - Doctor of Geographical Sciences, University of South Carolina, Columbia, United States
- Oleg Krivtsov - Doctor of History, National Museum of Natural History, Washington, USA
- Angelina Pavlovna Alushteva - Candidate of Technical Sciences, Institute of Computer Systems and Information Security (ICSiIS), Krasnodar, Russian Federation
- Elena Dmitrevna Lapenko - Candidate of Law, Institute of Law, Volgograd, Russian Federation
- Aleksandr Ole - Doctor of Biological Chemistry, University of Stavanger, Stavanger, Norway
- Emily Wells - Doctor of Psychological Sciences, Coventry University, Coventry, England
- Leon Mendes - Doctor of Pharmaceutical Sciences, Universitat de Barcelona, Spain
- Martin Lenc - Doctor of Economics, Uni Köln, Germany
- Adel Barkova - Doctor of Political Sciences, Univerzita Karlova v Praze, Prague, Czech Republic
- Vidya Bhatt - Candidate of Medical Science, University of Delhi, New Delhi, India
- Agachi Lundzhil - Doctor of Law, The North-West University, Potchefstroom, South Africa

Chief Editor- Endrew Adams, Doctor of Technical Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA
Assistant Editor - Samanta Brown, Doctor of Physical Sciences, American Institute of Physics, Maryland, USA

Alfred Merphi - Doctor of Economics, University of Chicago, Chicago, United States
Yen Lee - MD, wellness center «You Kang», Sanya, China
Avital Gurvic - Doctor of Education, University of Haifa, Haifa, Israel
George Perry - Doctor of Chemistry, Columbia College, New York, USA
Isa Wright - Doctor of Sociology, Moraine Valley Community College, Chicago, USA
Jessie Simmons - Doctor of Engineering Sciences, San Diego State University, San Diego, USA
Nelson Flores - Doctor of Philology, Wheelock College, Boston, USA
Andrey Chigrintsev - Doctor of Geographical Sciences, University of South Carolina, Columbia, United States
Oleg Krivtsov - Doctor of History, National Museum of Natural History, Washington, USA
Angelina Pavlovna Alushteva - Candidate of Technical Sciences, Institute of Computer Systems and Information Security (ICSiIS), Krasnodar, Russian Federation
Elena Dmitrevna Lapenko - Candidate of Law, Institute of Law, Volgograd, Russian Federation
Aleksandr Ole - Doctor of Biological Chemistry, University of Stavanger, Stavanger, Norway
Emily Wells - Doctor of Psychological Sciences, Coventry University, Coventry, England
Leon Mendes - Doctor of Pharmaceutical Sciences, Universitat de Barcelona, Spain
Martin Lenc - Doctor of Economics, Uni Köln, Germany
Adel Barkova - Doctor of Political Sciences, Univerzita Karlova v Praze, Prague, Czech Republic
Vidya Bhatt - Candidate of Medical Science, University of Delhi, New Delhi, India
Agachi Lundzhil - Doctor of Law, The North-West University, Potchefstroom, South Africa

Layout man: Mark O'Donovan
Layout: Catherine Johnson

Address: 90 st. – Elmhurst AV, Queens, NY, United States
Web-site: http://american-science.com
E-mail: info@american-science.com

Copies: 1000 copies.
Printed in 90 st. – Elmhurst AV, Queens, NY, United States

CONTENTS

ЭНЕРГЕТИКА

Фируза Салманова Азиз,
Роза Мустафаева Мухтар,
Тарана Махмудова Алимамед,
Юсупов Игор Мевлудович,
Велизаде Исмайыл Елшен
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ГЕЛИОРЕАКТОРЕ 4

ИСКУССТВОВЕДЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Жадейко А.Н.
БАЛЕТНЫЕ МОТИВЫ В ТВОРЧЕСТВЕ ХУДОЖНИКА ВАЛЕРИЯ ГЕГАМЯНА 1970-Х ГОДОВ 7

МАТЕМАТИКА

Мазуркин П.М.
КОРРЕЛЯТИВНАЯ ВАРИАЦИЯ НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ 12

Мазуркин П.М.
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ КОЛЕБАНИЙ МАССЫ ЛЕДНИКОВ НА ЗЕМЛЕ 26

Мазуркин П.М., Кудряшова А.И.
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ГЛОБАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ УГЛЕРОДА 35

Мазуркин П.М.
ВОЛНОВЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ УГЛЕРОДА 50

ЭНЕРГЕТИКА

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В ГЕЛИОРЕАКТОРЕ

Фируза Салманова Азиз
Доктор философии по технике, доцент,
Институт Радиационных Проблем, г.Баку
Роза Мустафаева Мухтар
Кандидат тех. наук, доцент,
Институт Радиационных Проблем, г.Баку
Тарана Махмудова Алимамед
Кандидат физ-мат. наук
Институт Радиационных Проблем, г.Баку
Юсупов Игор Мевлудович
Инжинер
Институт Радиационных Проблем, г.Баку
Велизаде Исмайыл Елшен
Инжинер
Институт Радиационных Проблем, г.Баку

THERMODYNAMIC CALCULATIONS OF THE GASIFICATION OF SOLID FUEL IN THE HELIORATOR

Firuza SalmanovaAziz
Dr. of Philosophy in Technical, assistant professor,
Institute of Radiation Problems, Baku
Roza Mustafayeva Muxtar
Candidate of Technical, assistant professor,
Institute of Radiation Problems, Baku
Tarana Mahmudova Alimemmed
Candidate of Phy-Mat
Institute of Radiation Problems, Baku
Yusupov Igor Meyludovic
Engineer
Institute of Radiation Problems, Baku
Velizade Ismail Elshan
Engineer
Institute of Radiation Problems, Baku

Аннотация

В данной статье рассматриваются возможности получения водорода и водородосодержащих газов из угля и отходов биомассы с использованием солнечной энергии. Приведен термодинамический расчет процесса газообразования с присутствиет водяного пара в качестве окислителя при температурах (500-1200°C)

Abstract

This article discusses the possibilities of obtaining hydrogen and hydrogen-containing gases from coal and biomass waste using solar energy. The thermodynamic calculation of the process of gas formation with the presence of water vapor as an oxidizing agent at temperatures (500-1200 °) is given.

Ключевые слова: солнечная энергия, газификация, гелиоустановка, гелиореактор, биомасса.

Keywords: solar energy, gasification, solar power plant, helioreactor, biomass.

В ряде стран широко изучается проблема получения водорода с помощью солнечной энергии так, в США доля солнечной энергии в общем энергобалансе постоянно возрастает.

Водород следует рассматривать как энергоаккумулирующее вещество, энергоноситель, универсальный топливо, поскольку он обладает абсолютной экологической чистотой, может заменить бензин, дизельное топлива и т.п. Водород получают из углеводородов, угля и воды.

В настоящее время водород является важнейшим продуктом современного промышленного производства, его значение весьма существенно и как потенциального топливо будущего.

Следовательно, основным вопросом при использовании солнечной энергии для целей газификации является выбор углесодержащего материал. В этой связи, авторами проведены экспериментальные исследовании по газификации солнечной печи, чистого углерода (графит), бурых углей и отходов

производства основных видов лесной (опилки) и сельскохозяйственных культур – виноградных и хлопковых стеблей.

Процессы гелиогазификации биомасса (БМ) с H_2O относятся к числу сложных гетерогенных физико-химических процессов. Если на начальной этапе гелиогазификации БМ в солнечной печи происходят окислительно - деструктивные реакции превращения углеводородного сырья, то поступает момент, когда химические изменения в системе определяются реакциями газификации углеродных частиц с водяным паром.

Особенностью предлагаемого процесса конверсии БМ является осуществление эндотермической реакции за счет концентрированного тепла солнечной радиации.

Для выбора условий организации газификации твердого топлива в гелиореакторе была проведена термодинамическая оценка процесса взаимодействия водяного пара с углеродом сырья в диапазоне температур 700-1500 К.

При взаимодействии водяного пара с углеродом происходит разложение водяного пара с образованием CO и H_2. Процесс разложения по реакции $C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2$ является обратимым и его направление зависит от температуры и концентрации реагирующих газов. При получении водорода пары воды действуют как окислитель на углерод, а при обратном процессе водород восстанавливает окись углерода до углерода. Обе реакции не доходят до конца и останавливаются при достижении определенных концентраций H_2O, H_2, CO и C. Направление указанных реакций и полнота их протекания определяются константой равновесия. Уменьшение температуры препятствует разложению водяного пара. В табл. 1 приведены равновесные составы газов, получаемые при разложении водяного пара с углеродом. С увеличением температуры повышаются степень разложения водяного пара и выход получаемых газов (H_2 и CO).

Наряду с реакцией $C + H_2O = CO + H_2$ при пониженных температурах возможно протекание реакции

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2$$

Для подавления этой реакции необходимо увеличивать температуру процесса, что позволяет получать горючий газ, состоящий, в основном, из CO и H_2 и повысить его выход.

Таблица 1.

Степень разложения водяного пара и состав газа, полученного в гелиореакторе

Температура, К	Степень разложения % H_2O	% объем		
		CO	H_2	H_2O
700	2,4	3,5	2,3	94,2
800	17,0	15,3	14,4	70,3
900	45,0	32,2	30,5	37,3
1000	66,9	39,4	40,6	20,0
1100	71,2	42,4	41,0	16,6
1200	81,9	44,8	45,2	10,0

Рассмотрим динамику высокотемпературного процесса.

Количественное соотношение между веществами в равновесной смеси определяется константой равновесия. Величина константы равновесия K_p определяет степень завершенности реакции.

Для гомогенных и газовых гетерогенных реакций применяются уравнения Нернста.

$$lgK_p = -\frac{\Delta H_0^0}{4{,}75T} + \frac{(\Delta l_p)Const}{1{,}987}lg + \frac{1}{4{,}575}S_0^T \int_0^T \frac{dT}{T^2}\int_0^T (\Delta lp)4(T)dT + \Delta j \quad (1)$$

и приближенные

$$lgK_p = -\frac{\Delta H_0^0}{4{,}575T} + 1{,}75\Delta HlgT + \frac{\Delta b}{9{,}15} + \Delta i \quad (2)$$

$$lgK_p = -\frac{\Delta H_{298}}{4{,}575T} + 1{,}75\Delta HlgT + \Delta i \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) содержат условные химические постоянные:

$$i = \frac{\lambda_{исп}}{T_{кип}} 0{,}14$$

Для H_2 i равно 1,6 CO=3,5; для паров H_2O=3,6

$$\Delta l_p = 3{,}5\Delta n + \Delta bT$$

где Δn – изменение числа молей при реакции

$$\Delta H_0^0 - \Delta H_{298}^0 U_{cp} = Const$$

По закону Дальтона парциальное давление i компонента равно:

$$P_i = \frac{n_i}{\Sigma n_i}P \quad (4)$$

Где n_i – количество грамм-молей данного компонента,

Σn_i – общее число молей в системе,

P – общее давление, Мпа.

Напишем уравнение химической реакции:

$$C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2$$

Исходная смесь 1 0 0

Равновесная смесь 1-x x x

Общее число молей в системе

$$\Sigma n_i = 1 - X + X + X = 1 + X$$

Парциальное давление каждого компонента в равновесной системе будет:

$$P_{H_2} = \frac{X}{1+X}\cdot P;\ P_{CO} = \frac{X}{1+X}\cdot P; \quad (5)$$

$$P_{H_2O} = \frac{1-X}{1+X}\cdot P$$

$$K_P = \frac{P_{CO}\cdot P_{H_2}}{P_{H_2O}} \quad (6)$$

Если подставить выражения (5) в уравнение (6) получим:

$$К_р = \frac{X^2}{1 + X^2} \quad (7)$$

$P_{общ.} = 0{,}1$ Мпа

$$X = \left(\frac{К_р}{1 + К_р}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Из уравнения (8) определяем X – состав равновесной смеси системы в мольных долях.

Расчет содержания данного компонента в равновесной смеси производится по формуле:

$$q_i = \frac{n_i \cdot 100}{\Sigma n_i}\%$$

где n_i – количество V- молей i - компонента,

Σn_i – общее число молей в системе,

q_i – содержание i – компонента в равновесной смеси (в объемных процентах).

Результаты расчета величин степени превращения и содержания компонентов газовой смеси в температурном интервале 500-1200 К приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетные величины степени превращения и содержания компонентов газовой смеси при температурах от 500 до 1200 К для реакции $C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2$

T,K	lgK	K_P	X	Объем, %		
				H_2O	CO	H_2
500	-6,654	$2{,}217 \cdot 10^{-7}$	0	100	0	0
600	-4,318	$4{,}813 \cdot 10^{-5}$	0,010	98,62	0,69	0,69
700	-2,641	$2{,}88 \cdot 10^{-3}$	0,048	90,88	4,56	4,56
800	-1,379	$4{,}183 \cdot 10^{-2}$	0,200	66,62	16,69	16,69
900	-0,395	0,403	0,536	30,22	34,89	34,89
1000	-0,393	2,4689	0,844	8,48	45,76	45,76
1100	1,038	10,9073	0,957	2,20	48,90	48,90
1200	1,575	37,6051	0,987	0,66	49,67	49,68

Таким образом при газификации биомассы (БМ) в гелиоустановке степень конверсии газы составляет 65 масс% газообразных продуктах, содержание водорода при этом достигает ~50 объем%.

Основным сырьем для получения водорода путем тепло или биохимической переработки биомассы являются отходы леской и деревообрабатывающей промышленности (стружка, опилки и т.) это два способа получения водорода является довольно перспективными. Стоимость 1 кг водорода, полученного из древесных отходов на данный момент составляет 4-7$, однако эксперты прогнозируют что в ближайшие годы показатель стоимости удается снизить до 1-1,5$ кг в обеих вариантах перспективные энергетические ресурсы, позволяющие экономить достаточное количество традиционных видов топлива, неиссякаемая солнечная энергия (СЭ) и БМ, которая постоянно возобновляется что является одним из главных её преимуществ перед другими источниками органического сырья.

Литература

1. Биомасса как источник энергии, М:Мир, 1985, 375с.

2. П.Ф. Рзаев, Р.М. Мустафаева, Ф.А. Салманова, Т.А. Махмудова, И.Е.Велизаде. Применение высокопотенциального тепла солнечной радиации для преобразования биомассы в водород и водородосодержащие газы. UNITED-Journal 2018, №12, с.с. 31-34.

3. Ефремов А.А., Оффан К.Б., Киселев В.П. Исследование состав жидких и газообразных продуктов пиролиза скорлупы кедровых орехов. Химия растительного сырья. 2002, №3, с.с.43-47.

4. Firuza Salmanova, Roza Mustafayeva, Oktay Salamov, Tarana Mahmudova. The getting of a synthetic fuel from a biomass through the Solar energy. №18/2018, p. 34-37.

5. Основные способы получения водорода. (http://energokeeper.com/m)

ИСКУССТВОВЕДЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

БАЛЕТНЫЕ МОТИВЫ В ТВОРЧЕСТВЕ ХУДОЖНИКА ВАЛЕРИЯ ГЕГАМЯНА 1970-Х ГОДОВ

Жадейко Алексей Николаевич
аспирант,
Национальная академия
руководящих кадров культуры и искусств,
Украина, Киев

BALLET MOTIFS IN CREATIVE WORK OF ARTIST VALERIY GEGHAMYAN OF 1970-IES

Zhadeiko A.
Graduate Student,
National Academy of Culture and Arts Management, Ukraine, Kiev

Аннотация.

Статья посвящена творчеству украинского художника армянского происхождения Валерия Гегамяна, которого относят к когорте одесских нонконформистов. Рассмотрен корпус работ на балетную тематику, созданных в 1970-е гг. Проанализирована фабула, композиционные принципы, колористическое решение, акцентированы стилеобразующие факторы

Resume.

The article is dedicated to the creative work of Ukrainian artist of Armenian origin Valeriy Geghamyan, who is referred to the cohort of Odessa nonconformists. Massive of works on a ballet theme, created in the 1970s, has been considered, the subject, the compositional principles, color palette, accented by a style-forming factors, have been analyzed

Ключевые слова: нонконформизм, монументальная живопись, палитра, балетные сцены, академический рисунок, декоративность

Key words: nonconformism, monumental painting, palette, ballet scenes, academic drawing, decorative character

Творчество одесских нонконформистов в современном украинском искусствознании уже не является абсолютной лакуной, поскольку последние пару десятилетий в массиве научных публикаций появилось немало исследований об этом феномене. Диссертация О. Котовой [6] и ряд ее же статей, монографии, статьи А. Носенко [12], В. Петрашика, В. Пухарева, В. Савченко, Л. Смирной, О. Тарасенко [12], А. Федорука, А. Хлобыстина, др. значительно облегчили доступ к пониманию явления вцелом. Однако, несмотря на довольно обширную библиографию в области искусства одесского нонконформизма в контексте художественной культуры страны II пол. XX в., многие отдельные аспекты проблемы остаются недостаточно освещенными. Так можно сказать о творческом наследии одного из знаковых художников этого художественного пласта, Валерия Гегамяна. Монографических исследований по его творчеству пока нет, а отдельные сведения о творческой биографии мастера можно встретить преимущественно либо в штудиях комплексного характера, либо в информации о выставках нонконформистов, реже – о его персональной выставке [2], или же в редких воспоминаниях его учеников [7; 8; 9]. Творчество отдельных периодов, знаковые работы освещены крайне скудно [4; 5] как в украинской, так и в армянской искусствоведческой литературе. Армения получила доступ к значительной части творческого наследия художника лишь после его смерти – сыном художника после прощальной посмертной выставки в Одессе было решено передать много произведений на Родину Гегамяна [1]. Но и в Армении его имя до сих пор ожидает комплексного изучения на научном, профессиональном уровне. По-прежнему много лакун, несовпадений, невыясненных фактов, зачастую это объясняется неточностями документального характера – источников о жизни художника немного, воспоминания его знакомых дополняются страницами дневника, архивными документами. Но в бумагах нередко встречаются несостыковки фактологического характера, что постоянно встречалось во время и вскоре после окончания Второй Мировой войны – документы меняли, корректировали, восстанавливали после уничтожения. Много еще невыясненных фактов, немало опротестованных в результате изучения архивных данных, в том числе и некотороые развеянные легенды. Сложность вызывает и то, что много данных сосредоточено в архивах Армении, часть информации нужно искать в Одессе, где жил бо́льшую часть жизни художник, переехав сюда после армянского, московского, биробиджанского и махачкалинского периодов, и часть записей нужно подвергать переводу и унификации. Даже авторские названия знаковых работ Гегамяна значительно отличаются от общепринятых критиками вариантов, и результаты исследова-

ния архивных данных и дневников художника многое меняют в привычных представлниях о нем. Поэтому основная задача статьи – актуализовать творчество В. Гегамяна, отдельно сфокусировав внимание на одном из его интереснейших аспектов, – балетных мотивах в живописи художника, пик интереса к которым пришелся на 1970-е гг.

1970-е гг. были очень плодотворными в жизни Валерия Гегамяна. Уже живя в Одессе, Гегамян активно работает в ее художественной среде, успешно синтезируя свою армянскую «закваску» со специфическим микроклиматом южного морского города. Художник был довольно нелюдимым, сложно вписывающимся в социум человеком [8; 9], чьим жизненным кредо отнюдь не была улыбка как лучший ответ на любое событие. И осколочость его покалеченной не в одном поколении биографии, кровоточащей многими шрамами болезненных событий, отнюдь не была многобещающим грунтом для легкой вписываемости в среду, которая сама по себе довольно капризна и специфична. Одесская школа очень богата традициями, южнорусский импрессионистический «багаж» сделал ее колорит богатым и самодостаточным, и впускать в свои недра новые веяния, к тому же, столь отличные от собственных, а кое в чем и противоположные, одесская почва расположена не была никогда. Внедриться в ее потаенные слои нелегко, но Гегамян вписался в одесскую художественную жизнь достаточно органично. Вернее, стал ее частью, но не приспосабливаясь и не ломаясь, этого вообще не было в его характере. Имея за плечами уже не такой малый опыт, будучи учеником М. Сарьяна, происходя из аристократической семьи, получив прекрасное образование и сделав к тому моменту весьма неплохую карьеру, сформировав индивидуальную манеру, собственный облик, художник стал частью одесского творческого микроклимата, при этом не впитывая в себя его воздействие так, чтобы оно могло что-то поменять в его стиле или образе действий. Он органично сжился с творческой Одессой – много лет преподавал, с 1964 г. будучи неотъемлемой частью педагогического института, где стал основателем знаменитого «худграфа», но его армянские корни не стали менее ярко видны в творческой манере, художественный язык не изменился. Одесса гостеприимна, но придирчива и жестка в отборе тех, кто остается с ней насовсем и становится ее частью. Но и Гегамяна нельзя назвать услужливым учеником, готовым носить мантию за хозяином положения. Встретились два крепких монолита, и один стал частью другого, не утратив своего «Я».

С каждым годом художник творчески обогащался, но не терял самобытности, в большинстве своем основывающейся на национальных нотках. Его манера полисегментна, как любой художник, он испытывал целый сонм влияний стилей и мастеров, которых считал для себя авторитетами в искусстве и не боялся учиться всю жизнь, преклоняясь перед мастерством [4]. Но именно глыба авторитета его учителя, с именем которого неразрывно связано имя самого Гегамяна, стала одной из причин появления оттенка трагизма в манере художника. Он сам преклонялся перед Сарьяном, которого считал другом, наставником, Учителем, безупречным эталоном в искусстве. Не будучи ни в коей мере эпигоном, он, тем не менее, учился и перенимал, хотя в его художественном языке нет и тени копирования, вторичности. Но величие Сарьяна нередко затмевало мощь самого Гегамяна, он оказывался в тени своего великого наставника. Это тот самый компонент «пьедестальности» [11], который нередко ломал судьбы талантливым мастерам, оставляя их в тени более известных Учителей. Для Гегамяна не было проблемой признавать роль ученичества [4] – любой мастер проходит эту стадию, но лишь истинный художник, сильный духом, способен преклонить колено перед наставником, но оставить его влияние в ученическом периоде, на стадии становления. Гегамян был из таких учеников – он впитал воздействие, но вышел из «пеленок» ученика, переработав влияние, синтезировав с чертами иных, близких по духу, манер мастеров прошлого, но трансформировал в собственный стиль, самостоятельный и индивидуальный. Значимость его ученичества нетрудно доказать – об увлеченности Гегамяна целым рядом мастеров прежних эпох говорит прежде всего то, что у него в творческом багаже есть немало копий, вольных переработок. Гегамян был очень увлечен древнеегипетским и древнегреческим искусством, обожал Врубеля, в манере которого создал целый ряд работ, пытаясь постичь внутреннюю суть почерка, а не просто срисовать внешнюю атрибутику, штудировал и копировал Гогена и Матисса, преклонялся перед мастерством русских художников – копировал Корина, Репина, Серова, Брюллова. Интересно, что выбор образцов для «препарирования» манеры и попыток извлечь что-то близкое для своего внутреннего «я» не был случаен, все избираемое объединено общими чертами. Гегамян был прекрасным рисовальщиком, академическая выучка для него была на первом месте, поэтому увлеченность русскими мастерами II пол. XIX и нач. XX вв. в качестве эталонов вполне понятна. Склонность к постимпрессионистам, авангарду в качестве объектов интереса легко объяснить тягой к плоскостности и декоративности в манере самого Гегамяна, хотя в его дневниковых записях можно встретить не весьма лестные отзывы о декоративности в художественной манере. В данном случае суть стоит искать в том, что именно вкладывать в категорию «декоративность». Гегамян отрицал значимость поверхностной, атрибутивной декоративности, в его же работах речь идет о декоративности как элементе индивидуального стиля, синонимизированном с плоскостностью, обобщенностью, лаконичностью и знаковостью локальных цветовых пятен. А интерес к Врубелю, помимо внешних аспектов манеры, имеет и глубинные причины – его внутренняя сложность и трагичность перекликаются с тем, что питает образы самого Гегамяна, почти всегда оттененные трагизмом и болью [5]. Гегамян, будучи прекрасным ри-

совальщиком, отменным колористом, стилизатором, хорошим композитором, по сути мог бы быть великолепным театральным художником, будучи монументалистом, чувствуя форму от природы, что было отшлифовано длительными академическими штудиями, все же был словно задернут кисеей величия своего учителя, Сарьяна. Он входил в историю искусства как ученик Сарьяна, но не как Гегамян. Судьбы «вечно вторых» порой складывались трагично, хотя по отношению к Гегамяну жизнь все же более несколько благосклонна – его имя постепенно начинают ввыводить из тени арт-кураторы, коллекционеры, хотя на то, чтобы личность художника заняла должное место в истории искусства, нужно еще немало времени и усилий.

1970-е гг. – это время, когда он уже жил и работал в Одессе, у него уже была семья – жена и сын, он трудился в педагогическом институте, т.е. находился среди студентов, которым прививал уважение к труду художника, заставляя постигать азы муштры и тяжкой работы, зачастую рутинной, прежде чем получить право скзаать «я – художник, так вижу» и уйти в сторону от академизма. Среди мотивов, к которым Гегамян обращается в 1970-е гг., и которые любому художнику очень нелегко варьировать в новом ключе, – балетные мотивы. Нелегко, потому что к теме танца, балета на протяжении не одной эпохи тянуло очень многих художников – уж очень выгодна эта тема с точки зрения методов образотворчества, композиционно притягательна, ритмически выигрышна. Танцовщиц изображали еще древние египтяне (а увлеченность Гегамяна египетской древностью известна и подтверждена записями в личном дневнике), очень интересны изображения акробаток и танцовщиц у древних греков, начиная еще с крито-микенского периода, влияние которого без труда можно угадать в паре картонов Гегамяна 1970-х гг.,

трудно устоять перед шармом балетных пастелей Дега, его же бронзовой юной танцовщицы, не увлечься смелостью и необычностью в*и*дения в произведениях де Тулуз-Лотрека, которые стали одой миру сцены, не может не привлечь внимание театральная декоративность балетных и театральных мотивов русских мастеров серебряного века – все это вдохновляло многих мастеров. Не стал исключением и Гегамян. Он тоже не устоял перед танцевальной стихией, но его балетный мир совершенно иной. О причинах его заинтересованности балетом, танцем можно гадать. Ведь ни одна из работ не имеет прямой «переклички» с образцами, он и в сонме балетных образов остался собой. Образоформирование Гегамяна в этой серии произведений, пожалуй, как нельзя более необычно. Танец, балет всегда ассоциировался прежде всего с легкостью, прозрачностью, мягкой ритмикой, грацией образов. Гегамян же ломает все стереотипы, сохраняя свой стиль и в этом случае. Образы танцовщиц, которые были созданы им в 1970-е гг., как всегда, довольно тяжеловесны, театрально-плоскостны, схематичны. По сути, это типизированные образы, в каждой из работ художник пишет не вдохновившую конкретную модель, а обобщенный образ, от вдохновителя которого в работах не остается и следа, фактически, та или иная модель (если она и была) просто послужила толчком для рождения желания рисовать, писать, заставила увидеть красоту в очередной сюжетной линии, но не более, лишь спровоцировав всплеск вдохновения и отойдя в тень. Можно предположить, что толчком для увлеченности Гегамяна балетной стихией стало его общение с родственницей, известной армянской актрисой кино и танцовщицей, балериной, Лаурой Вартанян, знакомство с ее творчеством. Ни одна из работ не портретна, но предполагать связь между интересом к творчеству знаменитой армянской балерины и увлеченностью танцевальной темой можно. Образы не просто не портретны, а типизированы, в большинстве случаев обезличены, глаза или отсутствуют вовсе, или только намечены пятнами, что придает еще большей обобщенности и условности. Больше конкретики есть лишь в нескольких работах, сделанных в манере Врубеля.

Балетные образы кисти Гегамяна привлекают прежде всего совершенно диссонансным решением – они прямо противоречат устоявшемуся представлению, ассоциативному восприятию танца, балета. Стихия танца – это прежнего всего хрупкость, легкость, воздушность, красота движения, изящество ритмики. Гегамян же трактует свои образы абсолютно иначе, не отходя от своего обычного характера персонажей, от типизации и мощи, присутствующих и во многих его балетных мотивах. Лишь изредка он прибегает к иной трактовке, но и в таких случаях не вписывается в общепринятый шаблон образотворчества в контексте балетного мира. Многие из балетных мотивов писались художником не на холсте, а на картоне, и иногда – с применением темперы, а не масла («Балерина с думя вазами», 1970-е гг., темпера, масло, картон; «Балет», нач. 1970-х гг., темпера, масло, картон). Темпера с ее возможностями как нельзя лучше подходит для создания декоративных картонов, как и для работы над созданием театральных декораций – в Гегамяне неоспоримо наличие начала театрального художника, он мог быть и прекрасным сценографом. К тому же, она хороша и для монументальных полотен, а работы Гегамяна почти всегда велики по размеру, что, конечно, не могло способствовать созданию ощущения изящества балетных образов, и этого впечатления художник добивался иными методами, но не жертвовал размерами картонов и холстов. Противоречит общепринятому шаблону представления о балете преже всего то, что большинство балерин в работах Гегамяна прочно стоят на земле на коренастых, крепких ногах, в них нет ни оттенка грации и изящества, с которыми обычно связывают танцовщиц. И композиционное решение каждый раз подчеркивает монолитность и мощь – оно часто склонно к пирамидальности, т.е. наиболее устойчивым формам. Нередко балерины не просто стоят на земле, а не едва касаются ее кончиками пальцев ног, а стоят, подобно колоссам, на широко расставленных ногах, почти всегда – прямых, как в ритуальном шаге у древних египтян. Это скорее ми-

келанджеловский принцип создания формы, скульптурный, но не псевдорубенсовский, как иногда пишут о женских персонажах Гегамяна [1]. Эти образы словно вырублены, но не вылеплены, живопись размашиста, плоскостна, мастер пишет широкими мазками. Интересна еще одна закономерность: почти всегда фигуры танцовщиц закомпонованы так, что стопы ног срезаны – такое композиционное решение было явно продуманным, смелым нарушением основных законов композиции, но точно умышленным: там, где композиция предполагает наличие стоп, они все же не прорисованы, т.е. отсутствуют тоже намеренно («Танец», 1970-е гг., картон, карандаш). Такая черта присутствует в работах «Балерина в белом» (1970-е гг., картон, масло), «Балерина с двумя вазами» (1970-е гг., картон, темпера, масло), «Балерина с высоким воротником» (1970-е гг., картон, масло), «Обнаженная балерина» (1970-е гг., картон, масло).

Исключением во многих аспектах можно назвать картон «Голубоглазая балерина» (нач. 1970-х гг., картон, масло, рис. 1). Здесь иначе все – фон, который написан в «цветах земли», но с иными мазками, создающими хаотичность настрения, а не приемом «театрального задника», когда фон дается единой цельной плашкой, иногда двуцветием; но главное – сам тип образа. Такой метод написания фона можно видеть еще в картоне «Обнаженная балерина» (1970-е гг., картон, масло), а вот такой тип фигуры – нет, он, пожалуй, исключителен. Балерина в этом картоне представлена светловолосой, что было редкостью для женских образов Гегамяна, с выделенными голубыми пятнами глаз, что тоже придает индивидуальности, нижняя часть корпуса полностью скрыта массивом пышного платья, поэтому коренастость ног, стандартная для образов танцовщиц художника, здесь отсутствует. А вот торс, шея, руки – все говорит об изяществе и грации, что стиль редко можно было увидеть даже в балетных мотивах армянского мастера. Удлиненная шея, тонкие и элегантные руки, слегка наклоненная головка – все дышит грацией. Движение левой руки балерины, словно опирающейся на пышные юбки, прямой, со слегка согнутым пальцем кисти, вызывает в памяти удивительно красивый по ритмике портрет танцовщицы Иды Рубинштейн работы В. Серова, который так же не гармонировал с шаблонными представлениями общества о женской грации.

В балетных мотивах Гегамяна есть интересная аллюзия на древнегреческие мотивы, при чем, не классическое, более успокоенное плавной ритмикой и завершенностью композиционных схем, а еще на архаическое, даже крито-микенское. В таких работах трудно обойтись без проведения параллелей: где-то – с фресками минойского периода («Балет», нач. 1970-х гг., картон, темпера, масло), где-то – с архаическими корами с их симметрией и предстоянием («Балерина с двумя вазами», 1970-е гг., картон, темпера, масло, рис. 2). Любопытно, что поскольку фигуры коренасты и мужеподобны, по-микеланджеловски словно вырублены из глыбы, скорее напрашивается параллель не с корами, а с куросами, уходящими корнями в древнеегипетский скульптурный сонм образов. В работе «Балерина в белом» (1970-е гг., картон, масло) в нижней части композиции видна полоса орнамента – «переклички» с чернофигурной и краснофигурной вазописью древних греков спрятать в этих случаях сложно, они лежат на поверхности восприятия и ассоциативного ряда.

Интересно, что почти все балетные образы художника, в которых можно усмотреть древнегреческие нотки, теплые, можно сказать – горячие по колориту. Общее цветовое звучание этих работ тоже «перекликается» и с древнегреческой вазописью, и с критскими фресками.

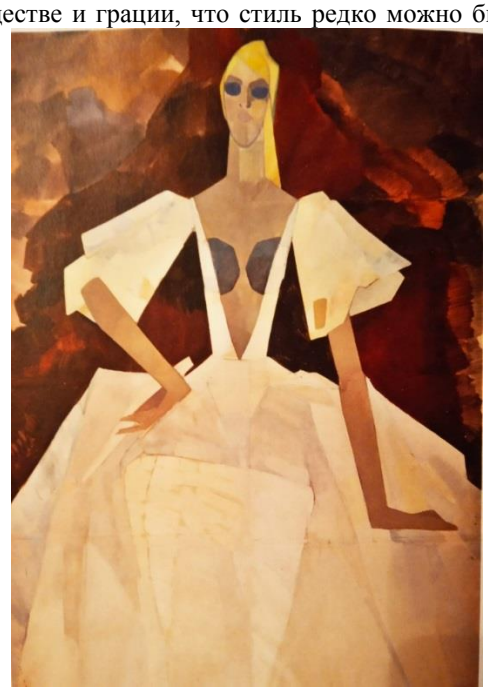


Рисунок 1. Гегамян В. «Голубоглазая балерина». Нач. 1970-х гг., картон, масло вазами».

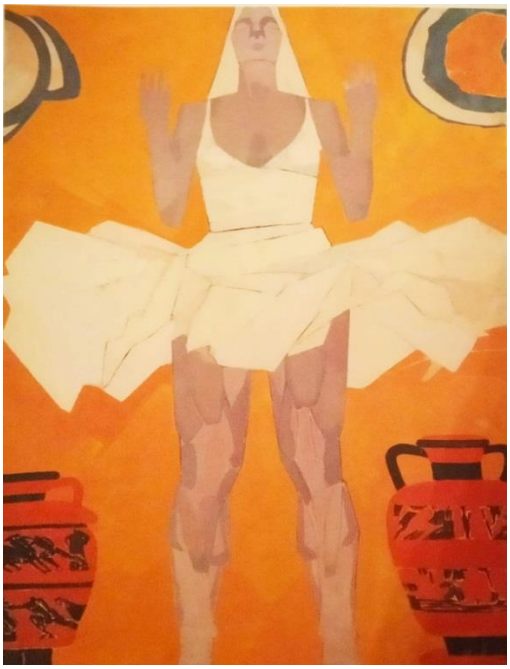


Рисунок 2. Гегамян В. «Балерина с двумя 1970-е гг., картон, темпера, масло

Любопытно, что, например, в картоне «Балет» одна из фигур, центральная, холодна по колориту, остальное – теплое, так что не может не всплыть в памяти «Собиратель шафрана» из Кносского дворца. Орнаментальное совершенство античных ваз (а в картоне «Балерина с двумя вазами» мы видим две амфоры, фланкирующие фигуру балерины, подобно адоранту, создающую центральную ось композиции) с его симметрией и размеренностью тоже наложило отпечаток на композиционное решение ряда произведений художника.

Ритмика в балетных мотивах кисти Гегамяна – пожалуй, один из самых интересных аспектов. Ни один образ из балетной линии произведений не обладает плавностью и текучестью ритма – все фигуры образованы «рублеными» формами, усугубленными острыми углами, мягкость и певучесть танцевальных движений абсолютно отсутствуют, что снова подчеркивает индивидуальность подхода художника и к этой теме. Даже головы, изгибы рук, движения ног – все выстроено резкими линиями, наотмашь, размашисто, «на вдохе». Все композиции открыты для зрителя, замкнутые почти отсутствуют, образы зачастую анфасны, что тоже придает статичности. Выпадают из этой характеристики лишь некоторые работы, объединенные одной чертой и не вписывающиеся во все вышеперечисленные характеристики. Причина проста – они созданы в манере Врубеля. Поэтому и колорит, и композиционные решения, и типажи – все иное. Упиваться манерой русского мастера Гегамяну приходилось часто, это нашло выражение в целом ряде его работ. В балетных мотивах это ярко сказалось в холстах «Обнаженная на темном фоне» (1970-гг., холст, масло), «Балерина в темном» (1970-е гг., холст, масло), «Балерина в светлом» (нач. 1970-х гг., холст, масло). Примечательно, что, в отличие от остальных балетных мотивов, «врубелевские» написаны не на картоне, а на холсте. Их живописная манера мозаична, они более походят на монументальные панно, во всех доминирует холодная гамма, все образы хрупки и утонченны, в отличие от всех иных гегамяновских танцовщиц. Интересна и разница в композиционных приемах, ритмике. Во всех этих холстах применен прием диагонального ритма, фигуры фактически вытянуты из левого верхнего угла формаа в правый нижний, а это, в отличие от пирамидально-монолитных картонов теплой гаммы, дает самый беспокойный и нервозный характер работам. Врубелевская трактовка балетных образов была очень близка Гегамяну – в совершенно ином ключе, с применением другого художественного инструментария, но он передавал то же внутреннее состояние – надлома и беспокойства, в данном случае усугубляемое и темным, холодным колоритом, иногда образы затемнялись настолько, что доходило почти до силуэтности их трактовки («Балерина в темном»).

С этими работами, как и со многими другими произведениями В. Гегамяна, сопряжено все еще немало вопросов, даже названия, размеры холстов – зачастую подаются в разных источниках по-разному. Холст «Балерина в светлом» часто преподносится зрителю с названием «Белый лебедь» [8], работа «Балерина в темном» – как «Черный лебедь» [8], отличаются и указываемые датировки произведений: их иногда относят еще к 1960-м гг. [8]. Поскольку эти холсты хранятся в частных коллекциях, их изучение несколько затруднено, и уточнения в данные еще предстоит вносить.

Список литературы:

1. Айдинян С. Армения в Художественном музее Одессы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://old.noev-kovcheg.ru/article.php?n=59&a=38

2. Выставка художника Гегамяна. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.odessitclub.org/index.php/novosti-i-publikatsii/1159-vystavka-khudozhnika-gegamyana

3. Гудыма М. Гегамян Валерий Арутюнович. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://odessa-memory.info/index.php?id=309

4. Жадейко А. Преемственность и наследование в творческом пути Валерия Гегамяна//[Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття]. – Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – (м. Чернівці, 25-26 травня 2018 року). – Херсон : Вид-во «Молодий вчений», 2018. – С. 14-17.

5. Жадейко А. Трагизм как «красная нить» творчества Валерия Гегамяна. – Fustria Science. – 2018. – № 15 (Part1). – P. 4-8.

6. Котова О. Нонконформізм в образотворчому мистецтві Одеси як явище культури 60-80-х років XX століття : Дис... канд. наук: 26.00.01 – 2008.

7. Кудлач В. Воспоминания об учителе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.odessitclub.org/publications/almanac/alm_40/alm_40_234-239.pdf

8. Литман А. Валерий Гегамян. Гениальный рисовальщик I/А. Литман. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hudcombinat.com/2016/07/01

9. Литман А. Валерий Гегамян. Гениальный рисовальщик II/А. Литман. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hudcombinat.com/2016/07/27

10. Принц крови с Кузнечной улицы. Современное искусство делается в Одессе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://timer-odessa.net/intervyu/princ-krovi-s-kuznechnoj-ulicy-sovremennoe-iskusstvo-armenii-delaetsya-v-odesse-foto.html

11. Романенкова Ю. Мироввоззренческие универсалии периодов stilwandlung в мировом художественном процессе. – К.: Химджест, 2009. – 150 с.

12. Тарасенко О., Носенко А. Художники-просветители Одессы//Вечерняя Одесса. – №58 (9189). – 22 апреля 2010 г.

МАТЕМАТИКА

КОРРЕЛЯТИВНАЯ ВАРИАЦИЯ НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ

Мазуркин Петр Матвеевич
Докт. техн. наук, проф.,
Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

CORRELATIVE VARIATION OF INDISABLE AMINO ACIDS

Mazurkin Peter Matveevich
Doc. tech. Sciences, Prof., Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia

Аннотация.

На примере таблицы содержания восьми незаменимых аминокислот в 22 продуктах показана методология факторного анализа и определения коэффициента коррелятивной вариации, вычисляемого как отношение суммы коэффициентов корреляции устойчивых законов и закономерностей бинарных отношений между аминокислотами к произведению количества аминокислот как влияющих переменных и как зависимых показателей. Показано, что этот критерий оценки зависит от состава продуктов и множества учитываемых аминокислот. Поэтому предложено составить более полную таблицу с учетом множества объектов, в которых учитывается содержание всех 20 аминокислот. Закон бинарных отношений между аминокислотами равен сумме показательного закона и биотехнического закона стрессового возбуждения в продукте. По коэффициентам корреляции отдельных бинарных отношений выполнены рейтинги аминокислот как влияющих переменных и как зависимых показателей. Рассмотрена корреляционная матрица сверхсильных связей незаменимых аминокислот при коэффициентах корреляции более 0.99, по части из которых даны графики. По характеру поведения предложено классифицировать бинарные отношения между аминокислотами на позитивные, нейтральные и негативные. Отдельно приведена методика рейтинга продуктов. Даны уравнения и графики ранговых распределений содержания незаменимых аминокислот в продуктах. Дан рейтинг незаменимых аминокислот по дисперсии остатков от уравнений бинарных отношений и ранговых распределений.

Abstract.

On the example of the table of contents of eight essential amino acids in the 22 products shown methodology of factor analysis and definition of correlative coefficient of variation, calculated as the ratio of the sum of the coefficients of correlation of stable laws and regularities of binary relations between the amino acids to the product of the number of amino acids as the influencing variables and a dependent indicators. It is shown that this criterion depends on the composition of products and a plurality of amino acids accounted. Therefore, it suggested a more complete view of the table with a set of objects, in which all 20 amino acids based on the contents. Law binary relations between amino acids is equal to the sum of an exponential law and biotechnology law stress field in the product. According to the individual correlation coefficients of binary relations are made of amino acids affect the ratings of both variables and how dependent indicators. We consider the correlation matrix of ultrahigh links essential amino acids with the correlation coefficients more than 0.99, on the part of which are the graphics. By the nature of the behavior requested to classify the binary relationship between amino acids of positive, neutral and negative. Separately, the rating methodology, see products. Equations given rank distributions and graphics content of essential amino acids in the products. Given the rating of essential amino acids residues from the dispersion equations of binary relations and rank distributions.

Ключевые слова: аминокислоты, продукты, факторный анализ, закономерности, коэффициенты корреляции, коэффициент коррелятивной вариации

Keywords: amino acids, products, factor analysis, patterns, correlation coefficients, correlative coefficient of variation

1. Введение

Под выражением «коррелятивная вариация» Чарльз Дарвин разумеет, что «вся организация во время роста и развития внутренне связана, и когда слабые вариации встречаются в какой-нибудь одной части и куммулируются путем естественного отбора, другие части оказываются модифицированными. … Модификации в строении, признаваемые систематиками за весьма важные, могут зависеть исключительно от законов вариации и корреляции …» [2, с. 126-128].

Например, фитоценоз [4] обладает, по крайней мере, тремя фундаментальными свойствами: *во-первых*, коррелятивной вариацией значений параметров во времени и пространстве; *во-вторых,* корреляция зависит от генотипических свойств вида

растения; *в-третьих*, вариация обусловлена фенотипическими свойствами, а также циклами солнечной активности [11], вращением Луны вокруг Земли и нашей планеты вокруг себя [5].

В соответствии с коррелятивной вариацией Ч. Дарвина, в период роста и развития организма существенные изменения в начальном возрасте повлекут за собой изменения в строении и у взрослого существа. «Таким образом, человек, отбирая и тем самым усиливая какую-нибудь особенность, почти, наверное, неумышленно модифицирует и другие части организма на основании таинственных законов корреляции» [2, с. 29]. Любая ненаследственная вариация для нас несущественна. Но число и разнообразие наследственных уклонений в строении, как незначительных, так и очень важных в физиологическом отношении, бесконечно.

Всё сущее – это вещи, свойства и отношения [10], причем в биосе отношения управляют вещами и меняют их структуры.

Цель статьи – показать законы и закономерности коррелятивной вариации содержания восьми незаменимых аминокислот во множестве из 22 продукта.

2. Концепция коррелятивной вариации

Изменчивость (вариабельность [2]) обыкновенно связана с жизненными условиями, которым вид подвергался в течение нескольких последовательных поколений. В общем случае, по Дарвину, имеются два фактора: природа организма (наиболее важный фактор) и свойства действующих условий [2, с. 118].

Таким образом, нами была принята исходная гипотеза о том, что типизации и классификации не оказывают влияния на биотехнические «зависимости мастерства жизни» закономерности. Поэтому вариация (множество уклонений от корреляции по Дарвину) зависит от «человеческого фактора», т.е. от качества измерений свойств почвы [7] и растений [5].

Почва по В.В. Докучаеву [3] является живым организмом. Поэтому принцип коррелятивной вариации по Дарвину должен обеспечить высокую адекватность выявляемых закономерностей [7]. Аналогично априори будем считать эксперименты с незаменимыми аминокислотами [1] по измерению их концентрации в различных видах продуктов для человека и животных высоко коррелятивными.

Из концепции коррелятивной вариации Ч. Дарвина, которую не поняли математики и не развили биологи, четко следует, что в иных условиях места обитания могут оказаться сильнее другие сочетания значений факторов (Дарвин называет факторы наследственными уклонениями). Поэтому слабые факторные связи могут оказаться сильнее для иных сочетаний изучаемых объектов. В итоге появляется математический инструмент [8, 12, 14, 15] (метод идентификации) для сравнения разных естественных и искусственных (технических) объектов [9].

Коэффициент коррелятивной вариации учитывается для множества факторов физического объекта исследования, то есть биологического, химического, технологического, социально-экономического и пр. Он равен отношению общей суммы коэффициентов корреляции к квадрату от количества факторов для полной табличной модели (или к произведению количества факторов X и Y).

Вид изучаемой системы не влияет на указанный критерий, а коррелятивная вариация полностью зависит от внутренних свойств изучаемой системы.

Коэффициент коррелятивной вариации K вычисляют по формуле

$$K = \sum\sum r / N^2 \text{ или}$$

$$K = \sum\sum r / (N_x \cdot N_y), \qquad (1)$$

где K – коэффициент коррелятивной вариации множества факторов или параметров, характеризующих изучаемую систему,

$\sum\sum r$ – общая сумма коэффициентов корреляции по строкам и столбцам корреляционной матрицы отношений между факторами,

N – количество учитываемых факторов симметричной таблицы,

N_x, N_y – количество факторов по осям координат x и y.

Функциональная связность является универсальным свойством материи. Например, внутренняя коррелятивная вариация наблюдается в результатах агрохимического анализа проб почвы [7], так как все агрохимические показатели измерены на одной и той же пробе.

Места взятия проб не влияют на внутреннюю связность биохимических и иных реакций, то есть на Земле наблюдаются одинаковые взаимодействия между химическими элементами и их соединениями. Такая общность называется экосистемной [4] или биосферной суперпозицией.

Наиболее сильная коррелятивная вариация более 0.999 наблюдается у множества генов [6, 9, 13]. Несколько меньше, но более 0.99, как будет показано в данной статье, такая вариация существует у группы незаменимых аминокислот.

3. Незаменимые аминокислоты

Это нужные для животных аминокислоты, которые не могут быть синтезированы в организме, в частности, человека. Поэтому их поступление с пищей необходимо (табл. 1).

Таблица 1

. Содержание незаменимых аминокислот в продуктах [1] (грамм на 100 грамм продукта)

№ п/п	Продукт	Лейцин	Изо-лейцин	Гисти-дин	Тиро-зин	Гли-цин	Лизин	Валин	Метио-нин	Фенила-ланин
1	Молоко женское	0.108	0.062	0.028	0.060	0.042	0.082	0.072	0.022	0.056
2	Молоко коровье	0.278	0.182	0.081	0.119	0.030	0.218	0.189	0.068	0.136
3	Кефир	0.263	0.173	0.075	0.112	0.056	0.209	0.183	0.063	0.138
4	Творог	0.924	0.548	0.306	0.456	0.184	0.725	0.695	0.263	0.491
5	Яйцо куриное	1.130	0.830	0.294	0.515	0.370	0.883	0.895	0.378	0.732
6	Мясо говяжье	1.730	1.060	0.805	0.596	1.447	2.009	1.156	0.528	0.789
7	Мясо куриное	1.620	1.117	0.697	0.660	1.519	1.975	1.024	0.494	0.932
8	Печень говяжья	1.543	0.800	0.439	0.470	0.903	1.295	0.987	0.345	0.845
9	Треска	1.222	0.879	0.540	0.439	0.525	1.551	0.929	0.488	0.651
10	Крупа рисовая	1.008	0.369	0.135	0.176	0.630	0.142	0.425	0.223	0.313
11	Крупа манная	0.364	0.258	0.186	0.158	0.263	0.320	0.386	0.103	0.399
12	Крупа гречневая	0.702	0.301	0.203	0.160	0.796	0.431	0.343	0.183	0.395
13	Крупа овсяная	0.672	0.302	0.137	0.234	0.453	0.384	0.384	0.198	0.363
14	Крупа пшенная	1.040	0.244	0.137	0.226	0.220	0.226	0.333	0.207	0.480
15	Крупа перловая	0.584	0.258	0.152	0.148	0.308	0.286	0.313	0.173	0.331
16	Горох	1.204	0.780	0.395	0.227	0.48	0.984	0.804	0.160	0.763
17	Мука пшеничная	0.567	0.290	0.096	0.149	0.149	0.120	0.387	0.108	0.322
18	Макарон. изделия	0.690	0.380	0.133	0.253	0.215	0.139	0.412	0.120	0.488
19	Хлеб ржаной	0.275	0.146	0.118	0.293	0.217	0.132	0.062	0.062	0.278
20	Хлеб пшеничный	0.550	0.250	0.106	0.162	0.264	0.103	0.286	0.088	0.330
21	Печенье	0.357	0.171	0.247	0.088	0.172	0.080	0.054	0.054	0.334
22	Грибы шиитаки	7.000	4.400	1.800	3.500	-	3.500	5.200	1.800	5.300

Мы включили в список продукт №22 «Грибы шиитаки».

4. Рейтинг влияющих и зависимых факторов

Для определения коэффициента коррелятивной вариации девяти аминокислот среди 22 видов продуктов необходимо провести факторный анализ [9].

Из-за отсутствия в одной клетке таблицы 1 в строке «Грибы шиитаки» измеренного значения содержания глицина вначале был проведен факторный анализ [9, с. 82-83, табл. 3.30] по девяти факторам и 21 продукту. Коэффициент коррелятивной вариации был равен 0.9985.

Все бинарные $9^2 - 9 = 72$ отношения характеризуются показательным законом

$$y = ax^b .$$

В таблице 2 приведена ***корреляционная матрица*** бинарных связей и рейтинг восьми факторов без учета глицина для 22 продуктов по данным таблицы 1.

Коэффициент коррелятивной вариации равен 0.9727, что значительно меньше 0.9985. В дальнейшем оказалось, что кроме показательного закона дополнительно учитывается биотехнический закон [5-9, 12-15] стрессового возбуждения аминокислот в зависимости друг от друга (табл. 3).

Таблица 2.

Корреляционная матрица факторного анализа без глицина и рейтинг факторов при идентификации показательным законом

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)								Сумма Σr	Место I_x
	лей-цин	изолей-цин	гисти-дин	тиро-зин	ли-зин	ва-лин	мети-онин	фенил-аланин		
Лейцин	1	0.9910	0.9550	0.9907	0.8927	0.9937	0.9842	0.9940	7.8013	4
Изолейцин	0.9896	1	0.9738	0.9918	0.9306	0.9972	0.9871	0.9909	7.8610	1
Гистидин	0.9603	0.9791	1	0.9725	0.9692	0.9716	0.9722	0.9630	7.7879	5
Тирозин	0.9838	0.9878	0.9484	1	0.8863	0.9889	0.9822	0.9910	7.7684	6
Лизин	0.9163	0.9518	0.9726	0.9575	1	0.9448	0.9449	0.9387	7.6266	8
Валин	0.9918	0.9969	0.9597	0.9922	0.9145	1	0.9860	0.9924	7.8335	2
Метионин	0.9840	0.9888	0.9668	0.9898	0.9298	0.9888	1	0.9797	7.8277	3
Фенилаланин	0.9910	0.9884	0.9446	0.9921	0.8664	0.9907	0.9708	1	7.7440	7
Сумма Σr	7.8168	7.8838	7.7209	7.8866	7.3895	7.8757	7.8274	7.8497	62.2504	-
Место I_y	6	2	7	1	8	3	5	4	-	0.9727

Таблица 3.

Корреляционная матрица факторного анализа без глицина и рейтинг факторов при идентификации показательным и биотехническим законом

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)								Сумма Σr	Место I_x
	лейцин	изолейцин	гистидин	тирозин	лизин	валин	метионин	фенилаланин		
Лейцин	1	0.9929	0.9757	0.9926	0.9549	0.9940	0.9857	0.9967	7.8925	6
Изолейцин	0.9936	1	0.9843	0.9946	0.9834	0.9986	0.9887	0.9972	7.9404	2
Гистидин	0.9869	0.9923	1	0.9918	0.9903	0.9903	0.9921	0.9960	7.9397	3
Тирозин	0.9844	0.9889	0.9665	1	0.9533	0.9889	0.9856	0.9938	7.8614	8
Лизин	0.9887	0.9947	0.9925	0.9935	1	0.9945	0.9873	0.9941	7.9453	**1**
Валин	0.9935	0.9981	0.9817	0.9947	0.9849	1	0.9885	0.9961	7.9375	4
Метионин	0.9922	0.9906	0.9797	0.9945	0.9710	0.9923	1	0.9929	7.9132	5
Фенилаланин	0.9920	0.9943	0.9672	0.9925	0.9548	0.9932	0.9750	1	7.8690	7
Сумма Σr	7.9313	7.9518	7.8476	7.9542	7.7926	7.9519	7.9029	7.9668	63.2991	-
Место I_y	5	4	7	2	8	3	6	**1**	-	0.9890

При коэффициенте коррелятивной вариации 0.9890 на первом месте среди влияющих переменных оказался лизин, а среди показателей – фенилаланин.

Таким образом, коррелятивная вариация очень чувствительна к составу аминокислот и продуктов, содержащих их. Этот факт в перспективе позволит выявить рациональные составы, структуры и функции аминокислот в разных изучаемых системах.

5. Закон связи между аминокислотами

Он выражается уравнением вида

$$y = a_1 x^{a_2} \pm a_3 x^{a_4} \exp(-a_5 x^{a_6}), \quad (2)$$

где y – содержание аминокислоты в продукте как показатель (г на 100 г продукта), x – содержание аминокислоты в продукте как влияющая переменная (г на 100 г продукта), $a_1 \ldots a_6$ – параметры модели (2), принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации в программной среде CurveExpert-1.40 (URL: http://www.curveexpert.net/).

Формула (2) показывает три типа стрессового возбуждения аминокислот при влиянии друг от друга: позитивный, нейтральный и негативный.

Нейтральный тип появляется только без грибов шиитаки, то есть при изменении содержания аминокислот от 0 до 2 (максимум 2.009 для мяса говяжьего).

№ п/п	Продукт	Лейцин	Изолейцин	Гистидин	Тирозин	Глицин	Лизин	Валин	Метионин	Фенилаланин
6	Мясо говяжье	1.730	1.060	0.805	0.596	1.447	2.009	1.156	0.528	0.789
7	Мясо куриное	1.620	1.117	0.697	0.660	1.519	1.975	1.024	0.494	0.932

Максимумы концентрации девяти аминокислот без грибов шиитаки находятся в двух продуктов – мясе говяжьем и мясе курином. В интервале содержания аминокислот от 2 до 7 в таблице 1 отсутствуют виды продуктов (кроме грибов). Поэтому нужно дополнить список и таблицы 1 новыми продуктами.

В интервале концентрации от 0 до 7 появляются два вида поведения:

– ***позитивное поведение***, при положительном знаке перед второй составляющей формулы (2), когда с увеличением содержания влияющей аминокислоты содержание зависимой аминокислоты нарастает по биотехническому закону стрессового возбуждения;

– ***негативное поведение***, при отрицательном знаке, когда содержание зависимой аминокислоты тормозится от действия виляющей аминокислоты.

Эти два типа дают оптимумы взаимодействия незаменимых аминокислот.

6. Корреляционная матрица

Из таблицы 2 выберем бинарные отношения с коэффициентом корреляции не меньше 0.99 (табл. 4).

Таблица 4.

Корреляционная матрица сверхсильных бинарных связей показательным законом при уровне адекватности $r \geq 0{,}99$

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)				
	лейцин	изолейцин	тирозин	валин	фенилаланин
Лейцин		0.9910	0.9907	0.9937	0.9940
Изолейцин			0.9918	**0.9972**	0.9909
Тирозин					0.9910
Валин	0.9918	0.9969	0.9922		0.9924
Фенилаланин	0.9910		0.9921	0.9907	

Нейтральный тип поведения аминокислот получает всего 15 бинарных связей на уровне сверхсильной адекватности (или $100 \times 15 / 72 = 20.83\%$).

Аналогично поступим и с данными таблицы 3 (табл. 5).

В таблице 5 значительно повысилось количество сверхсильных связей, их стало 33 или 45.83%. Матрица осталась полной – по восемь строк и столбцов.

Таблица 5.

Корреляционная матрица сверхсильных бинарных связей показательным и биотехническим законом при уровне корреляции $r \geq 0{,}99$

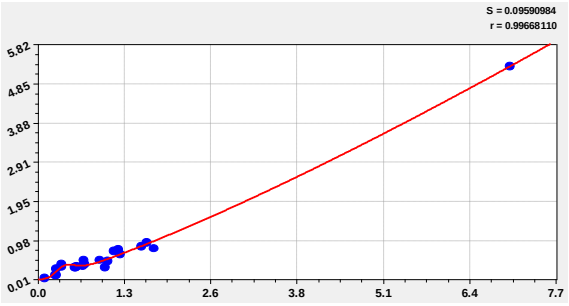
Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)							
	лейцин	изолейцин	гистидин	тирозин	лизин	валин	метионин	фенилаланин
Лейцин		0.9929		0.9926		0.9940		0.9967
Изолейцин	0.9936			0.9946		**0.9986**		0.9972
Гистидин		0.9923		0.9918	0.9903	0.9903	0.9921	0.9960
Тирозин								0.9938
Лизин		0.9947	0.9925	0.9935		0.9945		0.9941
Валин	0.9935	0.9981		0.9947				0.9961
Метионин	0.9922	0.9906		0.9945		0.9923		0.9929
Фенилаланин	0.9920	0.9943		0.9925		0.9932		

Однако поведение биологических объектов характеризуется, дополнительно к тренду (2) колебательной адаптацией [6, 7, 13, 15]. Чтобы идентифицировать вейвлет-сигналы от поведения аминокислот при взаимном влиянии, необходимо значительно расширить таблицу 1 также заменимыми аминокислотами.

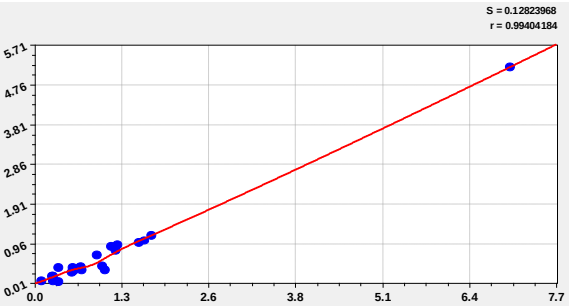
Особенно нужно обратить внимание на виды продуктов, дающих концентрацию от 2 до 7.

7. Графики бинарных связей

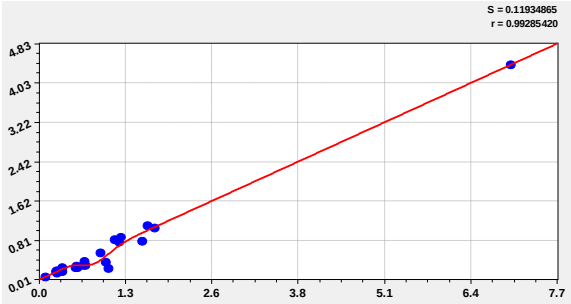
Влияние каждой незаменимой аминокислоты на концентрацию других аминокислот показано четырьмя графиками, которые на рисунках расставлены по убыванию коэффициента корреляции. Из 72 графиков в статье показано всего 32 графика (рис. 1-8). Они дают наглядное представление о вариациях формулы (2). При этом вторая составляющая общей модели (2) показывает разный ***уровень приспособляемости*** (позитивный или негативный) зависимой от влияющей аминокислоты по коэффициенту приспособляемости.



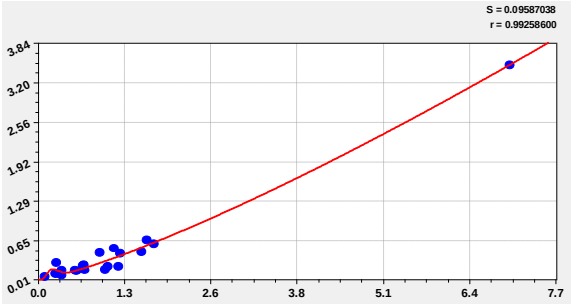
1) влияние на фенилаланин 0.9967



2) влияние на изменение валина 0.9940

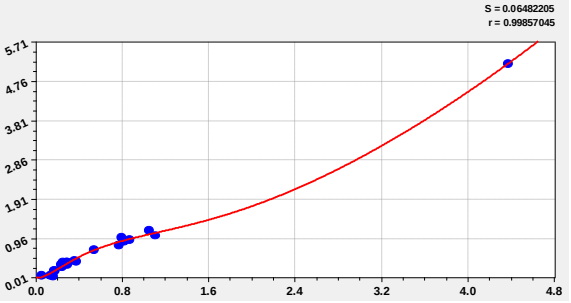


3) влияние на изменение изолейцина 0.9929

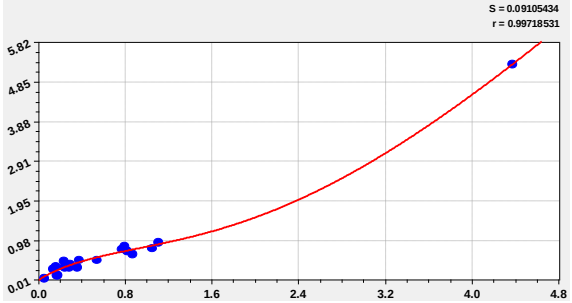


4) влияние на изменение тирозина 0.9926

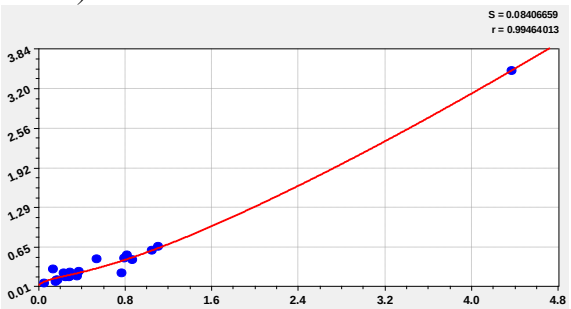
Рисунок 1. Графики влияния лейцина на другие незаменимые аминокислоты (в правом верхнем углу: S - дисперсия; r - коэффициент корреляции)



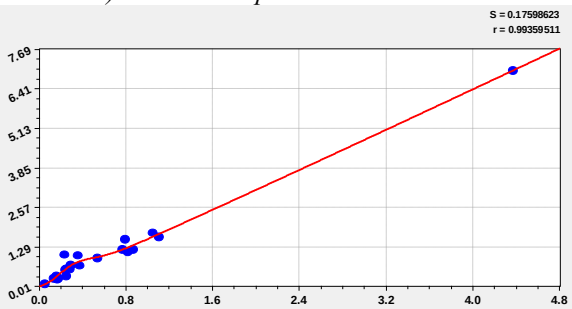
1) влияние на изменение валина 0.9986



2) влияние на фенилаланин 0.9972



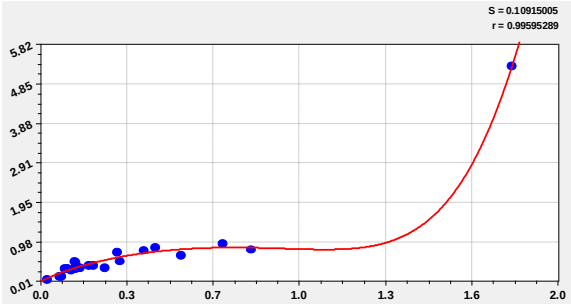
3) влияние на изменение тирозина 0.9946



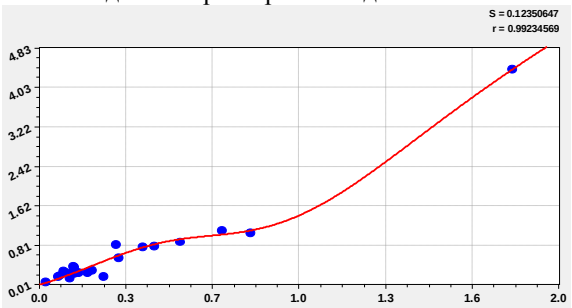
4) влияние на изменение лейцина 0.9936

Рисунок 2. Графики влияния изолейцина на другие незаменимые аминокислоты

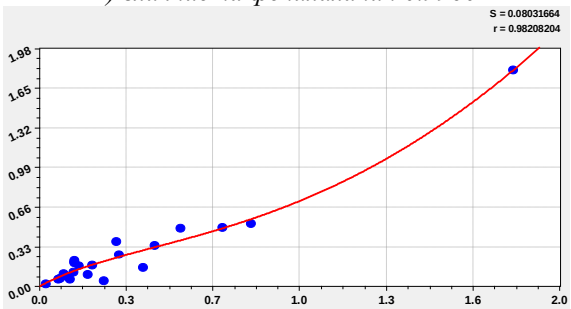
На графиках позитивный тип поведения незаменимых аминокислот показывается как выпуклая кривая, а негативный тип поведения – как вогнутая кривая. По влиянию гистидина и метионина можно оценить минимальный интервал концентрации незаменимой аминокислоты при нейтральном типе. Как видно из графиков на рисунке 3, нейтральный тип поведения характерен от 0 до 0.5.



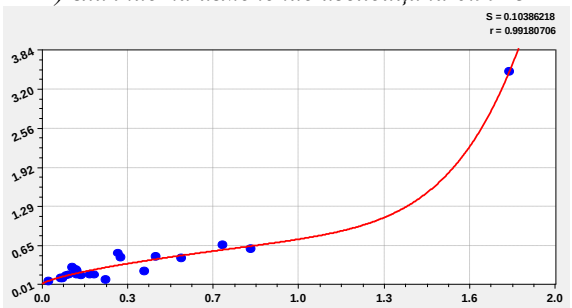
1) влияние на фенилаланин 0.9960



2) влияние на изменение изолейцина 0.9923

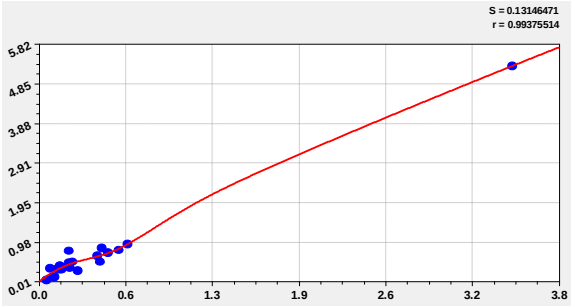


3) влияние на изменение метионина 0.9921

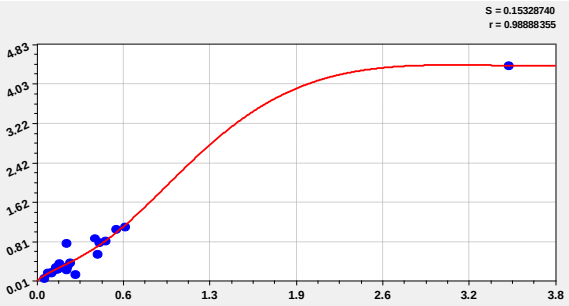


4) влияние на изменение тирозина 0.9918

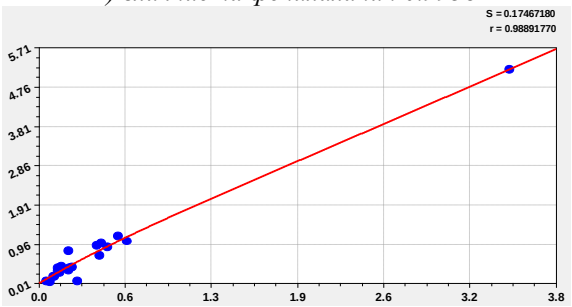
Рисунок 3. Графики влияния гистидина на другие незаменимые аминокислоты



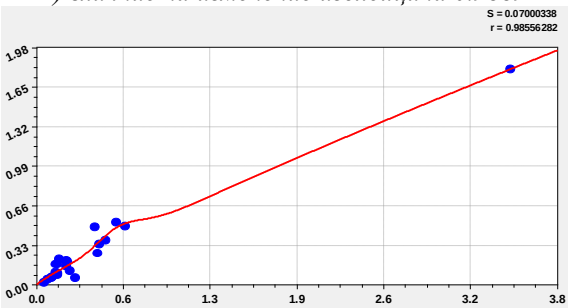
1) влияние на фенилаланин 0.9938



2) влияние на изменение изолейцина 0.9889



3) влияние на изменение валина 0.9889

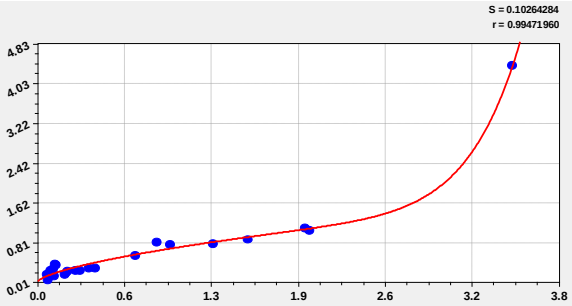


4) влияние на изменение метионина 0.9856

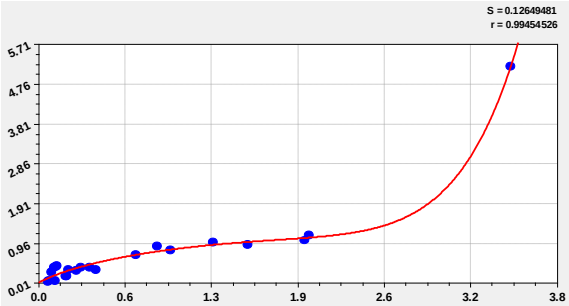
Рисунок 4. Графики влияния тирозина на другие незаменимые аминокислоты

Выпуклость или вогнутость графика имеет разную длину по оси абсцисс. Очевидно, что дополнение списка из таблицы 1 дополнительными продуктами, имеющими концентрацию аминокислоты в пределах от 2 до 7, позволит уточнить параметры модели (2) и дополнить волновой функцией.

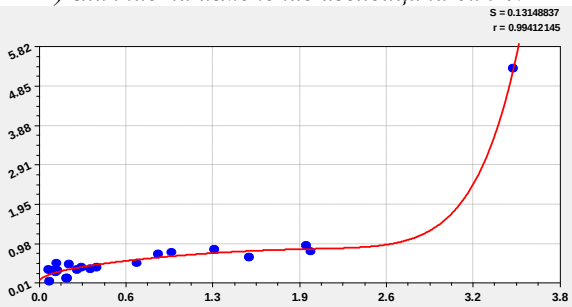
Однако, по нашему мнению, характер (конструкция) (2) от расширения списка продуктов не изменится.



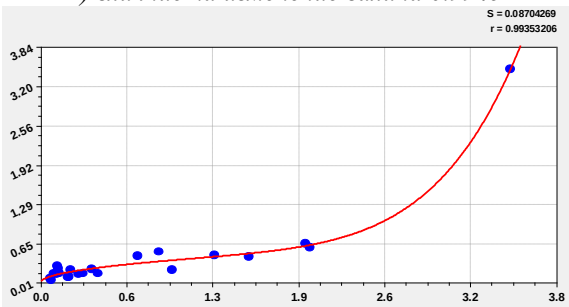
1) влияние на изменение изолейцина 0.9947



2) влияние на изменение валина 0.9945



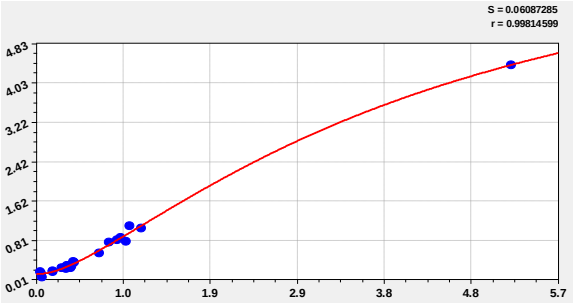
3) влияние на фенилаланин 0.9941



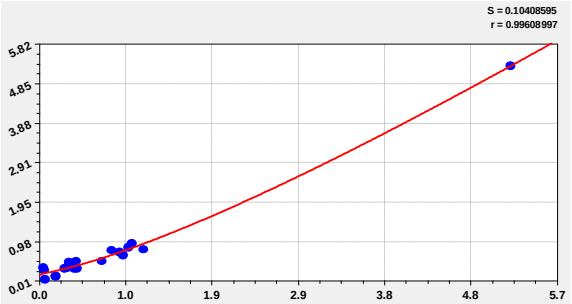
4) влияние на изменение тирозина 0.9935

Рисунок 5. Графики влияния лизина на другие незаменимые аминокислоты

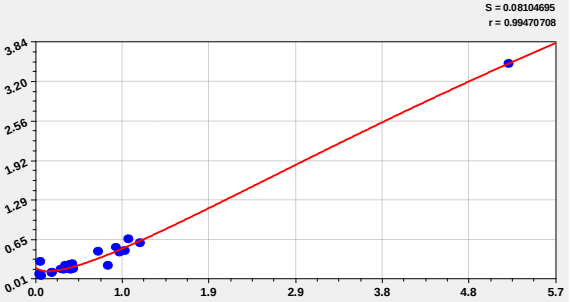
Графики влияния лизина на другие аминокислоты имеют вогнутый вид, что относит их к негативному влиянию. При этом наблюдается крутой характер подъема кривых, причем более пяти раз после концентрации лизина 2.5-2.8.



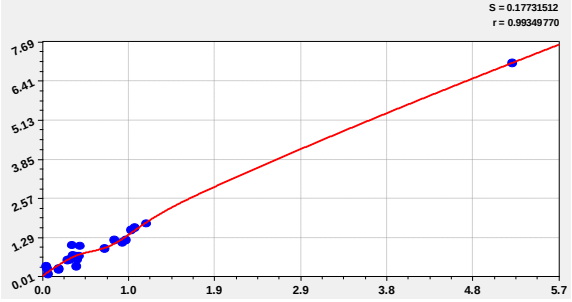
Влияние на изменение изолейцина 0.9981



Влияние на фенилаланин 0.9961

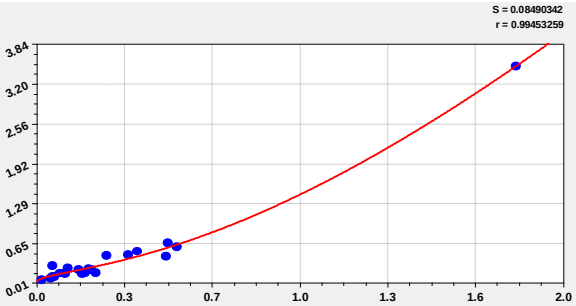


Влияние на изменение тирозина 0.9947

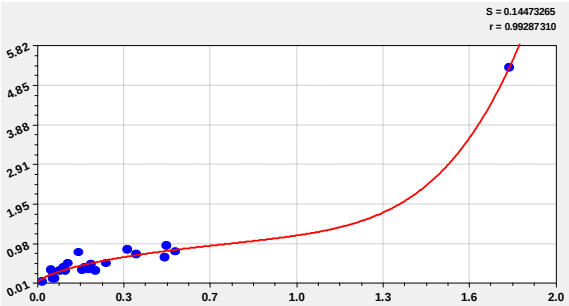


Влияние на изменение лейцина 0.9935

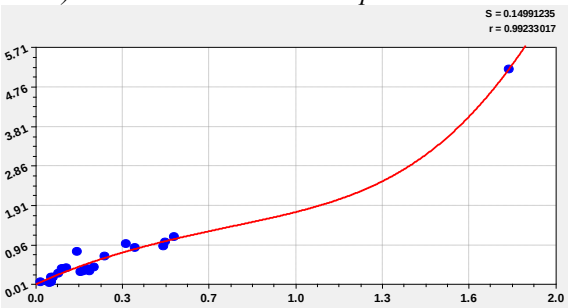
Рисунок 6. Графики влияния валина на другие незаменимые аминокислоты



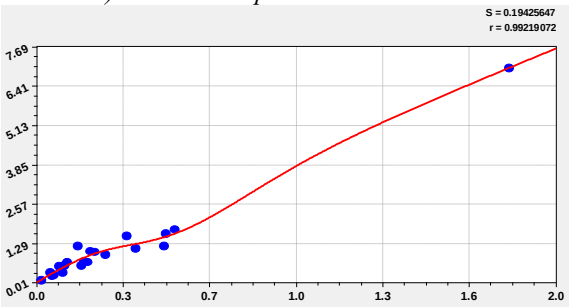
1) влияние на изменение тирозина 0.9945



2) влияние на фенилаланин 0.9929



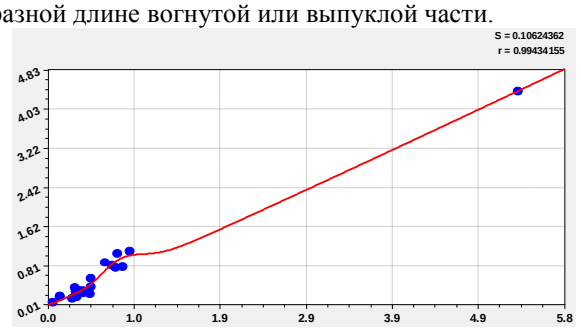
3) влияние на изменение валина 0.9923



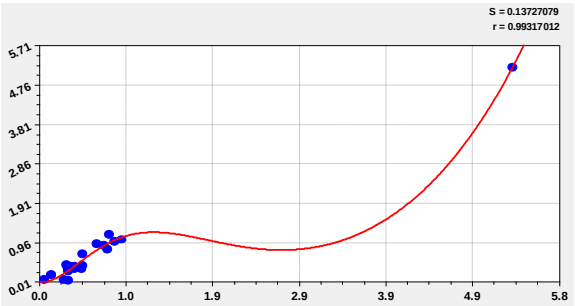
4) влияние на изменение лейцина 0.9922

Рисунок 7. Графики влияния метионина на другие незаменимые аминокислоты

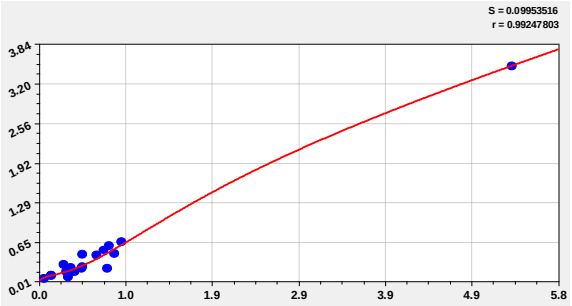
На рисунке 7 хорошо видно разнонаправленное влияние метионина на другие аминокислоты по разной длине вогнутой или выпуклой части.



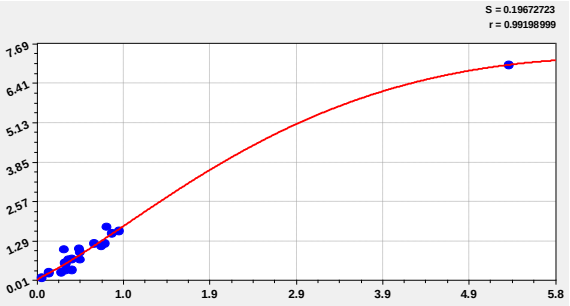
1) влияние на изменение изолейцина 0.9943



2) влияние на изменение валина 0.9932



3) влияние на изменение тирозина 0.9925



4) влияние на изменение лейцина 0.9920

Рисунок 8. Графики влияния фенилаланина на другие незаменимые аминокислоты

Например, позитивное влияние фенилаланина на изменение изолейцина наблюдается на коротком отрезке абсцисс от 0.3 до 1.3. Но влияние фенилаланина на изменение лейцина наблюдается на всем протяжении оси абсцисс.

8. Параметры двухчленной модели

Параметры модели (2) даны в таблице 6. при записи используется позитивная форма уравнения (2). Тогда негативный тип легко определяется по отрицательному знаку перед параметром модели a_3.

Таблица 6.

Параметры законов взаимного влияния незаменимых аминокислот

Влияющая переменная	Зависимый показатель	Закономерность $y = a_1 x^{a_2} + a_3 x^{a_4} \exp(-a_5 x^{a_6})$					
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
ЛЕЙЦИН	**ИЗОЛЕЙЦИН**	**0.62905**	0.99985	-6.22460e8	18.71644	22.22097	1
	ГИСТИДИН	0.46897	0.69905	-203.9818	5.54825	6.84333	1
	ТИРОЗИН	0.31097	1.24392	1581527.7	6.39206	30.05027	1
	ЛИЗИН	1.76396	0.36696	-10.59470	1.39906	2.30544	1
	ВАЛИН	0.64740	1.07056	-2.25214e9	20.99985	24.13061	1
	МЕТИОНИН	0.48396	0.67505	-0.29303	0.55052	0.23317	1.99910
	ФЕНИЛАЛАНИН	0.49792	1.21483	9595683.7	9.34738	22.79351	1
ИЗОЛЕЙЦИН	**ЛЕЙЦИН**	1.52478	1.02860	9999.058	5.12916	14.70289	1
	ГИСТИДИН	0.72596	0.61893	-14.41016	2.32975	4.77636	1
	ТИРОЗИН	0.53135	1.27240	0.28389	0.53468	2.90970	0.96123
	ЛИЗИН	0.38710	0.49498	1180.425	5.57652	6.79209	0.50461
	ВАЛИН	0.45360	1.64113	110.61568	2.64866	5.26502	0.54772
	МЕТИОНИН	0.47411	0.90274	-5.01711e9	17.79059	26.41250	1
	ФЕНИЛАЛАНИН	1.82668	1.01048	-1.62256	1.77226	0.47849	0.98417
ГИСТИДИН	**ЛЕЙЦИН**	27.41879	0.87946	-25.49275	0.90894	0.0024500	6.46573
	ИЗОЛЕЙЦИН	2.37692	1.13214	-1461.648	7.62827	7.35461	1
	ТИРОЗИН	13.24185	0.71994	-12.51376	0.72283	0.0021289	7.06274
	ЛИЗИН	1.84717	1.08523	18030.334	6.91718	11.01985	1
	ВАЛИН	2.68511	1.12890	-196399.8	10.54932	12.37680	1
	МЕТИОНИН	3.80692	1.14221	-3.87156	1.34613	0.22711	1.01776
	ФЕНИЛАЛАНИН	9.10329	1.11668	-8.35584	1.28670	0.0058888	7.06020
ТИРОЗИН	**ЛЕЙЦИН**	2.59556	0.79268	-3.75738	2.23306	2.86196	1
	ИЗОЛЕЙЦИН	1.12082	0.78105	501.15485	5.56113	6.29215	0.56901
	ГИСТИДИН	0.27432	0.36988	10.20796	3.95035	1.99234	0.99868
	ЛИЗИН	1.19035	0.86085	33729.083	8.35215	0.24870	1
	ВАЛИН	1.51279	0.98152	0.43938	1.04759	1.13609	1
	МЕТИОНИН	0.59313	0.88555	6.42624e8	15.23516	24.55075	1
	ФЕНИЛАЛАНИН	1.76155	0.87936	-954.86339	5.43980	8.87500	1
ЛИЗИН	**ЛЕЙЦИН**	0.00075787	7.01566	1.14549	0.45402	0	0
	ИЗОЛЕЙЦИН	1.36349e-5	9.78172	-0.70109	0.62975	0.00085077	1
	ГИСТИДИН	10.01954	0.35029	-9.79594	0.35070	0.012317	1.67629
	ТИРОЗИН	0.0015120	6.01054	0.38061	0.46654	0	0
	ВАЛИН	43.74284	1.05348	-42.92471	1.06386	2.82820e-6	7.29991
	МЕТИОНИН	0.0023803	4.95210	0.30405	0.56965	0	0

Влияющая переменная	Зависимый показатель	Закономерность $y = a_1 x^{a_2} + a_3 x^{a_4} \exp(-a_5 x^{a_6})$					
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
	ФЕНИЛАЛАНИН	6.48222e-6	10.79484	0.67506	0.45753	0.0070620	3.91832
ВАЛИН	**ЛЕЙЦИН**	1.68957	0.86202	-117442.4	10.37155	13.19709	1
	ИЗОЛЕЙЦИН	8.89512	0.31783	-3.15020	0.37852	0.47580	1
	ГИСТИДИН	0.39220	0.92312	1.52857e9	30.20624	22.94088	1
	ТИРОЗИН	5.55544	0.19325	-5.74250	0.21851	0.13204	1
	ЛИЗИН	0.25082	0.32497	2549189.8	8.13192	14.52145	0.37751
	МЕТИОНИН	0.28301	0.65777	0.80760	5.65024	1.75757	1
	ФЕНИЛАЛАНИН	24.03443	0.29124	-23.90412	0.29549	0.028464	1
МЕТИОНИН	**ЛЕЙЦИН**	4.09975	0.91089	-10326.19	6.26159	10.67398	1
	ИЗОЛЕЙЦИН	2.73865	0.86374	-11.08877	1.73777	3.36038	0.78234
	ГИСТИДИН	0.50538	0.54222	40603.795	10.31218	9.20729	1
	ТИРОЗИН	8.66195	0.51160	-8.30592	0.51879	0.14181	1.36907
	ЛИЗИН	1.28140	0.76009	32657.836	6.21189	9.37323	0.63848
	ВАЛИН	6.11986	1.09075	-4.51311	1.31031	0.036284	4.15755
	ФЕНИЛАЛАНИН	11.68668	0.79065	-10.57130	0.82831	0.0067570	6.19146
ФЕНИЛАЛАНИН	**ЛЕЙЦИН**	0.49906	0.54080	1.69424	1.51814	0.24648	1
	ИЗОЛЕЙЦИН	0.78238	1.03541	1492111.7	13.06361	15.57889	1
	ГИСТИДИН	0.15533	0.44260	3.56380	3.23930	1.77093	0.75946
	ТИРОЗИН	0.97692	0.76653	-4.16141	1.55679	2.59353	0.73740
	ЛИЗИН	0.56678	1.09143	630.15239	6.90628	6.09093	1
	ВАЛИН	0.0046610	4.20571	7.63182	2.40205	1.91020	1
	МЕТИОНИН	0.35060	0.98095	1886.0969	8.08271	9.83812	1

Тогда можно классифицировать (табл. 7) три типа поведения незаменимых аминокислот (код: 1 – позитивный; 0 – нейтральный; -1 – негативный).

Таблица 7.

Характер поведения незаменимых аминокислот

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)								Сумма кодов	Место
	лейцин	изолейцин	гистидин	тирозин	лизин	валин	метионин	фенилаланин		
Лейцин	0	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-3	5
Изолейцин	1	0	-1	1	1	1	-1	-1	1	3
Гистидин	-1	-1	0	-1	1	-1	-1	-1	-5	6
Тирозин	-1	1	1	0	1	1	1	-1	3	2
Лизин	1	-1	-1	1	0	-1	1	1	1	3
Валин	-1	-1	1	-1	1	0	1	-1	-1	4
Метионин	-1	-1	1	-1	1	-1	0	-1	-3	5
Фенилаланин	1	1	1	-1	1	1	1	0	5	1
Сумма кодов	-1	-3	1	-1	5	-1	1	-3	-2	-
Место	3	4	2	3	1	3	2	4	-	-

По-видимому, для наиболее полной системы аминокислот общая сумма кодов будет приближаться к нулю. Как переменная по позитивному влиянию на первом месте – фенилаланин, а среди зависимых показателей – лизин.

9. Добротность исходных данных и рейтинг продуктов

Табличная модель – это добротная и относительно полная таблица исходных данных для статистического моделирования идентификацией устойчивых законов и закономерностей. Добротность понимается как достоверность чисел, первичность показателей (в факторном анализе вначале не допускаются вторичные, полученные расчетами, параметры), системность описания объекта исследования по учитываемому множеству параметров.

Проверим исходные данные таблицы 1 на добротность.

У любых факторов есть векторная ориентация и возможны два поведения:

а) лучше больше по вектору «лучше $\rightarrow$ хуже», ранг $R = 0$ дается максимуму, и ранжирование выполняется по убыванию значений фактора;

б) лучше меньше, поэтому ранг $R = 0$ дается минимуму, и ранжирование выполняют по возрастанию значений фактора.

Из гипотезы – чем больше содержание любой незаменимой аминокислоты в любом продукте, тем лучше – принимается первый вариант вектора поведения.

Ранжируем каждую аминокислоту из таблицы 1 в Excel в программе РАНГ. В функции =РАНГ(E3;E$3:E$24;0) приняты обозначения: E – идентификатор столбца; E3, E$3 – первая строка; E$24 – последняя строка таблицы 1; $0 \vee 1$ – ранжирование по убыванию (0) или возрастанию (1).

В итоге получаем распределение мест I по убыванию показателя (табл. 8).

Таблица 8.

Рейтинг продуктов по содержанию незаменимых аминокислот

№ п/п	Продукт	Лейцин	Изолейцин	Гистидин	Тирозин	Лизин	Валин	Метионин	Фенилаланин	Сумма рангов $\sum R$	Место продукта I
1	Молоко женское	21	21	21	21	20	19	21	21	165	21
2	Молоко коровье	18	17	19	18	13	17	17	20	139	19
3	Кефир	20	18	20	19	14	18	18	19	146	20
4	Творог	9	7	6	5	7	7	6	7	54	8
5	Яйцо куриное	6	4	7	3	6	5	4	5	40	6
6	Мясо говяжье	1	2	1	2	1	1	1	3	12	2
7	Мясо куриное	2	1	2	1	2	2	2	1	13	3
8	Печень говяжья	3	5	4	4	4	3	5	2	30	4
9	Треска	4	3	3	6	3	4	3	6	32	5
10	Крупа рисовая	8	9	14	12	15	8	7	17	90	13
11	Крупа манная	16	13	10	15	10	11	15	10	100	14
12	Крупа гречневая	10	11	9	14	8	13	10	11	86	10
13	Крупа овсяная	12	10	12	9	9	12	9	12	85	9
14	Крупа пшенная	7	16	12	11	12	14	8	9	89	12
15	Крупа перловая	13	13	11	17	11	15	11	14	105	15
16	Горох	5	6	5	10	5	6	12	4	53	7
17	Мука пшеничная	14	12	18	16	18	10	14	16	118	16
18	Макарон. изделия	11	8	15	8	16	9	13	8	88	11
19	Хлеб ржаной	19	20	16	7	17	20	19	18	136	18
20	Хлеб пшеничный	15	15	17	13	19	16	16	15	126	17
21	Печенье	17	19	8	20	21	21	20	13	139	19
22	Грибы шиитаки	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Три места в рейтинге заняли продукты: грибы, мясо говяжье и куриное.

Рейтинг в таблице 8 определяется местами I. Самое лучшее теоретическое первое место получится, если $\sum R = 0$. Тогда получается, что грибы шиитаки во множестве продуктов по данным таблицы 1 получают теоретически возможное первое место. Для второго места сумма рангов равна 12. Далее можем места I брать за объясняющую переменную, а сумму рангов $\sum R$ из таблицы 8 за показатель.

После идентификации общей формулы тренда [9] получена (рис. 9) формула

$$\sum R = 10.25609(I-1)^{0.90719}. \qquad (3)$$

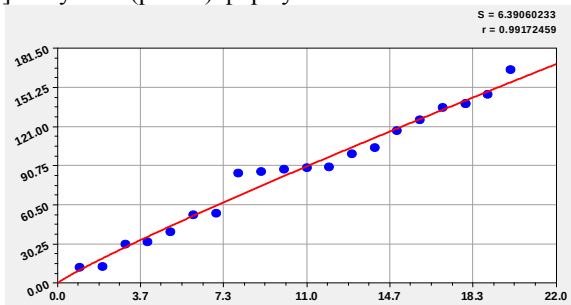
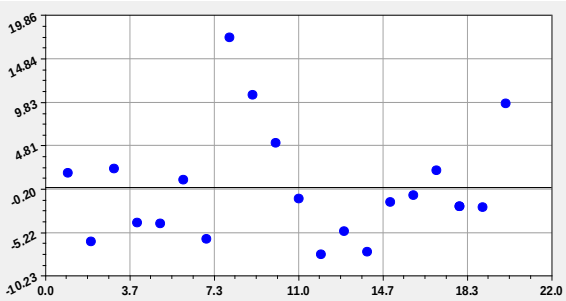


График по модели (3)



Остатки после модели (3)

Рисунок 9. Графики рейтинга продуктов из данных таблицы 1

Остатки после (3) показывают, что дополнительно к тренду возможна волновая функция. Половина амплитуды достигает доли 100×17.3524 / 85 = 20.41%. В статье колебательную адаптацию не рассматриваем, так как нужна таблица для всех 20 аминокислот. Каждую аминокислоту из восьми рассмотрим отдельно.

10. Ранговые распределения аминокислот

Для статистического моделирования ранги R должны начинаться с нуля, причем ранговые распределения подчиняются экспоненциальному закону (роста или гибели).

После идентификации обобщенного тренда [9] получены (рис. 10) формулы:

- ранговое распределение лейцина

$$L = 6.99985\exp(-0.0069383R_L) - 5.16790R_I^{\,0.044232}; \qquad (4)$$

- ранговое распределение изолейцина

$$I = 4.39916\exp(-0.00062254R_I) - 3.16653R_I^{\,0.097771} \qquad 5)$$

- ранговое распределение гистидина

$$H = 1.79477\exp(-0.72614R_H^{\,0.48719}) \qquad (6)$$

- ранговое распределение тирозина

$$Y = 3.49967 - 2.78248R_Y^{\,0.068084} \qquad (7)$$

- ранговое распределение лизина

$$K = 3.47649\exp(0.021832R_K) - 1.31631R_K^{\,0.50137}\exp(-0.0056940R_K) \qquad (8)$$

- ранговое распределение валина

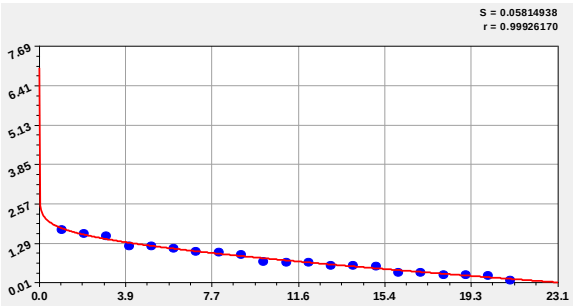
$$V = 5.20003\exp(-2.89763R_V) + 2.56943R_V^{\,0.99053}\exp(-1.08777R_V^{\,0.56874}); \qquad (9)$$

- ранговое распределение метионина

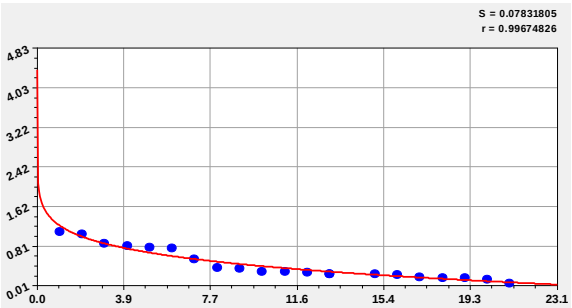
$$M = 1.79957\exp(-0.00098714R_M) - 1.21781R_M^{\,0.11680}; \qquad (10)$$

- ранговое распределение фенилаланина

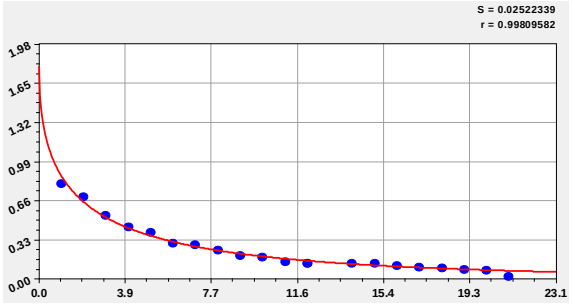
$$F = 5.29876 - 4.23519R_F^{\,0.061528}. \qquad (11)$$



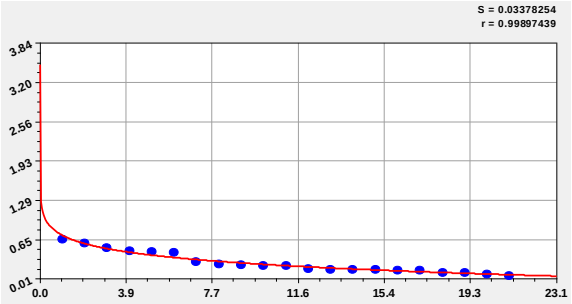
лейцина



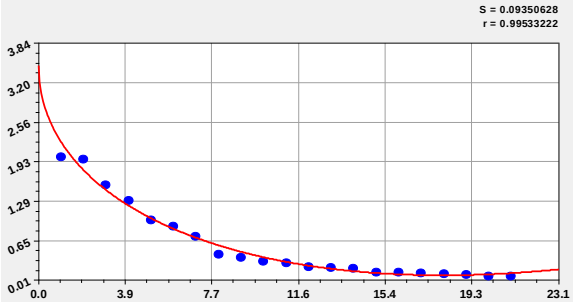
изолейцина



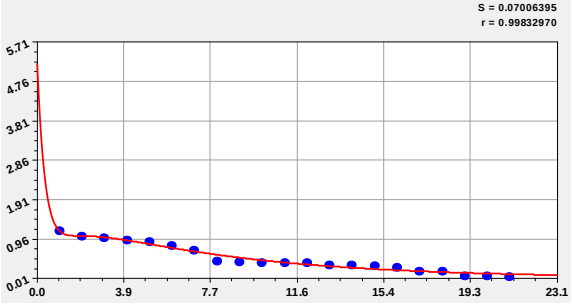
гистидина



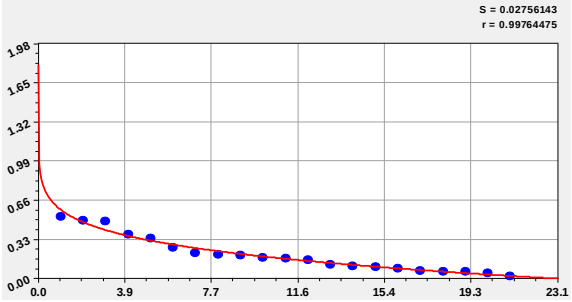
тирозина



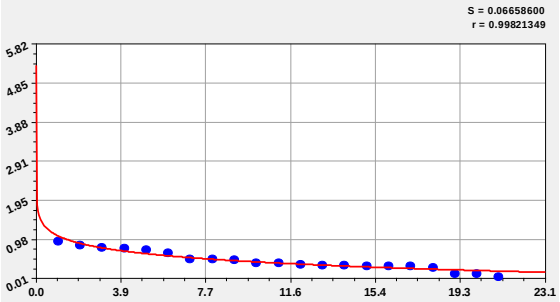
лизина



валина



метионина



фенилаланина

Рисунок 10. Графики ранговых распределений незаменимых аминокислот

Сумму квадратов отклонений от уравнений бинарных и монарных (по рангам) отношений между восемью незаменимыми аминокислотами запишем в матрицу дисперсий (табл. 9).

Как влияющая переменная на первом месте по минимуму суммы дисперсий оказался изолейцин, а среди зависимых показателей – метионин.

Таблица 9.

Матрица дисперсий остатков после полного факторного анализа и рейтинг факторов при идентификации показательным и биотехническим законом

Влияющие факторы (параметры x)	Зависимые факторы (показатели y)								Сумма ΣS	Место I_x^S
	лейцин	изолейцин	гистидин	тирозин	лизин	валин	метионин	фенилаланин		
Лейцин	0,0581	0,1193	0,0947	0,0959	0,2976	0,1282	0,0718	0,0959	0,9615	4
Изолейцин	0,1760	0,0783	0,0764	0,0841	0,1583	0,0648	0,0621	0,0911	0,7911	1
Гистидин	0,2593	0,1325	0,0252	0,1039	0,1344	0,1631	0,0803	0,1092	1,0079	5
Тирозин	0,2666	0,1533	0,1144	0,0338	0,2926	0,1747	0,0700	0,1315	1,2369	8
Лизин	0,2463	0,1026	0,0545	0,0870	0,0935	0,1265	0,0639	0,1315	0,9058	3
Валин	0,1773	0,0609	0,0823	0,0810	0,1728	0,0701	0,0624	0,1041	0,8109	2
Метионин	0,1943	0,1407	0,0867	0,0849	0,2389	0,1499	0,0276	0,1447	1,0677	6
Фенилаланин	0,1967	0,1062	0,1132	0,0995	0,2879	0,1373	0,0919	0,0666	1,0993	7
Сумма ΣS	1,5746	0,8938	0,6474	0,6701	1,6760	1,0146	0,5300	0,8746	7,8811	-
Место I_y^S	7	5	2	3	8	6	1	4	-	0.1231

Средняя дисперсия для всех $8^2 = 64$ клеток матрицы равна $\overline{D} = 0.1231$.

11. Заключение

Мы распространили принцип коррелятивной вариации не только на организмы по Ч. Дарвину, но и на популяции (в статье популяция из восьми аминокислот) и даже на любые биологические, биотехнические и технические системы [9]. Этот принцип позволяет сравнивать по функциональной связности разнородные системы по одному или некоторому множеству факторов.

Коэффициент коррелятивной вариации, как обобщенный критерий для сравнения разных множеств однородных биологических объектов, получает очень высокое значение. Например, для популяции генов [6, 13] был получен коэффициент коррелятивной вариации не менее 0.9999.

В примере данной статьи уровень адекватности для множества из восьми незаменимых аминокислот равен не меньше 0.99. Тем самым появляется возможность в будущем создания наиболее полной таблицы содержания и других показателей для системы из 20 аминокислот и сотен объектов, включая и продукты.

Функциональная связность между незаменимыми аминокислотами оказалась сверхсильной и она подчиняется простой формуле двухчленного тренда, содержащего показательный и биотехнический законы. Отсутствие второго члена определяет нейтральный тип поведения, а знаки при наличии второго члена характеризуют позитивный (+) или негативный (-) тип поведения аминокислот в изучаемой системе продуктов. Для выявления эффекта колебательной адаптации незаменимых аминокислот друг к другу в каких-то наборах продуктов нужны более точные (с погрешностью измерений, меньшей на порядок) данные.

Список литературы

1. Геном человека. URL: http://buology.narod.ru/index/0-2 (Дата обращения 09.09.2017).

2. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Л.: Наука, 1991. 539 с.

3. Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Гос. изд. с.-х. лит., 1954. 680 с.

4. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. Том 1. М.-Л.: АН СССР, 1959. С. 7-263.

5. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 336 с.

6. Мазуркин П.М. Идентификация волнового поведения генов // Матер. научно-практ. конф. «Математическое моделирование в области клеточной биологии, биохимии и биофизики» 25-26 ноября 2014 г. Тольятти: ТГУ, 2014. С. 43-52. Doi 10.18411/d-2016-113.

7. Мазуркин П.М. Коррелятивная вариация. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. 56 с. Doi 10.18411/d-2016-095.

8. Мазуркин П.М. Решение 23-ой проблемы Гильберта Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики. Матер. 3-й научно-прак. internet-конф. Ульяновск: SIMJET, 2014. С 269-277. Doi 10.18411/d-2016-119.

9. Мазуркин П.М. Экономико-статистическое моделирование: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 276 с.

10. Уемов А.И. Вещи, свойства и отношения. М.: АН СССР, 1963. 184 с.

11. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. Калуга, 1924. 72 с.

12. Mazurkin, P.M. Method of identification. (2014). International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 1 (6), pp. 427-434. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946541076&partnerID=40&md5=72a3fcce31b20f2e63e4f23e9a8a40e3.

13. Mazurkin, P.M. Identification of the wave patterns of behavior. (2014). International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 1 (6), pp. 373-380.

https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946550468&partnerID=40&md5=0fd8f91ed5b1f0592fc587e5ffb14e51.

14. P.M. Mazurkin. Invariants of the Hilbert Transform for 23-Hilbert Problem, Advances in Sciences and Humanities. Vol. 1, No. 1, 2015, pp. 1-12. Doi 10.11648/j.ash.20150101.11.

15. P.M. Mazurkin. Wavelet Analysis Statistical Data. *Advances in Sciences and Humanities*. Vol. 1, No. 2, 2015, pp. 30-44. Doi 10.11648/j.ash.20150102.11.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ КОЛЕБАНИЙ МАССЫ ЛЕДНИКОВ НА ЗЕМЛЕ

Мазуркин Петр Матвеевич
Докт. техн. наук, проф.,
Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия

IDENTIFICATION OF REGULARITY OF VIBRATIONS OF GLASS MASS ON THE EARTH

Mazurkin Peter Matveevich
Doc. tech. Sciences, Prof.,
Volga State Technological University,
Yoshkar-Ola, Russia

Аннотация.

Метод идентификации показан на примере табличных данных измерений шести параметров подгруппы ЕЕЕ по колебаниям в 2013 году у баланса массы 2528 ледников Земли. Получены уравнения тренда и колебательных возмущений на основе устойчивых законов по обобщенной волновой функции в виде асимметричного вейвлет-сигнала с переменными амплитудой и периодом колебания. Графики составляющих обобщенной модели вейвлет-сигнала позволяют наглядно увидеть картину взаимного влияния всех шести параметров подгруппы ЕЕЕ у колебаний массы ледников. По выявленным уравнениям можно провести амплитудно-частотный анализ.

Abstract.

The method of identification is shown on the example of tabular data of measurements of six parameters of subgroup of EEE on fluctuations in 2013 at balance

of mass of 2528 glaciers of Earth. The equations of a trend and oscillatory indignations

on the basis of steady laws on the generalized wave function in the form of an asymmetric wavelet signal with variables of amplitude and the period of fluctuation are received. Schedules of components of the generalized model of a wavelet signal allow to see visually a picture of mutual influence of all six parameters of subgroup of EEE at fluctuations of mass of glaciers. On the revealed equations it is possible to carry out the amplitude-frequency analysis.

Ключевые слова: ледники, колебание, баланс массы, факторы, закономерности

Keywords: glaciers, fluctuation, balance of weight, factors, regularities

1. Введение

Мы придерживаемся концепции Декарта о необходимости применении алгебраического уравнения общего вида напрямую как конечного математического решения неизвестных дифференциальных или интегральных уравнений.

Для такого обобщения был предложен новый класс волновых функций [1-8, 10-12].

Условиям физического существования явлений и процессов наиболее полно удовлетворяет ***асимметричная вейвлет-функция*** вида

$$y = \sum_{i=1}^{m} y_i \,,$$

$$y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}} \exp(-a_{8i} x^{a_{9i}}) - a_{10i}) \,, \qquad (1)$$

где y – показатель (зависимый фактор), i – номер составляющей модели (17), m – количество членов в модели (1), x – объясняющая переменная (влияющий фактор), $a_1 \ldots a_{10}$ – параметры, принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации (URL: http://www.curveexpert.net/) по мере увеличения коэффициента корреляции при наращивании количества составляющих статистической модели (1).

Сигнал – это материальный носитель информации. А информация нами понимается как ***мера взаимодействия***. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен. Так, например, ряд простых чисел известен несколько тысяч лет, но суть его как множества сигналов до сих пор не была раскрыта [12].

Сигналом может быть любой физический процесс или его часть. Получается, что изменение множества неизвестных сигналов давно известно, например, через ряды гидрометеорологических измерений во многих точках планеты. Однако до сих пор нет статистических моделей динамики глобальной температуры и других параметров земной среды.

В большинстве случаев для идентификации искомых закономерностей по известным табличным моделям достаточна усеченная конструкция (по формуле частоты колебания) асимметричного вейвлета [10-12] типа

$$y = \sum_{i=1}^{m} y_i ,$$

$$y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i}) , \quad (2)$$

где y - показатель (зависимый фактор), $y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i})$, i - номер составляющей модели (2), m - количество членов в модели (2), x - объясняющая переменная (влияющий фактор), $a_1 ... a_8$ - параметры, принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации формулы (2), $A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}})$ - амплитуда (половина) асимметричного вейвлета (ось y), $p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}$ - полупериод волны колебательного возмущения (ось x).

По формуле (2) с двумя ***фундаментальными физическими постоянными*** e (число Непера или число времени) и π (число Архимеда или число пространства) образуется изнутри изучаемого явления и/или процесса ***квантованный вейвлет-сигнал***.

Понятие вейвлет-сигнала позволяет абстрагироваться от физического смысла статистических рядов измерений (в общем случае не только динамических рядов, но и любых других бинарных отношений между факторами) и рассматривать их аддитивное разложение на отдельные составляющие в виде вейвлетов.

2. Исходные данные для статистического моделирования

В геоэкологии нами рассматриваются разные виды природных объектов [6], и среди них, несомненно, важное место занимают ледники, как регуляторы климата. В статье закономерности распределения ледников за 2013 год даны впервые.

По исходным данным [9] в таблице 1 показан фрагмент матрицы, включающей шесть факторов (идентификаторы приняты по оригиналу).

Таблица 1.

Матрица исходных данных параметров ледников для статистического моделирования

№ п/п	Широта EEE6, град	Долгота EEE7, град	Высота EEE8 над уровнем моря, м	Зимний баланс массы EEE9, мм	Летний баланс массы EEE10, мм	Годовой баланс массы EEE11, мм
1			100			100
2			398			500
…	…	…	…	…	…	…
71			1073			-63
72	-54.78136	-68.40169	1038	1015	-644	371
73	-54.78182	-68.40249	1036	947	-540	406
…	…	…	…	…	…	…
101	-54.78048	-68.40171	1073	743	-984	-241
102	-16.3032	-68.108	5053			-958
103	-16.3025	-68.1083	5056			-1385
…	…	…	…	…	…	…
620			4058			120
621			3796	20	-3719	-3699
622			3828	99	-2565	-2466
…	…	…	…	…	…	…
2526	60.40417	-148.9067	1053			-2090
2527	60.41974	-148.9207	1283			0
2528	60.42495	-148.9371	1367			960

Данные расположены несимметрично (табл. 2).

Таблица 2

. Количество измеренных точек баланса массы ледников, шт.

Влияющие факторы x	Зависимые факторы (показатели y)					
	EEE6	**EEE7**	**EEE8**	**EEE9**	**EEE10**	**EEE11**
EEE6 - POINT LATITUDE *[decimal degree]*	1623	1623	1623	388	388	1591
EEE7 - POINT LONGITUDE *[decimal degree]*	1623	1623	1623	388	388	1591
EEE8 - POINT ELEVATION *[m a.s.l.]*	1623	1623	2467	531	531	2467
EEE9 - POINT WINTER BALANCE *[mm w.e.]*	388	388	531	531	531	531
EEE10 - POINT SUMMER BALANCE *[mm w.e.]*	388	388	531	531	531	531
EEE11 - POINT ANNUAL BALANCE *[mm w.e.]*	1591	1591	2467	531	531	2467

Каждый из факторов может иметь два состояния: во-первых, фактор как влияющая переменная x; во-вторых, этот же фактор принимается как зависимый показатель y. По ним можно допустить, что амплитуда и период колебаний по общей модели (2) подчиняются биотехническому закону [1-8]. Из-за неопределенности направления вектора «лучше $\rightarrow$ хуже» у значений каждого фактора не выявляем закономерности ранговых распределений. Поэтому рейтинг ледников также не проводим.

В связи с этим коэффициент корреляции ранговых распределений равен 1, а факторный анализ проведем у всех $6^2 - 6 = 30$ бинарных отношений.

3. Рейтинг факторов как влияющих переменных и показателей

Предлагаемый нами метод факторного анализа позволяет не задумываться априори о соотношениях между отдельными параметрами изучаемой системы (в нашем примере из таблицы 1 система содержит 2528 ледников). В итоге сбивается психологический барьер у исследователей: многие бинарные отношения для них окажутся неожиданными. Поэтому, как показала наша практика [1], факторный анализ одним единственным уравнением типа (1) позволяет находить неожиданные научные решения в области исследования [1-8]. Если некоторые факторные связи необычны и при этом высоко адекватны, то здесь теоретически проявляются новые технические решения. Причем зачастую на уровне изобретений мировой новизны [11]. При этом повторяющийся процесс идентификацию закона (1) на одном бинарном отношении мы назвали вейвлет-анализом [2, 5].

Без учета волн, то есть изменения только по амплитуде у очень длинной волны, несоизмеримо большей по периоду колебания интервалу измерений, образуются так называемые детерминированные бинарные отношения. Они все являются частными случаями формулы (2).

В таблице 3 приведена квадратная корреляционная матрица, полученная после анализа ***бинарных отношений*** между всеми принятыми по исходным данным из таблицы 1 шестью переменными величинами.

Здесь же дан рейтинг факторов.

Таблица 3.

Корреляционная матрица и рейтинг факторов по бинарным отношениям

Влияющие факторы x	Зависимые факторы (показатели y)						Сумма $\sum r$	Место I_x
	EEE6	**EEE7**	**EEE8**	**EEE9**	**EEE10**	**EEE11**		
EEE6	1	**0.9732**	0.9491	0.4425	0.3985	**0.4551**	4.2184	2
EEE7	**0.9688**	1	0.4305	0.4154	0.4629	0.4156	3.6932	3
EEE8	**0.8178**	**0.8611**	1	**0.7201**	**0.6835**	**0.4421**	4.5246	**1**
EEE9	0.2237	0.4492	0.5431	1	0.2265	0.4721	2.9146	6
EEE10	0.6408	0.5571	0.1557	0.2301	1	0.7309	3.3146	5
EEE11	0.3703	0.4978	0.1719	0.5363	0.7592	1	3.3355	4
Сумма $\sum r$	4.0214	4.3384	3.2503	3.3444	3.5306	3.5158	22.0009	-
Место I_y	2	**1**	6	5	3	4	-	0.6111

Примечание. Выделены тренды с дополнительной волновой составляющей.

Коэффициент коррелятивной вариации для 2528 ледников Земли равен 22.0009 / 6^2 = 0.6111. Этот критерий применяется при сравнении различных систем, например, разных групп ледников друг с другом. Возможно также сравнение всех ледников с другими объектами нашей планеты, например, с пустынями или с агроэкологическими классами почвенного покрова.

Из шести влияющих переменных на первом месте оказался фактор EEE8. На втором месте поместился фактор EEE6, а на третьем месте – EEE7. Среди зависимых показателей на первом месте оказывается фактор EEE7. На втором месте расположился фактор EEE6, а на третьем – EEE10.

4. Сильные бинарные отношения

При коэффициенте корреляции более 0.7 бинарные отношения между факторами становятся сильными (табл. 4). Как правило, дополнительный к тренду учет волнового возмущения дает значительный рост адекватности выявляемой закономерности по формуле (2). Но ледники пока не имеют добротных данных, так как многие значения у шести факторов имеют пустые клетки: наилучшей матрицей является таблица с полностью заполненными клетками.

Из-за низкой полноты матрицы из 30 формул получили всего восемь сильных связей, что составляет 22.2%. При этом как влияющая переменная фактор **EEE9 - POINT WINTER BALANCE исключился. Но как зависимые показатели сохранились все шесть факторов.** Из восьми сильных связей три (37.50%) относятся к трендам.

Таблица 4.

Корреляционная матрица сильных бинарных отношений при $r > 0.7$

Влияющие факторы x	Зависимые факторы (показатели y)					
	EEE6	**EEE7**	**EEE8**	**EEE9**	**EEE10**	**EEE11**
EEE6 - POINT LATITUDE		**0.9732**	0.9491			
EEE7 - POINT LONGITUDE	**0.9688**					
EEE8 - POINT ELEVATION	**0.8178**	**0.8611**		**0.7201**		
EEE10 - POINT SUMMER BALANCE						0.7309
EEE11 - POINT ANNUAL BALANCE					0.7592	

Иерархия у сильных факторных связей следующая (табл. 5):

1) 0.9732 – EEE7 = f(EEE6);
2) 0.9688 – EEE6 = f(EEE7);
3) 0.9491 – EEE8 = f(EEE6);
4) 0.8611 – EEE7 = f(EEE8);
5) 0.8178 – EEE6 = f(EEE8);
6) 0.7592 – EEE10 = f(EEE11);
7) 0.7309 – EEE11 = f(EEE10);
8) 0.7201 – EEE9 = f(EEE8).

В таблице 5 (рис. 1-7) даны параметры статистических моделей по общей формуле (2), значения которых записаны в компактной матричной форме с пятью значащими цифрами.

Из данных таблицы 5 видно, что для некоторых закономерностей потребовалось замена переменных из-за отрицательных значений у влияющих переменных. Это происходит из-за того, что линейная связь оказывается универсальной для любых на оси целых чисел, а более сложные функции работают только на положительной полуоси абсцисс.

Таблица 5.

Параметры сильных бинарных отношений при коэффициенте корреляции $r \geq 0{,}7$

Показатели y	Асимметричный вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Влияние широты EEE6, град									
EEE7[1] *Рис. 1*	4.23078	0	-0.16452	0.54045	0	0	0	0	.9732
	-0.31020	1.48076	0	0	0	0	0	0	
	132.72384	0	8.79872e-5	1.76602	4.87479	0.29176	0.56033	0.24849	
EEE8[1] Рис. 1	1.66509e6	0	0.31234	0.94742	0	0	0	0	0.9491
	7.82146e-5	4.91282	0.018337	1.20027	0	0	0	0	
Влияние долготы EEE7, градус									
EEE6[2] Рис. 2	64.56655	0	0.00076040	1.01838	0	0	0	0	0.9688
	-1.24710e-15	6.59346	0	0	0	0	0	0	
	-2.35962e-7	5.20107	0.042456	1	12.92183	0.0036148	1.03167	2.65582	
	-0.00052866	3.02216	0.025670	1	3.80507	9.27492e-5	1	4.71131	
Влияние высоты над уровнем моря EEE8, м									
EEE7 Рис. 3	-87.70507	0	-8.09363e-5	1.07588	0	0	0	0	0.8611
	2.50470e-6	2.55776	0.00026769	1.12617	0	0	0	0	
	-9.59526e-8	3.19687	0.0017158	0.99993	157.16690	0.28654	0.88567	6.01043	
EEE6 Рис. 4	7.25053	0	-0.00032396	1.09546	0	0	0	0	0.8178
	-6.85611e-17	5.03862	0	0	0	0	0	0	
	-0.00012515	2.24860	0.0020534	1	2922.5439	-0.48413	0.99988	-2.92162	
EEE9 Рис. 5	59.61396	0	-0.14457	0.46269	0	0	0	0	0.7201
	-2.90947e-7	3.11597	0	0	0	0	0	0	
	-0.00062264	2.34099	0.0018640	1.00057	846.23612	-0.042840	0.99814	-0.80809	
Влияние годового баланса массы ледников EEE11, мм									
EEE10[3] Рис. 6	-28940.548	0	0	0	0	0	0	0	0.7592
	270.01817	0.52442	2.61663e-5	0.99761	0	0	0	0	
Влияние летнего баланса массы ледников, мм									
EEE11[3] Рис. 7	-11303.0999	0	0	0	0	0	0	0	0.7308
	9.38697	0.76192	0	0	0	0	0	0	

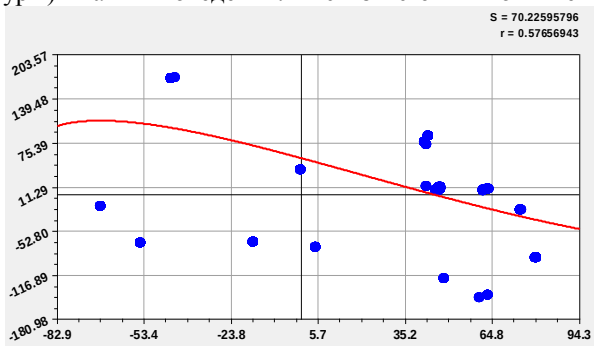
Примечания: [1] $x = x + 90$; [2] $x = x + 190$; [3] $x = x + 12000$.

По формуле (2) асимметричный вейвлет сигнал показывает кванты поведения множества ледников разных размеров. В итоге мы получаем квантовую физику ледников и других макро объектов на планете Земля. Конечно же, в микромире элементарных частиц менее атома действует квантовая механика на уровне структуры и поведения одновременно. Наши исследования показывают, что любые макрообъекты с размерами более атома колебательной адаптацией показывают (без изменения структуры) кванты поведения. В связи с этим понятие «квантовая запутанность» реальна для поведения в любой окружающей среде.

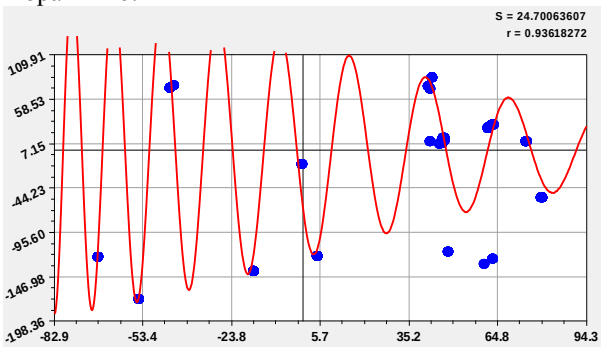
Это и есть квантовая физика макрообъектов.

Как будет показано в других статьях, квантовая запутанность характерна для метеорологических факторов. А они, в свою очередь, влияют на изменение структуры ледников. Поэтому здесь существуют четкие волновые закономерности структуры и поведения множества ледников на Земле.

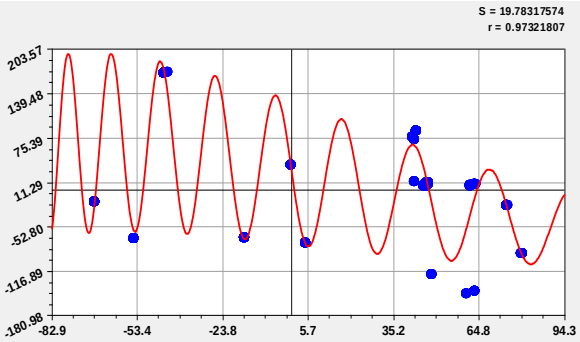
На рисунке 1 показаны графики влияния фактора EEE6.



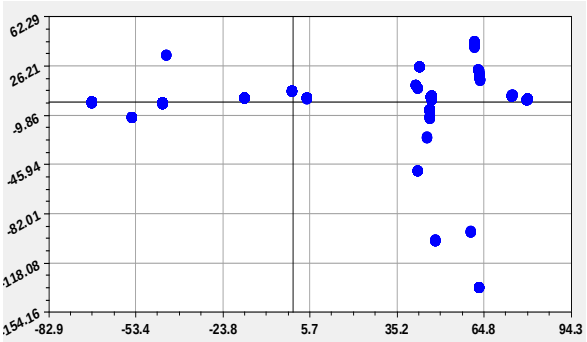
Тренд из двух членов EEE7



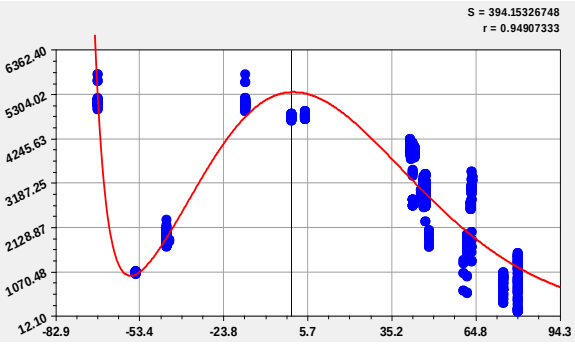
Колебание EEE7



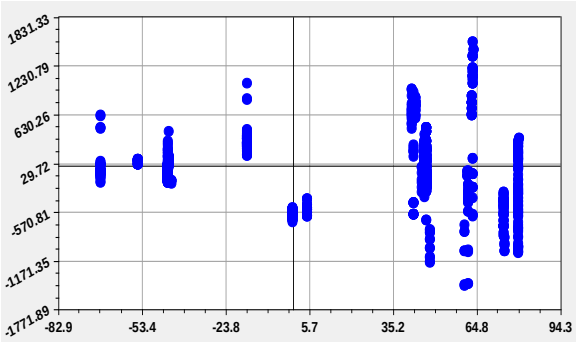
Тренд и колебание EEE7



Остатки EEE7 после трех членов модели



Тренд из двух членов EEE8



Остатки EEE7 после двух членов модели

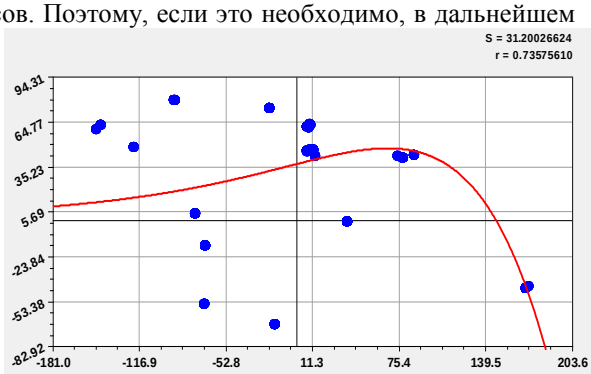
Рисунок 1. Графики моделей влияния фактора EEE6 на изменение факторов EEE7 и EEE8

Из графиков на рисунке 1 видно, что функция EEE7 = f(EEE6) содержит три члена, из которых первые два являются разностью двух законов: во-первых, закона экспоненциального роста; во-вторых, показательного закона. Третья составляющая является вейвлетом по формуле (2) с очень высоким коэффициентом корреляции 0.9362. Поэтому основной вклад в формирование бинарного отношения выполняет волновая функция с переменной амплитудой по закону экспоненциальной гибели и переменным периодом колебания. При этом начальный период колебания равен $2 \times 4.87479 \approx 9.75$ градусов. По мере увеличения широты колебание успокаивается из-за роста полупериода.

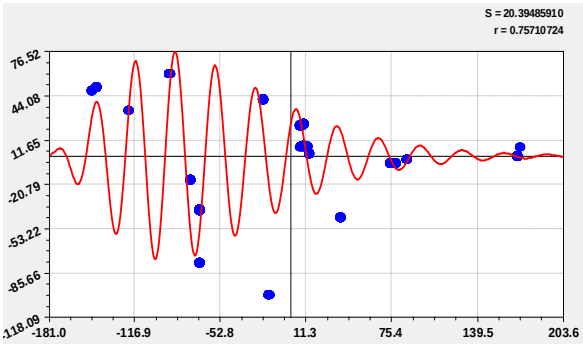
Остатки EEE7 после трех членов модели имеют значимые значения на широтах 40-65 градусов. Поэтому, если это необходимо, в дальнейшем возможен вейвлет-анализ микроволн по остаткам для этой широты.

Функция EEE8 = f(EEE6) состоит всего из двухчленного тренда. По данным таблицы 5 он содержит сумму из двух законов: во-первых, закона экспоненциальной гибели; во-вторых, биотехнического закона [1-8]. Остатки показывают небольшое колебание, которое можно идентифицировать формулой (1), однако адекватность волновой составляющей будет очень малой.

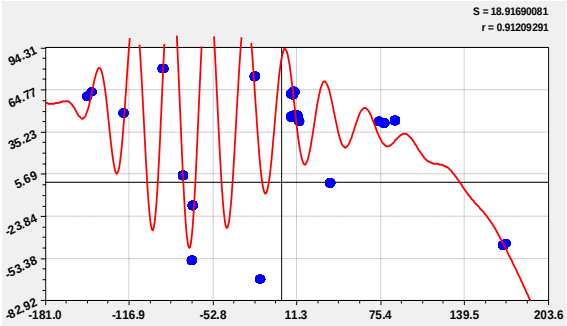
Остальные графики имеют аналогичные объяснения. Поэтому ледники, как и другие виды природных объектов [1], имеют закономерные распределения.



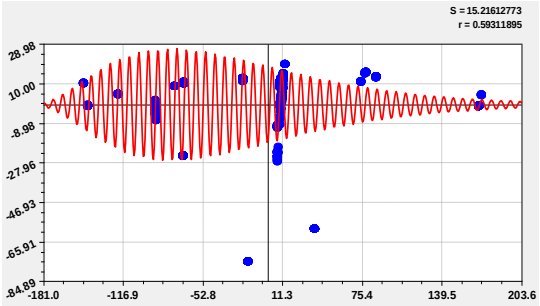
Двухчленный тренд



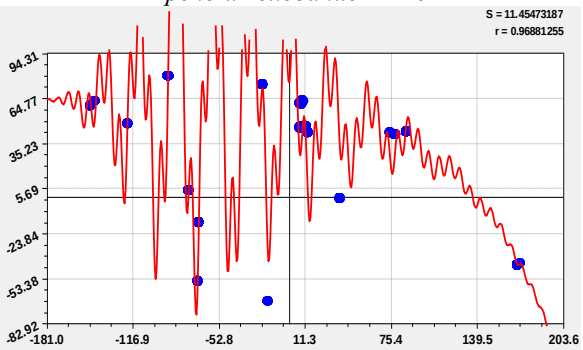
Первое колебание EEE6



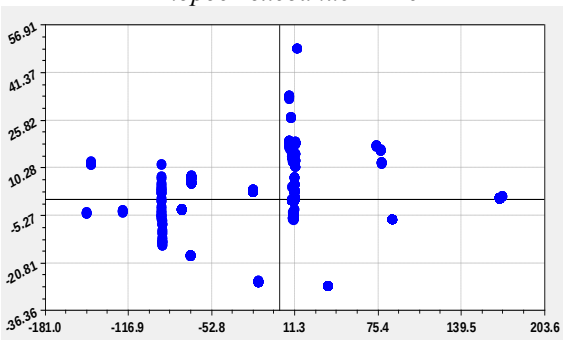
Тренд и колебание EEE6



Второе колебание EEE6



Тренд из два колебания

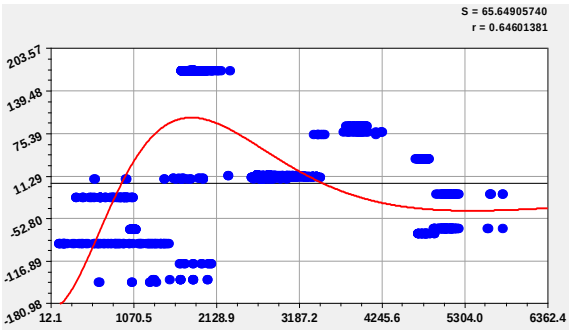


Остатки EEE6 после четырехчленной модели

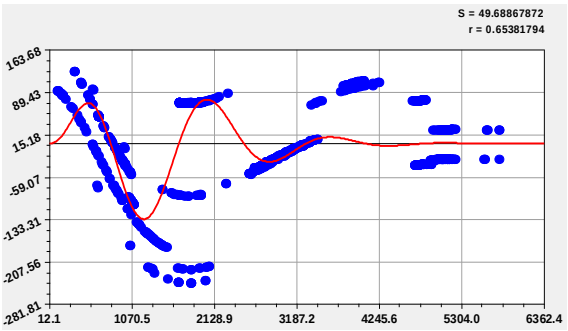
Рисунок 2. Графики моделей влияния EEE7 на изменение EEE6

Максимальное количество членов статистической модели EEE6 = f(EEE7) равно четырем, что соответствует вычислительным возможностям программной среды CurveExpert-1.40.

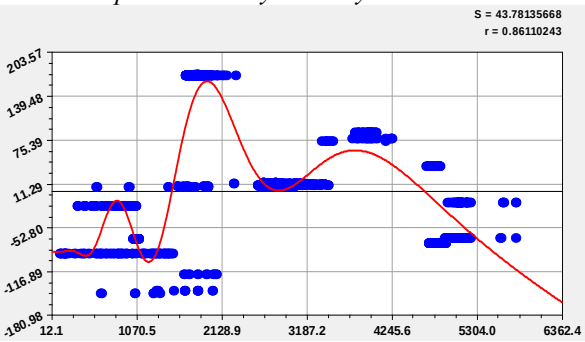
Для полного вейвлет-анализа необходимо разработать специальную программную среду по нашим сценариям статистического моделирования для суперкомпьютера петафлопного класса. При этом новая программная среда для больших объемов таблицы исходных данных будет универсальной для науки.



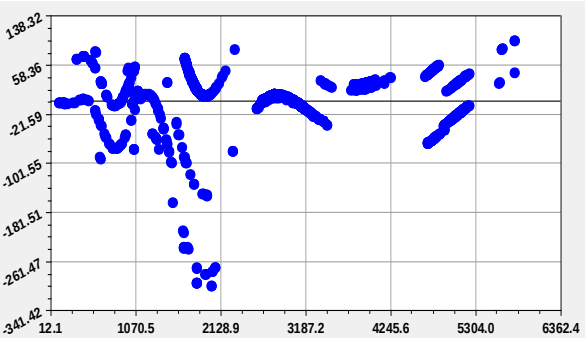
Тренд в виде суммы двух законов



Колебание

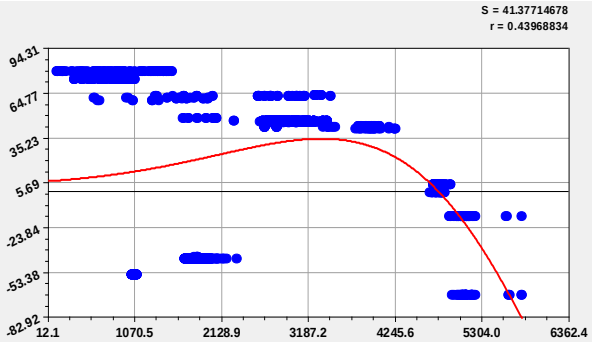


Тренд и колебательное возмущение

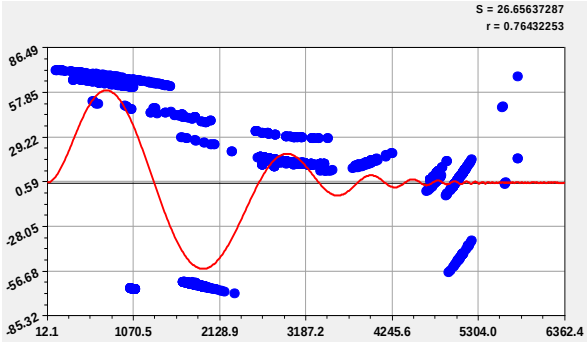


Остатки после трехчленной модели

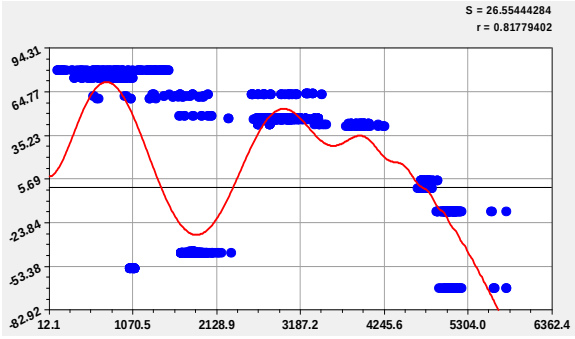
Рисунок 3. Графики моделей влияния EEE8 на изменение EEE7



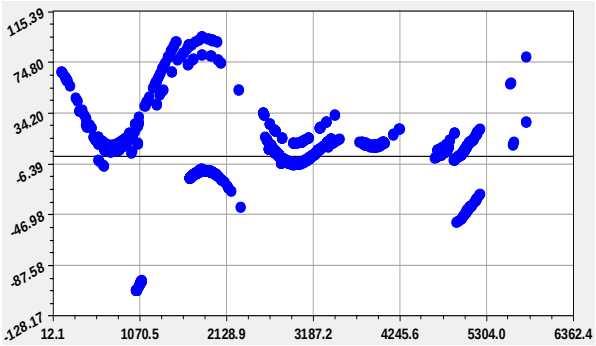
Тренд в виде суммы двух законов



Колебание

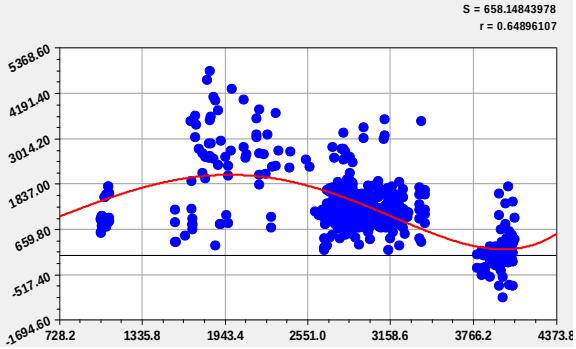


Тренд и колебательное возмущение

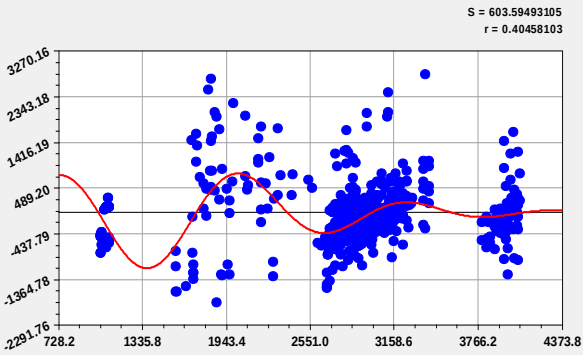


Остатки после трехчленной модели

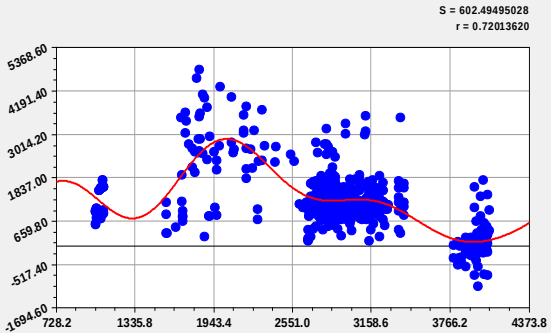
Рисунок 4. Графики моделей влияния EEE8 на изменение EEE6



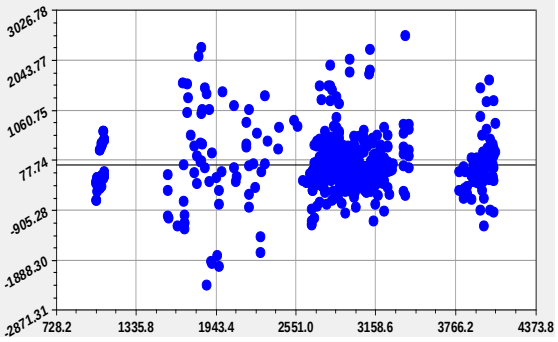
Тренд в виде суммы двух законов



Колебание

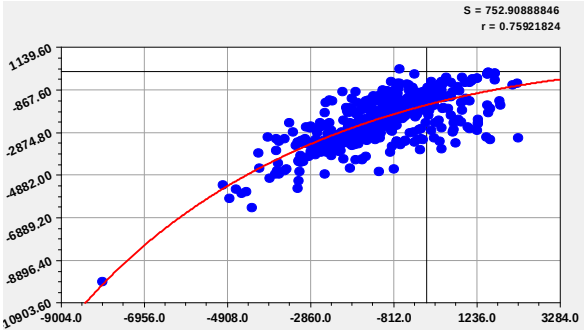


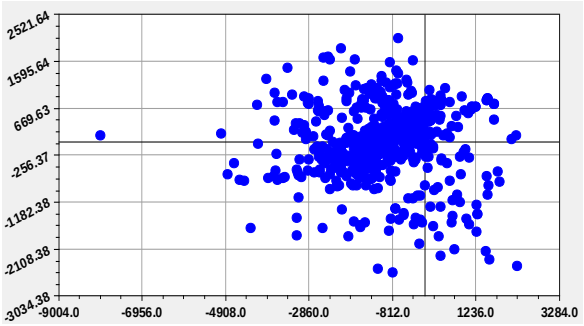
Тренд и колебательное возмущение



Остатки после трехчленной модели

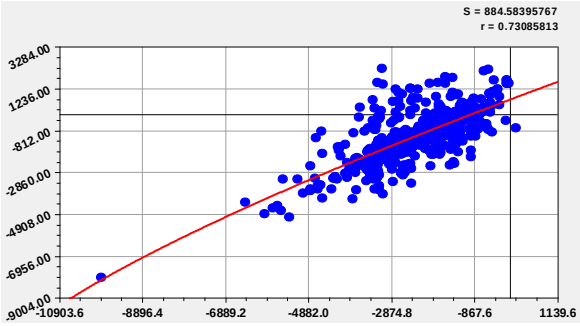
Рисунок 5. Графики моделей влияния EEE8 на изменение EEE9

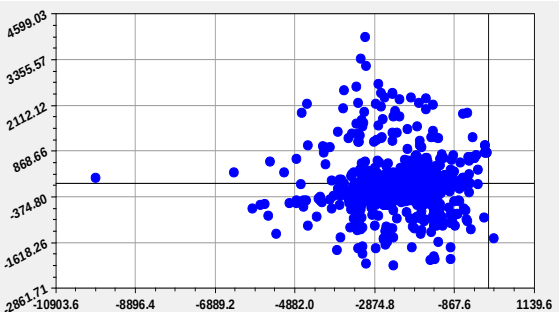




Двухчленный тренд *Остатки после двухчленной модели*

Рисунок 6. Графики моделей влияния EEE11 на изменение EEE10





Двухчленный тренд *Остатки после двухчленной модели*

Рисунок 7. Графики моделей влияния EEE10 на изменение EEE11

Анализ графиков по амплитудно-частотным характеристикам показывает, что система ледников обладает неким, пока неизвестным, свойством волновой адаптации к условиям существования на планете Земля.

Для некоторых бинарных отношений количество членов в общей статистической модели может превышать 100-120 шт. В этом случае появляется возможность проведения фрактального анализа для группировки вейвлетов по мега, макро, мезо и микроколебаниям.

Заключение

Доказана применимость статистической модели (1) к параметрам точек колебаний баланса у массы ледников Земли. В итоге каждое бинарное отношение содержит тренд и вейвлет-сигналы. Причем тренд является частным случаем сверхдлинного по периоду колебания вейвлета. В итоге общая статистическая модель представляет собой жгут, состоящий из множества уединенных волн с переменными амплитудой и периодом колебаний. После статистического моделирования проводится факторный анализ, позволяющий составить рейтинги факторов как влияющих параметров и как зависимых показателей.

Предлагаемая методология идентификации позволяет выделить волны бинарных отношений между измеренными факторами у ледников. При этом для 2528 ледников подгруппы EEE характерны конечномерные вейвлеты, которые в дальнейшем можно сопоставлять с эвристическими представлениями специалистов. Метод идентификации позволяет выделить значимые параметры ледников и бинарные отношения между ними, по которым нужно будет повышать точность будущих измерений. При этом из разных подгрупп нами были выделены 26 факторов, но их совместному анализу мешает нестыковка между таблицами данных.

Литература

1. П.М. Мазуркин. Геоэкология: Закономерности современного естествознания: научное изд. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 336 с.

2. П.М. Мазуркин. Идентификация статистических устойчивых закономерностей // Наука и мир: международный научный журнал. 2013. № 3(3). С.28-33.

3. П.М. Мазуркин. Коррелятивная вариация: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2013. 120 с.

4. П.М. Мазуркин. Лесоаграрная Россия и мировая динамика лесопользования. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 334 с.

5. П.М. Мазуркин. Решение 23-ой проблемы Гильберта Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики. Матер. 3-й научно-прак. internet-конф. Ульяновск: SIMJET, 2014. С 269-277.

6. П.М. Мазуркин. Статистическое моделирование. Эвристико-математический подход. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. 100с.

7. П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова. Территориальное экологическое равновесие = Territprial ecological balance: аналит. обзор; Учреждение Рос. акад. наук Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН, М-во образования и науки Рос. Федерации Федер. Марийс. гос. техн. ун-т. Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2010. 430 с. (Сер. Экология. Вып. 94).

8. П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учеб. пос. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 292 с.

9. Fluctuations of Glaciers Database. World Glacier Monitoring Service (WGMS). 2014. FoG-DB-Version_2013-11. http://wgms.ch/data-exploration/database-versions/. DOJ 10.5904/wgms-fog-2013-11.

10. P.M. Mazurkin. Invariants of the Hilbert Transform for 23-Hilbert Problem, Advances in Sciences and Humanities. Vol. 1, No. 1, 2015, pp. 1-12. doi: 10.11648/j.ash.20150101.11

11. P.M. Mazurkin. Method of identification // 14th International multidisciplinary scientific geoconferenct & SGEM2014. GeoConference jn NANO. BIO AND GREEN – TECHNOLOGIES FOR A SUSTAINABLE FUTURE. Conference proceedincs. Volume 1. Section Advances in Biotechnology. 17-26 June 2014. Albena. Bulgaria. P. 427-434.

12. P.M. Mazurkin. Statistical modeling of entire prime numbers / International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR) ISSN: 2321-0869. Volume-2. Issue-8. August 2014. P.148-158.

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ГЛОБАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ УГЛЕРОДА
(по данным Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx)

Мазуркин Петр Матвеевич
Докт. техн. наук, проф.,
Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия
Кудряшова Анастасия Игоревна
Ст. преподаватель,
Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия

FACTOR ANALYSIS OF GLOBAL CARBON DYNAMICS
(according to Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx)

Mazurkin Petr Matveevich
Doc. tech. Sciences, Prof., Volga State Technological University,
Yoshkar-Ola, Russia
Kudryashova Anastasia Igorevna
At. teacher, Volga State Technological University,
Yoshkar-Ola, Russia

Аннотация.

Методом идентификации устойчивых закономерностей проведен факторный анализ ежегодной динамики с 1959 по 2016 годы шести параметров глобального бюджета углерода и получены четырехчленные уравнения с двумя членами тренда и двумя вейвлетами с переменными амплитудой и периодом колебаний. Для вектора роста глобального бюджета углерода выделены положительные и отрицательные вейвлеты. Кроме первого члена, показывающего естественный процесс, все остальные составляющие общей модели характеризуют, как правило, природно-антропогенное или даже антропогенное влияние. The coefficient of correlative variation, that is, a measure of the functional relationship between the parameters of the system, is 0.7475. По сравнению с трендами адекватность системы факторов повысилась в 1.5 раза. Выявление вейвлетов можно продолжить и дальше. Этот факт означает, что в [1] даны добротные данные и при этом подтверждается гипотеза колебательной адаптации шести факторов друг к другу. Рейтинг факторов по трендам, а затем и по вейвлетам, оказался одинаковым. Как влияющая переменная на первом месте оказался параметр “Fossil fuel and industry C_{fi}”, на втором – “Ocean sink C_{os}” и на третьем месте – “Atmospheric growth C_{ag}”. Как зависимый показатель на первом месте находится “Ocean sink C_{os}”, на втором – “Fossil fuel and industry C_{fi}” и на третьем – “Land-use change emissions C_{le}”.

Abstract.

The method of identification of stable regularities carried out a factor analysis of the annual dynamics of six parameters of the global carbon budget from 1959 to 2016, and four-term equations with two members of the trend and two wavelets with variable amplitude and period of oscillations. For the growth vector of the global carbon budget, positive and negative wavelets. In addition to the first member showing the natural process, all other components of the general model characterize, as a rule, a natural-anthropogenic or even anthropogenic impact. The coefficient of correlative variation, that is, a measure of the functional relationship between the parameters of the system, is 0.7475. In comparison with trends, the adequacy of the system of factors increased 1.5 times. Identification of wavelets can continue. This fact means that in [1] good data are given and the hypothesis of vibrational adaptation of six factors to each other is confirmed. The rating of factors by trends, and then by wavelets, turned out to be the same. As the influencing variable in the first place was the parameter «Fossil fuel and industry C_{fi}»,

on the second – «Ocean sink C_{os}» and in third place – «Atmospheric growth C_{ag}». As the dependent indicator in the first place is «Ocean sink C_{os}», on the second – «Fossil fuel and industry C_{fi}» and the third – «Land-use change emissions C_{le}».

Ключевые слова: углерод, бюджет, факторы, рейтинг, анализ, закономерности.
Keywords: carbon, budget, factors, rating, analysis, regularities.

1. Введение

Для моделирования ежегодной глобальной динамики углерода по данным [1] (в части Historical CO_2 budget в файле Global Carbon Budget) мы применили вначале тренды, а затем и вейвлеты, то есть волновые уравнения с переменными амплитудой и периодом колебаний.

Роль европейских лесов в накоплении углерода с годами возрастает [2]. Методом идентификации [3] мы определили закономерности географического распределения параметров древостоев по пробным площадям березняков Северной Евразии [4]. Детальное моделирование динамики параметров деревьев многоярусного сосняка Сибири было выполнено в статьях [5-7]. Доказано, что в одной популяции сосен существуют так называемые дендроряды, имеющие одинаковый биотехнический характер изменения параметров у лесных деревьев.

Примеры факторного анализа методом идентификации трендов и волновых закономерностей даны в наших публикациях [8-15]. Все явления и процессы в природе происходят волновой адаптацией к окружающей среде. Этот принцип существует не только на Земле, но и во всей Вселенной. Поэтому можно искать устойчивые волновые закономерности в бинарных отношениях между факторами, составляющими единую систему. Такие факторы называются параметрами системы, в частности, в данной статье система глобальной динамики углерода по ежегодным данным с 1959 по 2016 годы. Здесь авторами [1] были выделены шесть факторов.

Факторный анализ определяют как совокупность методов многомерного статистического анализа, применяемых для изучения взаимосвязей между значениями изучаемых параметров как показателей системы и одновременно и как объясняющих переменных.

Из известных методов факторного анализа (метод главных компонент, корреляционный анализ и метод максимального правдоподобия) нами применяется корреляционный анализ методом регрессии. Мы переходим на методологию эвристической, структурной и параметрической идентификации устойчивых законов методом идентификации [3-15].

Метод факторного анализа в нашем случае понимается как математические действия. Он понимается как выявление устойчивых закономерностей изменений значений каждого из множества учитываемых параметров изучаемой системы, а также математических связей между всеми выделенными факторами. Проверка истинности добытых знаний на количественном уровне, то есть добротности, полноты и погрешности проведенных измерений, становятся главными условиями входного контроля моделирования.

Контроль выполняется по адекватности закономерностей ранговых распределений или динамики значений факторов.

Истинность устойчивых законов принимается как аксиома. Поэтому отпадает необходимость выбора эмпирической формулы – она априори задана.

Наш ***метод факторного анализа*** позволяет не только устанавливать апостериорные причинно-следственные связи, но и давать им количественную характеристику, обеспечивает оценку уровня влияния факторов (как влияющих параметров) на результаты функционирования или деятельности (как зависимые параметры).

Это делает факторный анализ точным методом, а выводы – количественно обоснованными и, на основе анализа апостериорной информации, осмысленными в ходе идентификации составных биотехнических закономерностей.

Вначале примем, что система расчленена по факту. Один и тот же термин «фактор» имеет разные два толкования. Из них выбираем первое: фактор – это обстоятельство, то есть это ***отличительный признак***. Затем сопоставим определения трех слов «акт», «фактор» и «факт». Тогда становится понятным, что акт – это действие, факт – это результат действия, а фактор – это отличительный признак внутри заданного действия. Если фактор расположен на оси абсцисс, то один и тот же фактор становится объясняющей переменной, а при нахождении на оси ординат – зависимым показателем.

При выявлении математических связей между количественно измеренными факторами системы “The Global Carbon Budget 2017” учитываются следующие основные принципы:

1) ***коррелятивная вариация*** по Чарльзу Дарвину (оценочный статистический параметр – коэффициент коррелятивной вариации);

2) ***дополнительность разновременных измерений***, проведенных разными авторами в разных местах биосферы Земли (экологическая суперпозиция);

3) ***закон Барри Коммонера*** в экологии «Всё связано со всем», то есть любой фактор в количественной мере (корреляции) влияет на изменение значений других факторов;

4) ***эвристические*** (содержательные, интуитивные, умозрительные, созерцательные, качественные) ***законы и закономерности*** в общей фитоценологии;

5) ***биотехнический закон*** и его математическая формула взаимодействия двух разнонаправленных сил действия и противодействия для идентификации закономерностей [3-15].

2. Исходные данные

Глобальный углеродный бюджет на 2017 год – это совместная работа мирового научного сообщества по углеродному циклу, координируемая Глобальным углеродным проектом [1] (табл. 1).

Таблица 1.

Данные по Global Carbon Budget [1]

Year	fossil fuel and industry	land-use change emissions	atmospheric growth	ocean sink	land sink	budget imbalance
	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}
1959	2.45	1.77	2.04	0.77	0.98	0.44
1960	2.57	1.64	1.51	0.78	1.81	0.11
1961	2.58	1.57	1.65	0.65	1.02	0.83
1962	2.69	1.53	1.19	0.75	1.62	0.66
1963	2.83	1.47	1.21	0.88	1.03	1.19
…	…	…	…	…	…	…
2012	9.67	1.38	5.05	2.38	2.08	1.54
2013	9.77	1.41	5.17	2.42	3.20	0.39
2014	9.85	1.38	4.24	2.51	3.66	0.82
2015	9.83	1.52	6.23	2.57	1.50	1.05
2016	9.88	1.27	6.04	2.61	2.73	-0.23

Условные обозначения параметров из таблицы 1 приняты следующие:

C_{fi} - emissions from fossil fuel combustion and industrial processes (uncertainty of ±5% for a ± 1 sigma confidence level); выбросы от сжигания ископаемого топлива и промышленных процессов (неопределенность ± 5% для уровня достоверности ± 1 сигма);

C_{le} - emissions from land-use change (uncertainty of ±0.7 GtC/yr); выбросы от изменений в землепользовании (погрешность ± 0,7 ГтС / год);

C_{ag} - the atmospheric CO_2 growth rate (variable uncertainty around 0.2 GtC/yr from 1980) is estimated directly from atmospheric CO_2 concentration measurements, NOAA/ESRL; скорость роста CO_2 в атмосфере (переменная неопределенность около 0,2 ГтС / год с 1980 года) оценивается непосредственно из измерений концентрации CO_2 в атмосфере, NO-AA / ESRL;

C_{os} - the ocean sink (uncertainty of ±0.5 GtC/yr) is estimated from the average of several global ocean biogeochemistry models that reproduce the observed mean ocean sink of the 1990s; поглощение океана (неопределенность ± 0,5 ГтС / год) оценивается по среднему значению нескольких глобальных моделей биогеохимии океана, воспроизводящие наблюдаемое среднее поглощение океана 1990-х годов;

C_{ls} - the land sink (uncertainty of ±0.9 GtC/yr on average) was estimated from the average of several dynamic global vegetation models that reproduce the observed mean total land sink of the 1990s; поглотитель земли (неопределенность в среднем ± 0,9 ГтС / год) был оценен по среднему значению нескольких динамических глобальных моделей растительности, которые воспроизводят наблюдаемый средний общий сток земли в 1990-х гг.;

C_{bi} - the budget imbalance is the sum of emissions (fossil fuel and industry + land-use change) minus (atmospheric growth + ocean sink + land sink); it is a measure of our imperfect data and understanding of the contemporary carbon cycle; бюджетный дисбаланс - это сумма выбросов (ископаемое топливо и промышленность + изменения в землепользовании) минус (атмосферный рост + океанский сток + раковина); это мера наших несовершенных данных и понимания современного углеродного цикла.

При факторном анализе время исключается, и оно выступает только как системообразующий фактор, обеспечивающий отношения между шестью параметрами бюджета углерода.

3. Факторный анализ идентификацией тренда

Вейвлет сигнал, как правило, любой природы математически записывается волновой формулой вида

$$y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i}),$$
$$A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}),$$
$$p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}, \qquad (1)$$

где A_i - амплитуда (половина) вейвлета (ось y), p_i - полупериод волны (ось x).

По формуле (1) с двумя ***фундаментальными физическими постоянными*** e (число Непера или число времени) и π (число Архимеда или число пространства) образуется изнутри изучаемого явления и/или процесса ***квантованный вейвлет-сигнал***. Понятие вейвлет-сигнала позволяет абстрагироваться от физического смысла статистических рядов измерений и рассматривать их аддитивное разложение на составляющие в виде суммы отдельных вейвлетов.

Сигнал – это материальный носитель информации. А информация нами понимается как ***мера взаимодействия***. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен. Сигналом может быть любой физический процесс или его часть. Получается, что изменение множества неизвестных сигна-

лов давно известно, например, через ряды измерений [1]. Однако до сих пор нет статистических моделей взаимной связи между шестью параметрами углерода.

Тренд образуется при условии, когда период колебания a_{5i} стремится к бесконечности. Чаще всего тренд образуется из двух членов формулы (1).

Все модели в статье были выявлены при частном случае, когда $a_2 = 0$, по двухчленной формуле

$$y = aexp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g), \quad (2)$$

где y – зависимый показатель, x – влияющая переменная, $a - g$ – параметры модели (2).

В таблице 2 приведена ***корреляционная матрица*** бинарных связей и рейтинг шести факторов по данным таблицы 1. Предпорядок предпочтительности у каждого из шести факторов может быть по рангам разнонаправленным. В нашем примере в диагональных клетках ставим коэффициент корреляции тренда по моделям динамики с 1959 по 2016 годы.

Вначале по двухчленным трендам модели динамики все шесть факторов были ранжированы по убыванию коэффициента корреляции так: 1) ископаемого топлива и промышленности 0.9933; 2) океана 0.9820; 3) землепользования 0.8476; 4) выбросов в атмосферу 0.7179; 5) земли 0.4995; 6) бюджетного дисбаланса углерода 0.3779.

Таблица 2.

Корреляционная матрица факторного анализа и рейтинг факторов после идентификации по закономерности тренда (2)

Влияющий фактор (влияющая переменная) x	Зависимый фактор (показатель y)						Сумма Σr	Место I_x
	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}		
Fossil fuel and industry C_{fi}	0.9933	0.7668	0.7430	0.9700	0.5156	0.3802	4.3689	1
Land-use change emissions C_{le}	0.2660	0.8476	0.1390	0.3193	0.1999	0.5731	2.3449	4
Atmospheric growth C_{ag}	0.7364	0.3665	0.7179	0.7288	0.2460	0.3155	3.1111	3
Ocean sink C_{os}	0.9664	0.7471	0.7217	0.9820	0.4856	0.3878	4.2906	2
Land sink C_{ls}	0.5248	0.2494	0.0449	0.5048	0.4995	0.2577	2.0811	5
Budget imbalance C_{bi}	0.1821	0.4456	0.3255	0.2335	0.3564	0.3779	1.9210	6
Сумма коэфф. коррел. Σr	3.6690	3.4230	2.6920	3.7384	2.3030	2.2922	18.1176	-
Место показателя I_y	2	3	4	1	5	6	-	0.5033

Коэффициент корреляционной вариации, то есть мера функциональной взаимосвязи между параметрами системы, равен 18.1176 / 6^2 = 0.5033. Как влияющая переменная на первом месте оказался параметр “Fossil fuel and industry C_{fi}”, на втором – “Ocean sink C_{os}” и на третьем месте – “Atmospheric growth C_{ag}”. Как зависимый показатель на первом месте находится “Ocean sink C_{os}”, на втором – “Fossil fuel and industry C_{fi}” и на третьем – “Land-use change emissions C_{le}”.

Сильные факторные связи приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Корреляционная матрица сильных бинарных отношений по модели тренда (2) при коэффициенте корреляции не менее 0.7

Влияющий фактор x	Зависимый фактор (показатель y)					
	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}
Fossil fuel and industry C_{fi}		0.7668	0.7430	0.9700		
Land-use change emissions C_{le}						
Atmospheric growth C_{ag}	0.7364			0.7288		
Ocean sink C_{os}	0.9664	0.7471	0.7217			
Land sink C_{ls}						
Budget imbalance C_{bi}						

Всего получилось восемь сильных закономерностей по формуле (2).

Значения параметров этих формула даны в таблице 4.

Таблица 4.

Параметры сильных бинарных отношений по тренду (2)

x	y	ПАРАМЕТРЫ ПЕРВОГО ЧЛЕНА			ПАРАМЕТРЫ ВТОРОГО ЧЛЕНА ТРЕНДА				Коэфф. корр.
		a	b	c	d	e	f	g	r
C_{fi}	C_{os}	2.91514e-24	-4.96514	1.03310	0.23327	1.52546	0.10349	1.07093	0.9700
C_{os}	C_{fi}	5.45111e-9	-17.96364	0.14364	3.08059	0.63696	0	0	0.9664
C_{fi}	C_{le}	23.76545	2.55953	0.057457	0.00039944	4.88111	0.00019061	5.37202	0.7668
C_{os}	C_{le}	135.51729	4.48642	0.042448	-0.13333	3.76032	0.0068571	10.13145	0.7471
C_{fi}	C_{ag}	1.22136e-22	-5.28706	0.98914	0.52811	1.07151	4.80930e-5	3.95071	0.7430
C_{ag}	C_{fi}	3.53384	0.79393	1	2.35427	1.59433	0.37149	0.80880	0.7364
C_{ag}	C_{os}	0.23341	-1.46064	0.25055	2.22506e-43	104.77207	0.84214	2.95949	0.7288
C_{os}	C_{ag}	9.80015e-5	-0.67411	2.77171	2.02702	0.87968	0	0	0.7217

Мы не будем анализировать тренды и сразу же переходим к вейвлетам.

4. Факторный анализ идентификацией волнового уравнения

На информационно-технологическом уровне 23-я проблема Гильберта (развитие методов вариационного исчисления) нами была решена [3].

При этом ***вариация функций*** сводится к осознанному отбору устойчивых законов и конструированию на их основе адекватных устойчивых закономерностей. Мы придерживаемся концепции Декарта о необходимости применения алгебраического уравнения общего вида напрямую как конечного математического решения неизвестных дифференциальных или интегральных уравнений. Для этого был предложен новый класс волновых функций (1).

Концепция колебательной адаптации предполагает, что между выделенными в [1] факторами существуют зависимости в виде волновых уравнений.

Из данных таблицы 2 видно, что влияние параметра “Budget imbalance C_{bi}” имеет максимальное значение коэффициента корреляции 0.4456, что меньше правой границы интервала уровня адекватности «слабая связь» (от 0.3 до 0.5). Поэтому этот параметр как влияющую переменную дальше исключаем, но его оставляем как зависимый показатель.

Адекватность моделей в таблице 5 приведена по четырем членам общей модели (1), содержащих два члена тренда (2) и еще два волновых уравнения. Программная среда CurveExpert-1.40 (URL: http://www.curveexpert.net/) не позволяет одновременно идентифицировать большее количество членов. Поэтому для факторного анализа с большим количеством волновых членов нужна специальная программная среда, создаваемая по нашим сценариям.

Таблица 5.

Корреляционная матрица факторного анализа и рейтинг факторов после идентификации по волновой закономерности (1)

Влияющий фактор x	Зависимый фактор (показатель y)						Сумма Σr	Место I_x
	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}		
Fossil fuel and industry C_{fi}	0.9988	0.8756	0.8368	0.9843	0.7319	0.6223	5.0497	1
Land-use change emissions C_{le}	0.6169	0.9580	0.5519	0.5794	0.4549	0.6511	3.8122	5
Atmospheric growth C_{ag}	0.8469	0.6869	0.7706	0.8663	0.6861	0.6596	4.5164	3
Ocean sink C_{os}	0.9788	0.8544	0.7624	0.9906	0.6777	0.6532	4.9171	2
Land sink C_{ls}	0.6900	0.7159	0.5191	0.7531	0.6974	0.7536	4.1291	4
Сумма Σr	4.1314	4.0908	3.4408	4.1737	3.248	3.3398	22.4245	-
Место I_y	2	3	4	1	6	5	-	0.7475

Коэффициент корреляционной вариации**,** то есть мера функциональной взаимосвязи между параметрами системы, равен 22.4245 / (5×6) = 0.7475. По сравнению с трендами по таблице 2 адекватность системы повысилась в 0.7475 / 0.5033 ≈ 1.5 раза. Практически в специальной программной среде идентификацию вейвлетов можно продолжать и дальше, повышая общий коэффициент корреляции суммы вейвлетов до 1. Этому помешает только «шум».

Этот факт означает, что в [1] даны добротные данные. При этом рейтинг факторов в таблицах 2 и 5 сохранился.

5. Сильные бинарные отношения между факторами

При уровне адекватности не менее 0,7 было получено 12 комплексов по четыре уравнения, коэффициенты корреляции которых даны в таблице 6.

Таблица 6.

Корреляционная матрица сильных бинарных отношений по модели вейвлета (1) при коэффициенте корреляции не менее 0.7

Влияющий фактор x	Зависимый фактор (показатель y)					
	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}
Fossil fuel and industry C_{fi}		0.8756	0.8368	0.9843	0.7319	
Land-use change emissions C_{le}						
Atmospheric growth C_{ag}	0.8469			0.8663		
Ocean sink C_{os}	0.9788	0.8544	0.7624			
Land sink C_{ls}		0.7159		0.7531		0.7536

Сильные связи получились у четырех влияющих переменных (выпал фактор “Land-use change emissions C_{le}”) и всех шести параметров как зависимых показателей. Далее рассмотрим группы по иерархии влияющих четырех переменных.

6. Сильные влияния ископаемого топлива и промышленности

В таблице 7 приведены значения параметров модели (1) по четырем влияниям, у каждой из которых имеются также по четыре уравнения. Из неё видно, что части тренда являются частными случаями вейвлета.

Таблица 7.

Параметры моделей влияния ископаемого топлива и промышленности

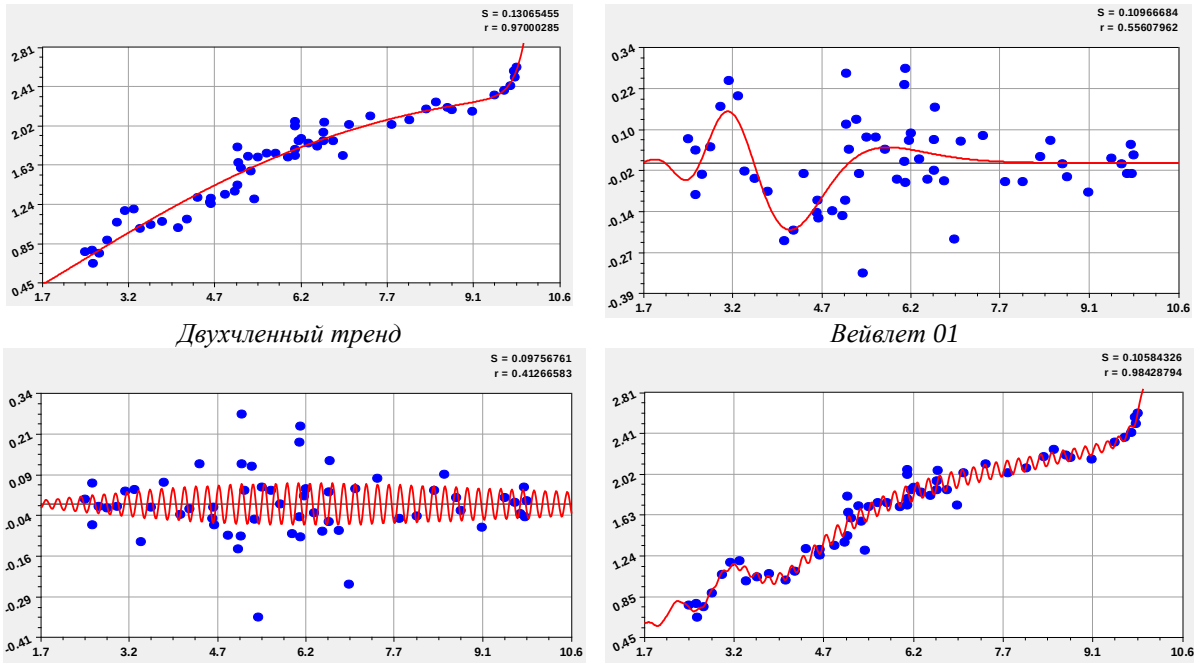
Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корр. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Влияние “Fossil fuel and industry C_{fi}” на “Ocean sink C_{os}"									
1	2.03438e-28	0	-5.17607	1.08686	0	0	0	0	0.9843
2	0.34824	1.10638	0.083206	0.85674	0	0	0	0	
3	202235.5	10.33184	17.46517	0.34575	0.054366	0.020645	1.26349	0.12732	
4	-0.00040497	6.52071	1.07926	0.98797	0.098233	-0.00028597	1.09091	5.42295	
Влияние “Fossil fuel and industry C_{fi}” на “Land-use change emissions C_{le}"									
1	34.14114	0	2.70621	0.10203	0	0	0	0	0.8756
2	-0.011120	2.63710	0.00057178	4.67781	0	0	0	0	
3	-0.072595	0	-4.72623e-5	4.57923	0.59493	0.045676	0.99492	-5.62640	
4	-1.10400e-51	90.32975	5.46173	1.24068	0.17453	-0.00057423	1.14532	-3.86701	
Влияние “Fossil fuel and industry C_{fi}” на “Atmospheric growth C_{ag}"									
1	1.25279e-22	0	-5.29022	0.98939	0	0	0	0	0.8368
2	0.53281	1.08526	4.74297e-5	3.97994	0	0	0	0	
3	-1.39156e-11	26.98663	3.81712	1.01338	0.026174	0.0069911	1.10850	0.51457	
4	-0.0034516	6.28505	1.01411	1	-0.0096707	0.16998	0.059336	4.93387	
Влияние “Fossil fuel and industry C_{fi}” на “Land sink C_{ls}"									
1	-9.57666e-29	0	-6.59522	1	0	0	0	0	0.7319
2	0.85056	0.26388	-0.091278	1	0	0	0	0	
3	0.11176	1.91649	2.21359	0.0026525	0.55067	-0.13925	0.23667	-0.20554	
4	3.45470e-5	24.75032	5.93869	1	0.17540	-0.0021138	1	-1.14276	

Отрицательный знак перед параметром a_{1i} показывает, что эта составляющая является кризисной для данной направленности влияния. Тогда получается, что по влиянию на океан четвертая составляющая модели является кризисной, а первые три направлены на повышение влияния ископаемого топлива и промышленности на океан. Для влияния на землепользование, наоборот, формулы показывают, что после первого члена все три составляющие «работают» на снижение показателя.

Кроме того, каждую волну можно проанализировать по методу амплитудно-частотной характеристики. Такой анализ здесь не проводим, а приведем только пояснения графиков.

Влияние на океан. По двухчленному тренду (рис. 1) с увеличением ископаемого топлива и промышленности растет влияние на глобальный бюджет углерода в океане. Причем из графика тренда видно, что к правому краю абсциссы это влияние ускоряется. По первому колебанию сильное влияние на океан наблюдается при уровне ископаемого топлива и промышленности от 2.0 до 7.7.

В этом интервале происходит сильная колебательная адаптация океана к росту углерода в ископаемом топливе и промышленности. С возрастанием влияния абсциссы апериодическое колебание стремится к успокоению от роста периода. При этом амплитуда также убывает. В итоге получается, что для глобального бюджета углерода океан выполняет роль хорошего демпфера.



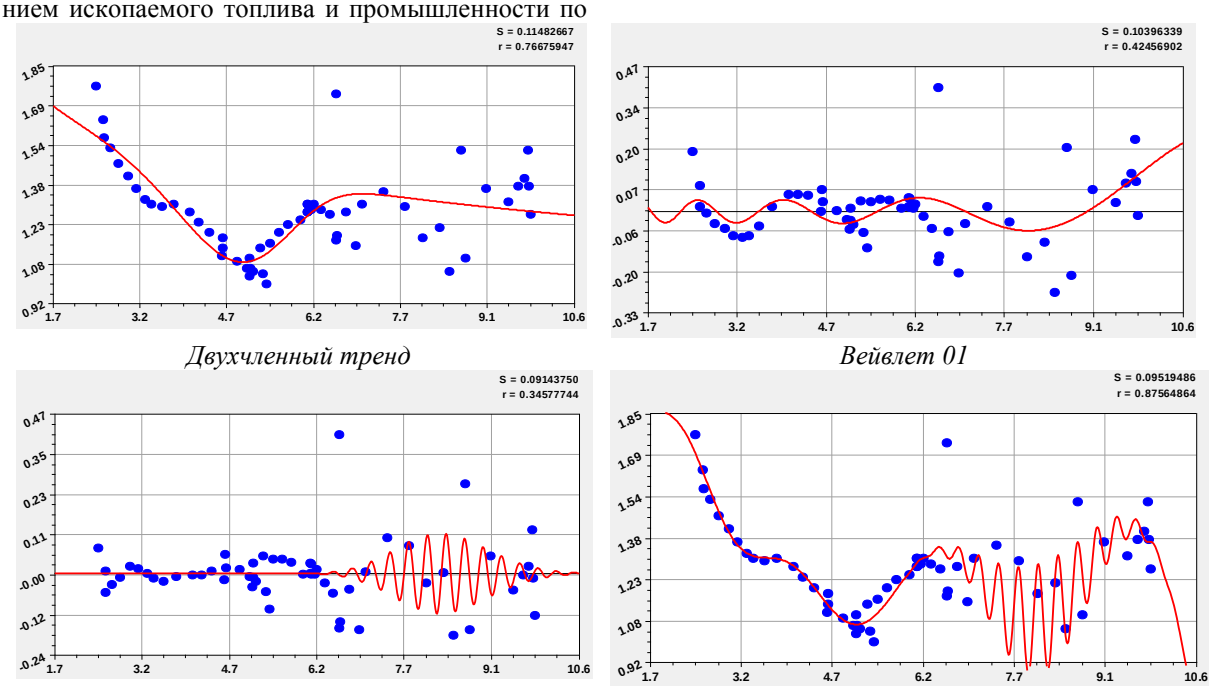
Двухчленный тренд *Вейвлет 01*

Вейвлет 02 *Тренд и два вейвлета*

Рисунок 1. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния ископаемого топлива и промышленности на океан: S - дисперсия; r - коэффициент корреляции

Второй вейвлет продолжается и при дальнейшем возрастании абсциссы. Общий график всех четырех членов показывает ускоренный рост влияния искомого топлива и промышленности на содержание углерода в океане.

Влияние на землепользование. С возрастанием ископаемого топлива и промышленности по тренду влияние на землепользование (рис. 2) до уровня 6.2 изменялось по спадающей ламинарной зависимости. С дальнейшим ростом влияющей переменной происходит турбулентное изменение бюджета углерода от землепользования.



Двухчленный тренд *Вейвлет 01*

Вейвлет 02 *Тренд идва вейвлета*

Рисунок 2. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния ископаемого топлива и промышленности на землепользование

Эта турбулентность выражается вторым вейвлетом (четвертым членом). Общий график показывает, что с дальнейшим возрастанием бюджета углерода от ископаемого топлива и промышленности ожидается резкое снижение углерода в землепользовании.

Влияние на выбросы в атмосферу. Бюджет углерода в атмосфере нарастает (рис. 3), причем резко при превышении углерода от ископаемого топлива и промышленности выше 9.3. Турбулентность влияния снижается, однако всегда существует опасность резкого возрастания выбросов в атмосферу при дальнейшем возрастании ископаемого топлива и промышленности.

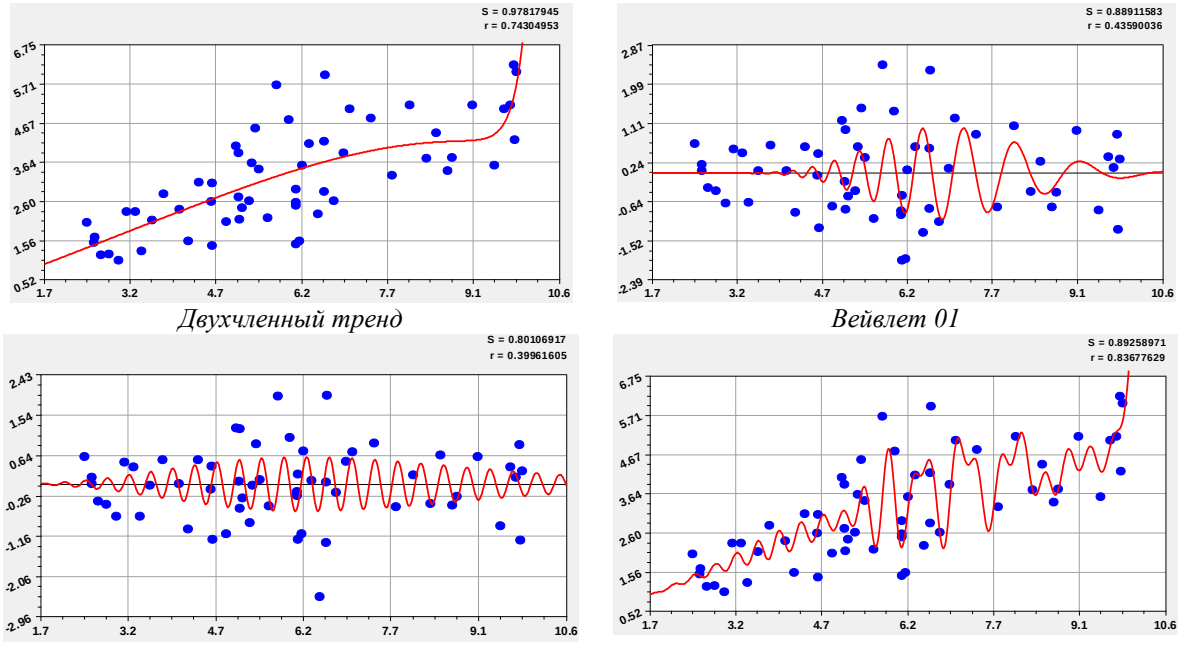


Рисунок 3. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния ископаемого топлива и промышленности на выбросы в атмосферу

Оба вейвлета являются кризисными и показывают, по-видимому, потуги человечества в мерах по снижению потребления топлива и выбросов в атмосферу от промышленности.

Влияние на землю. Вейвлеты и вторая часть тренда направлены на рост влияния топлива и промышленности на землю (рис. 4).

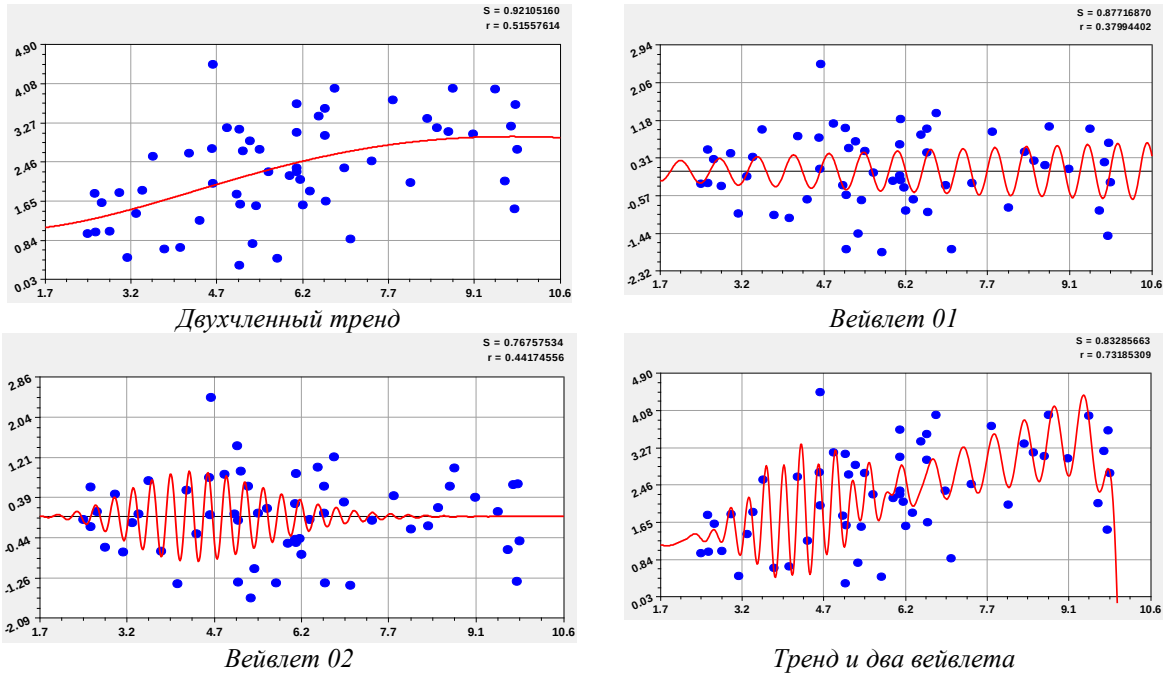


Рисунок 4. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния ископаемого топлива и промышленности на землю

Опасность заключается также в том, что полупериод колебания с увеличением влияния топлива и промышленности уменьшается, то есть частота колебания учащается. Тогда возникает опасность перехода в тремор.

7. Сильные бинарные отношения влияния океана

Океан кризисно двумя вейвлетами сдерживает рост бюджета углерода от роста ископаемого топлива и промышленности, а также и от увеличения выбросов в атмосферу (табл. 8). Но одновременно увеличивает бюджет углерода в землепользовании.

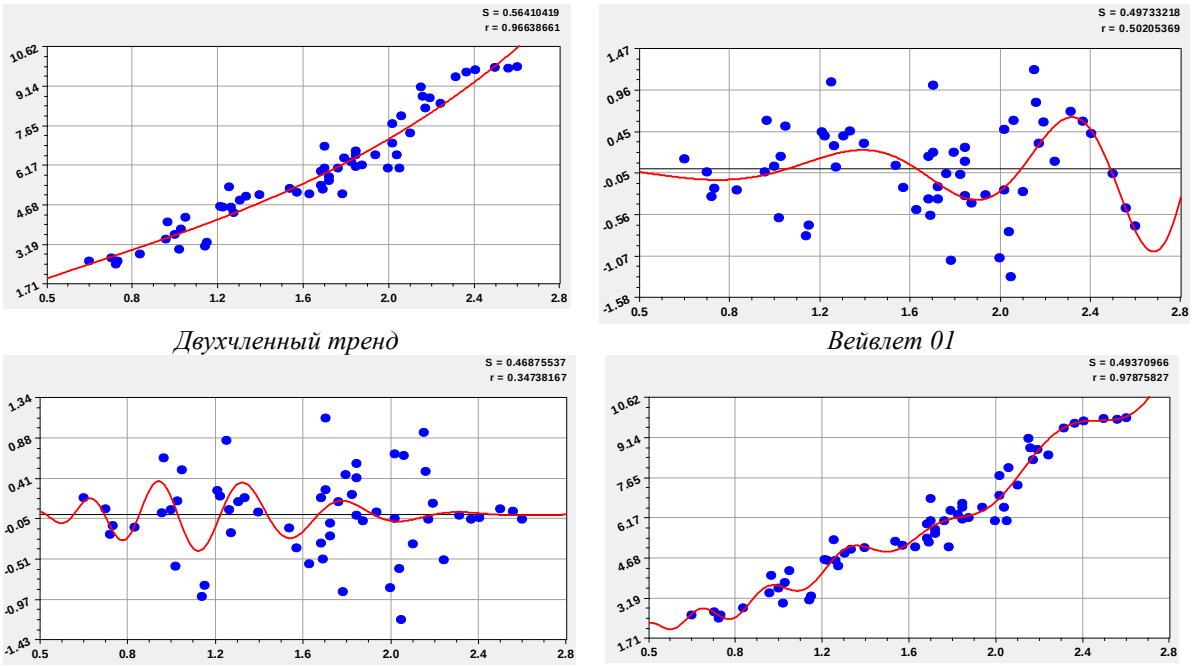
Таблица 8.

Параметры моделей влияния океана

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корр. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Влияние “Ocean sink C_{os}” на “Fossil fuel and industry C_{fi}"									
1	6.58906e-9	0	-17.40037	0.16764	0	0	0	0	0.9788
2	3.20583	0.63696	0	0	0	0	0	0	
3	-0.19917	0	-0.057909	3.42206	0.75208	-0.14401	0.60204	-1.85413	
4	-1.14769	1.83509	1.10304	1.39664	-0.00088017	0.070062	0.58053	4.33823	
Влияние “Ocean sink C_{os}” на “Land-use change emissions C_{le}"									
1	137.93433	0	4.53808	0.035064	0	0	0	0	0.8544
2	-0.087129	4.98107	0.012058	9.54314	0	0	0	0	
3	8.68594	0	4.65423	0.31989	0.25015	-0.018746	1.48958	-2.39893	
4	5.76051e8	188.66107	77.68244	0.99890	0.067488	-0.0059046	0.86542	-0.76599	
Влияние “Ocean sink C_{os}” на “Atmospheric growth C_{ag}"									
1	0.00016695	0	-2.93707	1.16486	0	0	0	0	0.7624
2	2,14533	0.70316	0	0	0	0	0	0	
3	-8910.2618	4.13469	11.03405	0.19257	2.86814	-2.33523	0.12456	-0.19935	
4	-17.18650	3.40255	3.88892	0.71217	2.18683	-1.12027	0.48291	-3.79905	

Таким образом, океан выполняет функцию конденсатора, у которого частота разряжений возрастает (отрицательные знаки перед параметром a_{6i}) с ростом влияния океана.

Влияние на ископаемое топливо и промышленность. Океан (рис. 5) влияет двумя законами роста по тренду.



Двухчленный тренд *Вейвлет 01*

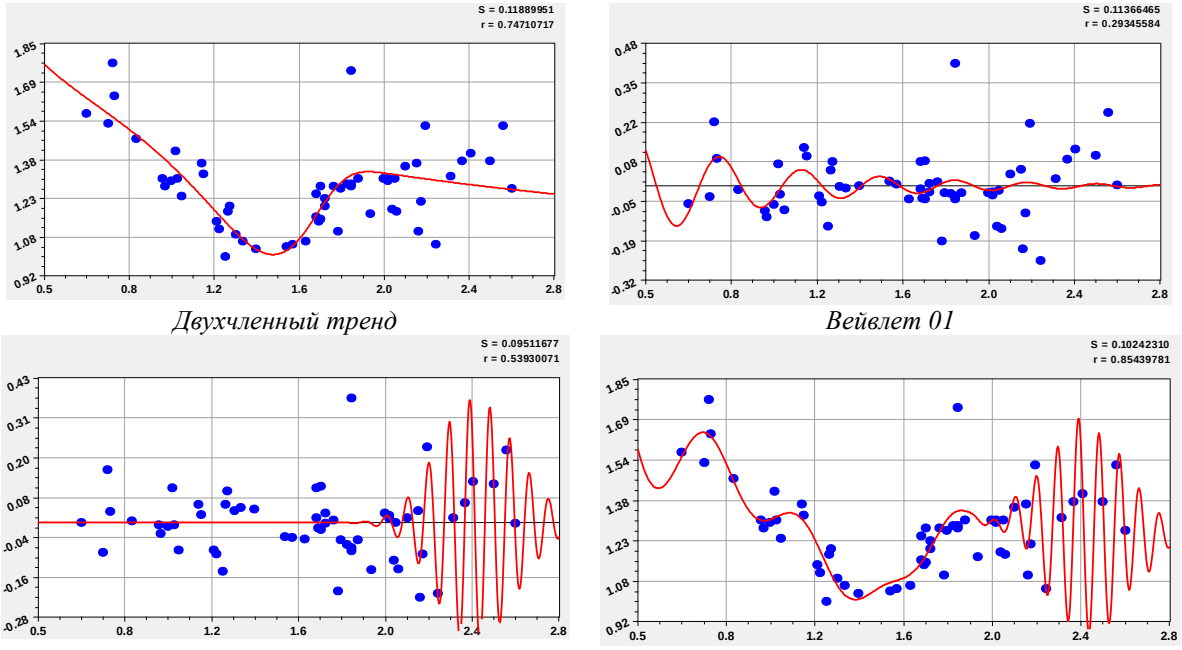
Вейвлет 02 *Тренд и два вейвлета*

Рисунок 5. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния океана на ископаемое топливо и промышленность

Первая составляющая является законом экспоненциального роста, который показывает естественную тенденцию взаимного обмена между этими двумя факторами. Аналогичный закон наблюдался и в таблице 7. Конструкция второго члена тренда отличается: влияние океана на топливо выполняется по закону показательного роста, а прямое влияние топлива на океан по таблице 7 выполняется с некоторым торможением по биотехническому закону. В итоге океан становится опасным регулятором глобального бюджета углерода.

Общий график от четырех членов модели (1) оказывает стремительный рост ископаемого топлива и промышленности. В итоге океан выступает как живое существо, ускоряя совместно с человечеством потребление ископаемого топлива и как бы развивая дополнительно промышленность. Рост человечества и его потребления ведут к росту влияния океана.

Влияние на землепользование. Естественный первый член тренда (рис. 6) по закону экспоненциальной гибели показывает стремление океана снизить бюджет углерода от землепользования. Второй член тренда по биотехническому закону создает «энергетическую яму» при значениях влияния океана около 1.5.



Двухчленный тренд *Вейвлет 01*

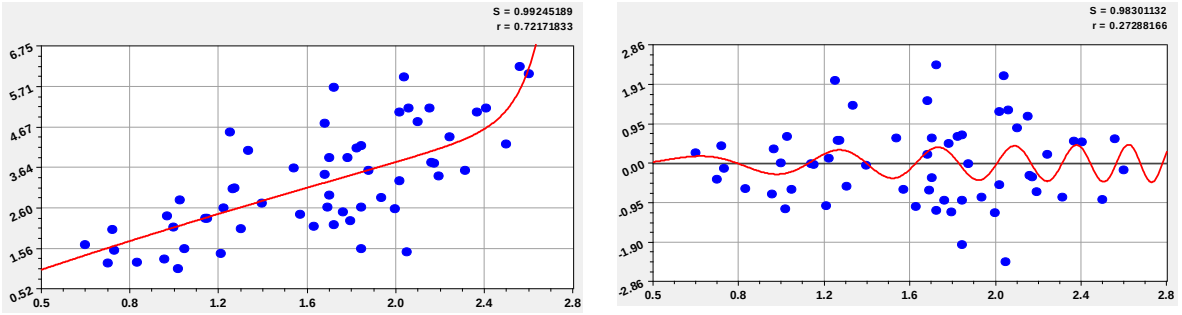
Вейвлет 02 *Тренд и два вейвлета*

Рисунок 6. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния океана на землепользование

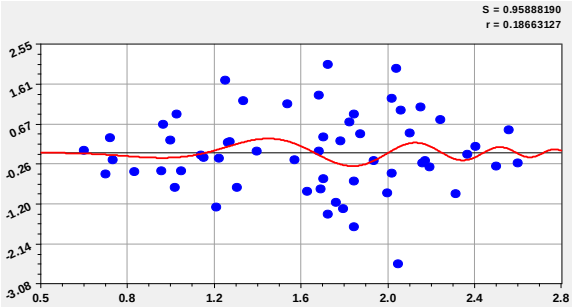
Таким образом, в глобальном бюджете углерода существует минимум влияния океана на землепользование. После уровня 2.0 влияния океана в землепользовании происходит высокая турбулентность, которая по конечномерному второму вейвлету затем исключается. Первый вейвлет снижается по амплитуде и имеет наибольшие значения при малых значения влияния океана. Тогда можно предложить глобальный бюджет углерода океаном как индикатор качества землепользования: нужно добиться влияния океана в пределах 1.3-1.5.

Влияние на выбросы в атмосферу. Оба вейвлета по данным таблицы 8 тормозят увеличению углерода от выбросов в атмосферу (рис. 7).

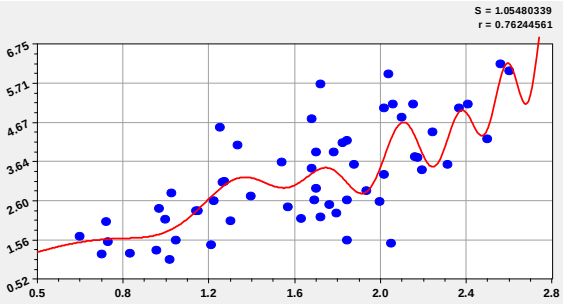
Но по тренду происходит резкий рост по двум законам, особенно при влиянии океана более 2.4.



Двухчленный тренд *Вейвлет 01*



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 7. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния океана на выбросы в атмосферу

Океан выполняет функцию колеблющегося поглотителя от выбросов в атмосферу, но сам с увеличением собственного бюджета углерода резко также увеличивает и бюджет углерода от выбросов в атмосферу. Тогда можно предположить, что после уровня влияния океана 2.4 происходит дополнительный выброс в атмосферу углерода с глубин океана.

8. Сильные бинарные отношения влияния выбросов в атмосферу

Ископаемое топливо, океан и выбросы в атмосферу (табл. 9) образуют наиболее значимую триаду. При этом все взаимные бинарные отношения в триаде имеют сильный уровень адекватности.

Тогда можно предположить, что между пятью факторами существуют многофакторные отношения (не только бинарные, но и между тремя, четырьмя и даже пятью факторами). Такие многофакторные отношения можно изучать в отдельной статье.

При этом углерод в выбросах в атмосферу повышает загрязнение океана и требует роста потребностей в ископаемом топливе и развитии промышленности. Так в троице факторов образуются сильные взаимные бинарные отношения.

Тогда, глобальный углерод в атмосфере становится активным участником обменных процессов на планете Земля. Атмосфера, как и океан, выступает как живое. С ними происходит конкуренция роста численности человечества.

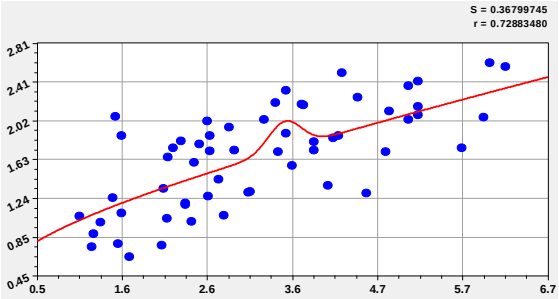
Таблица 9.

Параметры моделей влияния выбросов в атмосферу

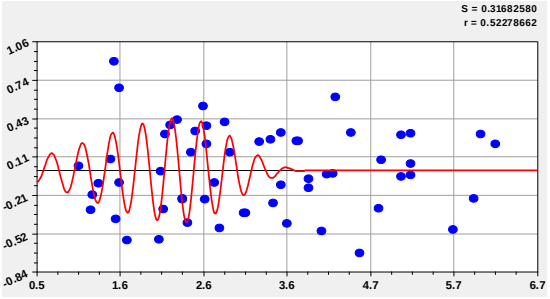
Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x/(a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корр. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Влияние “Atmospheric growth C_{ag}” на “Ocean sink C_{os}"									
1	0.25546	0	-1.39408	0.25055	0	0	0	0	0.8663
2	1.25866e-74	187.94258	1.62702	2.95949	0	0	0	0	
3	0.21297	0.98315	0.00052728	6.64175	0.25766	-0.041187	0.39424	2.94488	
4	9.21450e-22	100.20575	22.51768	1.00804	0.016915	0.0098342	1.07216	4.14502	
Влияние “Atmospheric growth C_{ag}” на “Fossil fuel and industry C_{fi}"									
1	7.04436	0	2.09444	1	0	0	0	0	0.8469
2	4.13020	1.44446	0.59398	0.66907	0	0	0	0	
3	-2.67640e8	3.33471	19.53517	0.15151	0.14646	0.0095580	0.93123	0.38730	
4	-0.016370	0	-2.06031	0.47827	1.38965	-0.81072	0.065915	-0.40203	

По-видимому, аналогично можно провести факторный анализ и по другим парниковым газам.

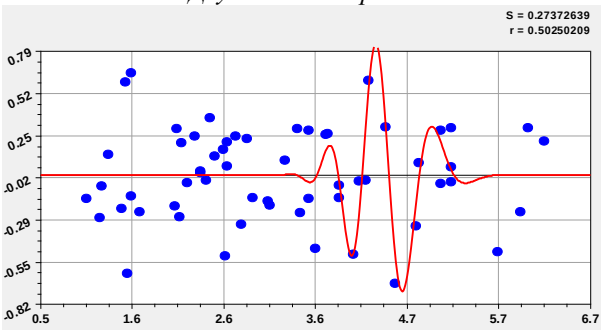
Влияние на океан. Все четыре члена влияния выбросов в атмосферу дают рост углерода в океане (рис. 8). Но оба вейвлета существуют на малых и средних влияниях атмосферы.



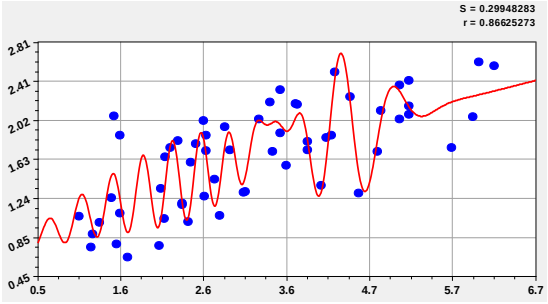
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 8. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния выбросов в атмосферу на океан

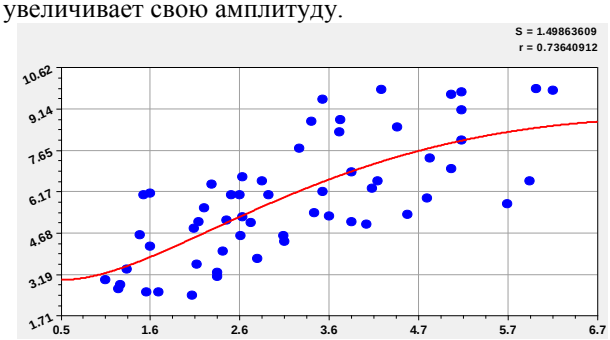
Поэтому складывается впечатление из общего графика на рисунке 8, что после уровня 5.5 океан прекращает колебательную адаптацию и переходит на новое качественное состояние. А до этого уровня океана, как живое существо, пытается приспосабливаться к изменениям углерода в выбросах в атмосферу. Аналогично, по-видимому, происходит и по другим газам.

Влияние на ископаемое топливо и промышленность. А на рост ископаемого топлива и промышленности увеличение выбросов в атмосферу влияет по-другому (рис. 9).

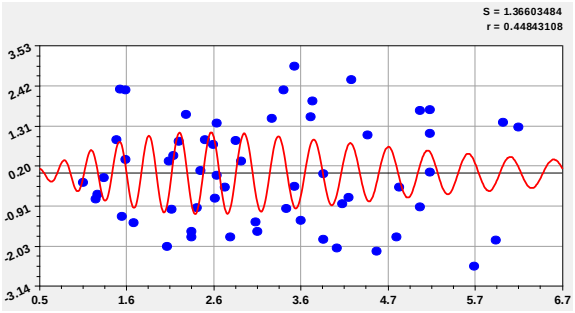
Оба вейвлета направлены против роста влияния выбросов в атмосферу, хотя второй вейвлет увеличивает свою амплитуду.

Первый естественный член тренда показывает, что с ростом влияния выбросов в атмосферу ископаемое топливо и промышленность могут даже снижаться.

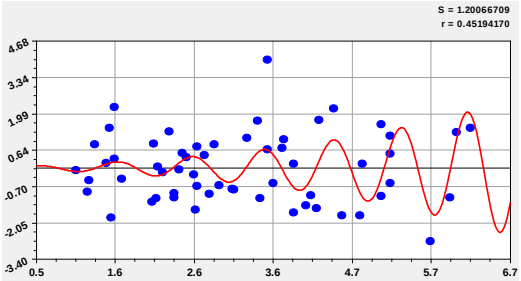
Второй член, как результат антропогенного воздействия, изменяется по биотехническому закону стрессового возбуждения. Это стресс человечества постепенно должен понижаться из–за возрастающего осознания того факта, что нужно добиться безотходного потребления искомого топлива и создавать безотходную промышленность.



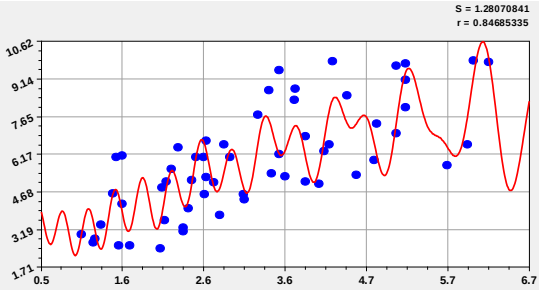
two-term trend



wavelet 01



wavelet 02



trend and two wavelets

Рисунок 9. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния выбросов в атмосферу на ископаемое топливо и промышленность

Неустойчивая экологическая политика в области выбросов в атмосферу, как видно из общего графика на рисунке 9, может привести к сильной раскачке бюджета углерода в ископаемом топливе и промышленности. И это становится опасным для будущего процессом.

9. Сильные бинарные отношения влияния поверхности земли

Новым в этом влиянии (табл. 10) становится высокая адекватность изменения дисбаланса глобального бюджета углерода и землепользования.

Бюджет углерода океана также сильно и высоко значимо зависит от состояния поверхности земли.

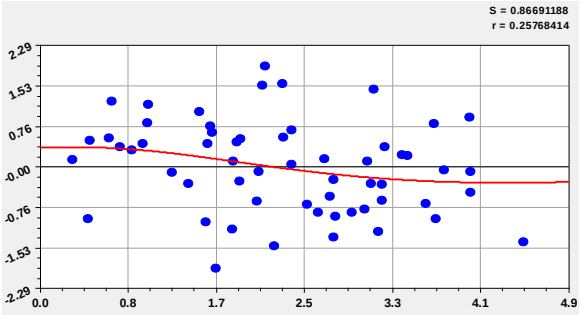
Влияние на дисбаланс бюджета углерода. Дисбаланс по естественному члену тренда уменьшается с увеличением влияния земли.

Таблица 10.

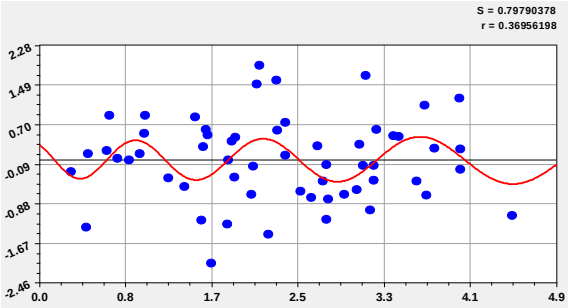
Параметры моделей влияния поверхности земли

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корр. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Влияние “Land sink C_{ls}” на “Budget imbalance C_{bi}"									
1	1.23479	0	1.03297	1	0	0	0	0	0.7536
2	-2.90914e-5	12.51721	4.97441	0.32151	0	0	0	0	
3	-0.59710	0	0.29942	1	0.44874	0.058340	1	-4.17378	
4	-0.96791	0.52141	0.035371	3.00086	-0.026619	0.064431	0.18311	5.28491	
Влияние “Land sink C_{ls}” на “Ocean sink C_{os}"									
1	5.04749	0	4.06527	1	0	0	0	0	0.7531
2	1.39917	0.94695	0.24920	1	0	0	0	0	
3	8.47034e8	5.25578	20.82847	0.28660	-0.012314	0.17255	0.42401	5.28847	
4	-3.67277	0.46789	2.36322	0.31338	0.13162	-0.020905	0.28367	-3.76227	
Влияние “Land sink C_{ls}” на “Land-use c hange emissions C_{le}"									
1	0.039996	0	-3.90730	0.088981	0	0	0	0	0.7159
2	-27.49811	2.28234	3.77259	0.30389	0	0	0	0	
3	1.22718e7	3.13379	17.82937	0.21026	0.19822	8.65030e-5	2.68274	2.93119	
4	-1.65484e-12	201.23918	64.96234	1.00113	0.046343	-2.42284e-5	1	0.75277	

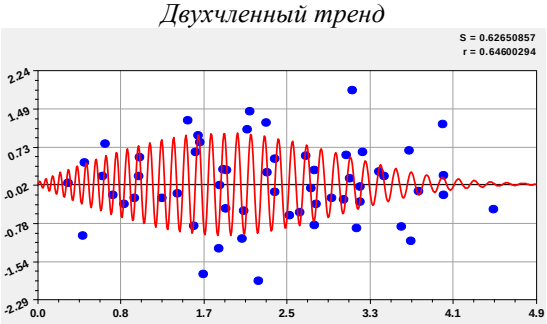
По-видимому, это изменение зависит от снижения погрешности измерений с возрастанием бюджета углерода земной поверхности. Второй член с отрицательным знаком показывает стрессовое возбуждение, прежде всего ученых, которые стремятся повысить точность измерений (рис. 10).



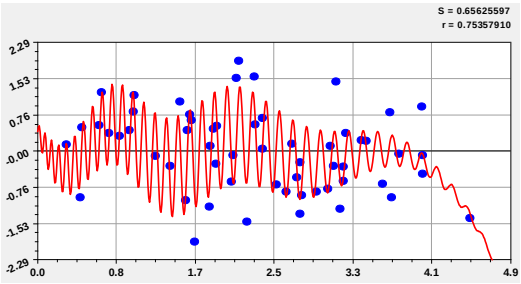
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



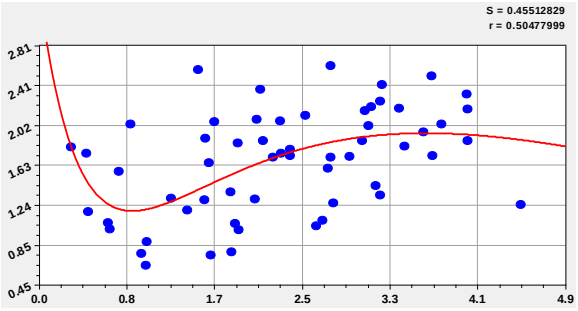
Тренд и два вейвлета

Рисунок 10. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния земли на дисбаланс глобального бюджета углерода

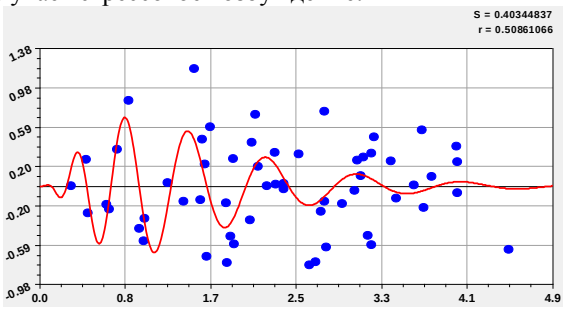
Оба вейвлета также направлены на снижение дисбаланса углерода. Они показывают, что усилия ученых происходят с переменным успехом. Однако, как видно из рисунка 10, с увеличением влияния земли более 4.0, дисбаланс углерода резко нарастает в отрицательную сторону.

Такое поведение также, по-видимому, недопустимо, так как дисбаланс должен колебаться около нулевого значения.

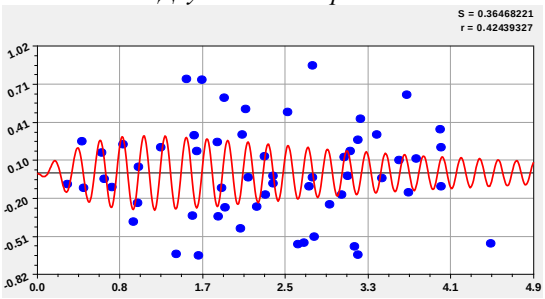
Влияние на океан. Тренд (рис. 11) по естественному члену уменьшается по закону экспоненциальной гибели, а по биотехническому закону получает стрессовое возбуждение.



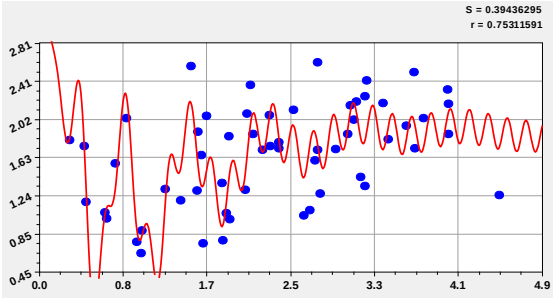
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02

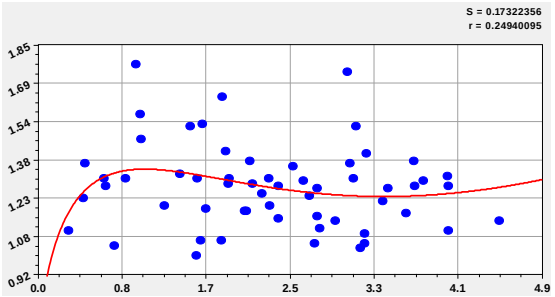


Тренд и два вейвлета

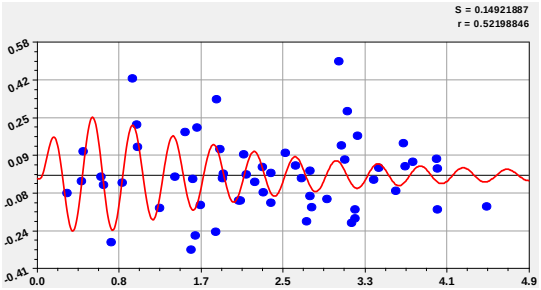
Рисунок 11. Графики первых четырех членов общей модели (1) влияния земли на ***океан***

В итоге по обоим членам получается минимум влияния земли около 0.8 на океан. Оба вейвлета теряют свойства колебательной адаптации океана при росте углерода земли. Общий график на рисунке 11 показывает, что с ростом бюджета углерода на поверхности земли стабилизируется океан. Тогда рекомендуется разными способами снизить второй член тренда.

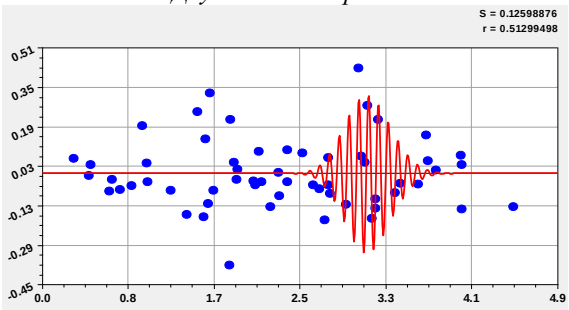
Влияние на землепользование. Это влияние (рис. 12) является сложным.



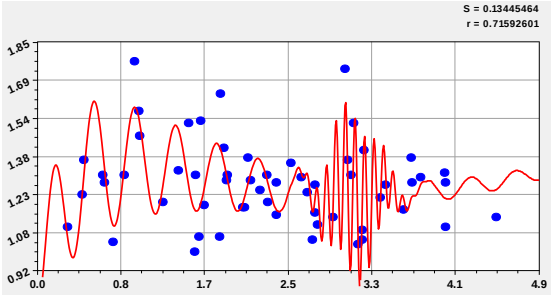
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 12. Графики четырех членов общей модели (1) влияния земли на землепользование

Естественный член тренда показывает рост бюджета углерода при землепользовании с увеличением земли, в основном, за счет повышении растительного покрова. Второй член тренда в виде биотехнического закона с отрицательным знаком

показывает антропогенное истощение растительного покрова на суше Земли. При этом первый вейвлет помогает росту влияния земли, уменьшаясь по амплитуде. Второй вейвлет показывает временный тремор, а общий график на рисунке 12, после уровня влияния земли 3.8, медленный рост бюджета углерода в землепользовании.

Для дальнейшего анализа необходимо знать, что эвристически заложено в объеме понятий каждого фактора глобального бюджета углерода.

10. Заключение

Представленные закономерности с волновыми составляющими колебательного возмущения получают высокие значения критерия тесноты связи в сравнении с трендами. Выявленные закономерности показали, что тренд имеет грубую точность, но она может быть применена в ориентировочных расчетах, а также для составления прикидочных рекомендаций.

На примере глобальной динамики углерода с 1959 по 2016 годы доказана применимость вейвлет анализа методом идентификации уравнения (1) колебания с переменными амплитудой и периодом колебаний. Для факторного анализа во всех уравнениях первые четыре члена получились по вычислительным возможностям программной среды CurveExpert-1.40, из которых первые два члена относятся к тренду. Тренд нами понимается как сумма волновых составляющих, которые имеют период колебания, приближающийся к бесконечности.

Концепция колебательной адаптации в глобальном бюджете углерода имеется, так как между выделенными в [1] факторами имеются волновые уравнения.

Коэффициент корреляционной вариации**,** то есть мера функциональной взаимосвязи между параметрами системы, равен 22.4245 / (5×6) = 0.7475. по сравнению с трендами по таблице 2 адекватность системы повысилась в 0.7475 / 0.5033 ≈ 1.5 раза. Выявление вейвлетов можно продолжить и дальше. Этот факт означает, что в [1] даны добротные данные.

Рейтинг факторов по трендам и вейвлетам оказался одинаковым. Как влияющая переменная на первом месте оказался параметр “Fossil fuel and industry C_{fi}”, на втором – “Ocean sink C_{os}” и на третьем месте – “Atmospheric growth C_{ag}”. Как зависимый показатель на первом месте находится “Ocean sink C_{os}”, на втором – “Fossil fuel and industry C_{fi}” и на третьем – “Land-use change emissions C_{le}”.

Литература

1. Le Quéré et al. The Global Carbon Budget 2017. Last updated on 9 March 2018. Version 1.3 (Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx).

2. P. Ciais et al. Carbon accumulation in European forests. 2008. Nature Geosci 1(7): 425-429. DOI: 10.1038/ngeo233.

3. P.M. Mazurkin. Method of identification. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference, Geology and Mining Ecology Management*, SGEM, 2014, 1(6), pp. 427-434. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946541076&partnerID=40&md5=72a3fcce31b20f2e63e4f23e9a8a40e3

4. Мазуркин П.М. Географическое распределение пробных площадей березняков Северной Евразии. www.doi.org: 2017. 8с. Doi 10.18411/e-2016-014.

5. Мазуркин П.М. Ранговые распределения параметров кривых высот по дендрорядам разновозрастного сосняка Сибири // Матер. 5-й научно-практ. internet-конф. «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики» 27-28 января 2015 г. Ульяновск: SIMJET, 2015. С. 92-102. Doi 10.18411/d-2016-123.

6. Мазуркин П.М. Структурно-функциональные параметры дендрорядов разновозрастного сосняка Сибири по кривым высот // Матер. 5-й научно-практ. internet-конф. «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики» 27-28 января 2015 г. Ульяновск: SIMJET, 2015. С. 103-112. Doi 10.18411/d-2016-126.

7. Мазуркин П.М. Факторный анализ колебательных возмущений дендрорядов разновозрастного сосняка Сибири по кривым высот // Матер. 6-й научно-практ. internet-конф. «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики» 14-15 мая 2015 г. Ульяновск: SIMJET, 2015. С. 67-76. Doi 10.18411/d-2016-125

8. P.M. Mazurkin. Factor analysis of influence of parameters of water regime and hydrologigal changes on pastures. www.doi.org: 2016. 9 p. Doi 10.18411/d-2016-155.

9. Мазуркин П.М. Факторный анализ показателей качества почвы по типам леса (по данным J. Ilvessalo из книги А.К. Каяндера о лесах Южной Финляндии) // VI Междунар. научно-практ. конф. «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». СПб.: Общественная научная организация «Наука и хозяйство». № 1(6). 2015. С. 36-43.

10. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Динамика онтогенеза листьев дерева. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. 172 с. ISBN 978-5-8158-1448-6

11. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Закономерности онтогенеза листьев деревьев. Динамика роста листьев липы и березы в чистой и загрязненной автомобильными выхлопами городской среде. Германия: LAB LAMBERT Academic Publishing, 2015. 100 с. ISBN 978-3-659-68893-2.

12. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Элементы растительного покрова города. Рейтинг древостоев и кустарников городской среды по лучшему кадастровому кварталу. Германия: LAB LAMBERT Academic Publishing, 2016. 100 с. ISBN 978-3-659-89243-1.

13. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Элементы растительного покрова городской среды. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 176 с. ISBN 978-5-8158-1448-6.

14. Мазуркин П.М., Кудряшова А.И. Факторный анализ зоны многоэтажных жилых домов. www.doi.org: 2017. 27с. Doi 10.18411/e-2016-015.

15. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Факторный анализ сельхозугодий России // Матер. II междунар. научно-практ. конф. «Социально-экономическое развитие территории». Пенза: ПГУАС, 2015. С. 166-174. Doi 10.18411/a-2017-030.

ВОЛНОВЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ УГЛЕРОДА
(по данным Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx)

Мазуркин Петр Матвеевич
Докт. техн. наук, проф.,
Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия

WAVE REGULARITY GLOBAL DYNAMICS OF CARBON
(according to Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx)

Mazurkin Peter Matveevich
Doc. tech. Sciences, Prof., Volga State Technological University,
Yoshkar-Ola, Russia

Аннотация.

Методом идентификации проведен вейвлет анализ ежегодной динамики с 1959 по 2016 годы шести факторов глобального бюджета углерода и получены двухчленные тренды и множества вейвлетов с переменными амплитудой и периодом колебаний. Показаны особенности изменения параметров вейвлетов. Для вектора роста глобального бюджета углерода выделены положительные и отрицательные вейвлеты. Показаны критические для будущего вейвлеты с амплитудой по закону показательного роста. Кроме первого члена, показывающего естественный процесс, все остальные составляющие общей модели характеризуют, как правило, природно-антропогенное или даже антропогенное влияние. При этом двухчленный тренд является предельным состоянием двух вейвлетов с периодом, равным бесконечности. Более трудным является изучение и последующее изменение влияния океана и выбросов в атмосферу. Необходим технологический прорыв во влиянии ископаемого топлива и промышленности. По влиянию ископаемого топлива и промышленности на бюджет углерода вектор поведения человечества понятен – нужна технологическая революция для формирования безотходной промышленности с безотходными технологиями использования ископаемого топлива. Иначе влияние океана на глобальный бюджет углерода будет только нарастать.

Abstract.

The wavelet analysis of the annual dynamics from 1959 to 2016 of six factors of the global carbon budget is carried out by the method of identification and two-term trends and sets of wavelets with variable amplitude and period of oscillations are obtained. The features of changing the parameters of wavelets are shown. Positive and negative wavelets are identified for the growth vector of the global carbon budget. The critical wavelets with amplitude according to the law of exponential growth are shown for the future. In addition to the first term showing the natural process, all other components of the General model characterize, as a rule, natural-anthropogenic or even anthropogenic influence. In this case, the two-term trend is the limit state of two wavelets with a period equal to infinity. More difficult is the study and subsequent change in the effects of ocean and atmospheric emissions. A technological breakthrough in the impact of fossil fuels and industry is needed. The impact of fossil fuels and industry on the carbon budget vector of human behavior is clear – a technological revolution is needed to form a waste-free industry with waste-free fossil fuel technologies. Otherwise, the impact of the ocean on the global carbon budget will only increase.

Ключевые слова: углерод, бюджет, данные, динамика, вейвлет анализ, закономерности.
Keywords: carbon, budget, data, dynamics, wavelet analysis, patterns.

1. Введение

Для моделирования ежегодной глобальной динамики углерода по данным [1] (в части Historical CO_2 budget в файле Global Carbon Budget) мы применили волновые уравнения с переменными амплитудой и периодом колебаний.

В мире появилось много данных по годам.

Известно [2], например, что европейские леса интенсивно используются для производства изделий из древесины, но они также образуют поглотитель углерода. Отрадно, что условия окружающей среды в сочетании с типом лесоводства, который был разработан за последние 50 лет, могут эффективно поглощать углерод в течение десятилетий, сохраняя при этом леса, которые удовлетворяют спрос на древесину. В этой и других статьях применяются линейные или приводимые к линейным формам уравнения.

Целью парижского соглашения является «удержание повышения глобальной температуры намного ниже 2 °C выше доиндустриального уровня и продолжение усилий по ограничению повышения температуры до 1,5 °C. Стороны также обязались достичь этой цели путем сокращения чистых выбросов «для достижения баланса между антропогенными источниками и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине этого столетия», и, следовательно, косвенно добиться не геотехническими мерами планетарного альбедо. Встает вопрос, при каких условиях эта цель является геофизической? [3].

Мы считаем, что одним из условий является выявление устойчивых закономерностей [8-14] по накопленным статистическим данным. А эти закономерности позволят лучше осознавать прошлое и спрогнозировать те или иные возможные варианты поведения людей, принимающих решения. При этом наш метод идентификации общего уравнения вейвлета (уединенной волны) по измеренным статистическим данным позволит дополнить и уточнить сценарии смягчения климата до 2100 года, изложенные в статье [3]. Другим условием станет идентификация самих сценариев по их количественным данным динамики на возможность их достоверности. При этом достоверными будут только те сценарии, для которых будут получены волновые уравнения высокой адекватности.

По данным из статьи [4] известно, если CO_2 продолжит расти дальше в двадцать третьем веке, то связанное с этим значительное увеличение радиационного воздействия и того, как будет реагировать земная система, вероятно, не будет иметь геологического прецедента в последние полмиллиарда лет. Здесь изменение климата исследовано за 420 тысяч лет. Тогда все выявленные по прошлым статистическим данным можно будет сгруппировать и давать, на основе их анализа, правдоподобные сценарии будущего поведения людей на нашей планете. Однако и в этой статье [4], хотя динамика показывает явно волновые изменения, даются только тренды в виде линейных уравнений.

Для нашего метода идентификации важны первичные факторы, а не их производные (расчетные). Поэтому предложенные в статье [5] индексы могут использоваться только при оценке адекватности выявленных волновых закономерностей, но никак не применяться до их выявления.

В статье [6] на основе анализа роста восьми пород деревьев было выявлено, что из-за глобального потепления в Западной Европе происходит замедление приращения лесов. Но мы заметили, что применены квадратные уравнения, параметры которых не имеют физического смысла. В наших статьях по дендрохронологии [12, 13] и других примерах, например, в изучении множества генов [14], получены одни и те же волновые закономерности с переменными амплитудой и периодом колебания. При этом характерна не одна волна, а жгутвейвлетов.

Бюджет углерода во многом зависит от сценариев изменения парниковых газов, которые в статье [7] рассмотрены вплоть до 2300 года. В дальнейшем можно провести факторный анализ всех количественных сценариев, чтобы дать характеристику связям между отдельными факторами.

Здесь также применяется метод идентификации обобщенного вейвлета.

2. Исходные данные

Глобальный углеродный бюджет на 2017 год – это совместная работа мирового научного сообщества по углеродному циклу, координируемая Глобальным углеродным проектом [1] (табл. 1).

Таблица 1.

Данные по глобальному бюджету углерода [1]

Год	Время, лет	fossil fuel and industry	land-use change emissions	atmospheric growth	ocean sink	land sink	budget imbalance
	t	C_{fi}	C_{le}	C_{ag}	C_{os}	C_{ls}	C_{bi}
1959	0	2.45	1.77	2.04	0.77	0.98	0.44
1960	1	2.57	1.64	1.51	0.78	1.81	0.11
1961	2	2.58	1.57	1.65	0.65	1.02	0.83
1962	3	2.69	1.53	1.19	0.75	1.62	0.66
1963	4	2.83	1.47	1.21	0.88	1.03	1.19
…	…	…	…	…	…	…	…
2012	53	9.67	1.38	5.05	2.38	2.08	1.54
2013	54	9.77	1.41	5.17	2.42	3.20	0.39
2014	55	9.85	1.38	4.24	2.51	3.66	0.82
2015	56	9.83	1.52	6.23	2.57	1.50	1.05
2016	57	9.88	1.27	6.04	2.61	2.73	-0.23

Условные обозначения параметров из таблицы 1:

t - время в годах с момента регистрации исходных данных [1], $t = 0$ для 1959 года;

C_{fi} - emissions from fossil fuel combustion and industrial processes (uncertainty of ±5% for a ± 1 sigma confidence level); выбросы от сжигания ископаемого топлива и промышленных процессов (неопределенность ± 5% для уровня достоверности ± 1 сигма);

C_{le} - emissions from land-use change (uncertainty of ±0.7 GtC/yr); выбросы от изменений в землепользовании (погрешность ± 0,7 ГтС / год);

C_{ag} - the atmospheric CO_2 growth rate (variable uncertainty around 0.2 GtC/yr from 1980) is estimated directly from atmospheric CO_2 concentration measurements, NOAA/ESRL; скорость роста CO_2 в атмосфере (переменная неопределенность около 0,2 ГтС / год с 1980 года) оценивается непосредственно из измерений концентрации CO_2 в атмосфере, NO-AA / ESRL;

C_{os} - the ocean sink (uncertainty of ±0.5 GtC/yr) is estimated from the average of several global ocean biogeochemistry models that reproduce the observed mean ocean sink of the 1990s; поглощение океана (неопределенность ± 0,5 ГтС / год) оценивается по среднему значению нескольких глобальных моделей биогеохимии океана, воспроизводящие наблюдаемое среднее поглощение океана 1990-х годов;

C_{ls} - the land sink (uncertainty of ±0.9 GtC/yr on average) was estimated from the average of several dynamic global vegetation models that reproduce the observed mean total land sink of the 1990s; поглотитель земли (неопределенность в среднем ± 0,9 ГтС / год) был оценен по среднему значению нескольких динамических глобальных моделей растительности, которые воспроизводят наблюдаемый средний общий сток земли в 1990-х гг.;

C_{bi} - the budget imbalance is the sum of emissions (fossil fuel and industry + land-use change) minus (atmospheric growth + ocean sink + land sink); it is a measure of our imperfect data and understanding of the contemporary carbon cycle; бюджетный дисбаланс - это сумма выбросов (ископаемое топливо и промышленность + изменения в землепользовании) минус (атмосферный рост + океанский сток + раковина); это мера наших несовершенных данных и понимания современного углеродного цикла.

3. Метод идентификации

3.1. Концепция моделирования по статистическим выборкам. Статистическая выборка – это многофакторное числовое поле в виде ***табличной модели***. Этим определением она отличается от таблиц статистических изысканий. Причем необязательно все клетки таблицы должны быть заполненными.

При этом табличная модель необязательно имеет эвристические пояснения. Как правило, авторы измерений, приводя в своих публикациях таблицы данных, дают неверные содержательные толкования. Этот феномен эвристической формализации связан с тем, что таблица результатов измерений, даже если она составлена авторами правильно, не может быть содержательно осмыслена без проведения факторного анализа с математическим моделированием связей между парами факторов для выявления бинарных связей [8-14].

Тогда первичной становится табличная модель (исходное числовое поле), качество которой оценивается по погрешности проведенных измерений, а вторичным является искомое сложное алгебраическое уравнение (в смысле Декарта), составленное из инвариантов (в смысле кирпичиков Гильберта). Этот процесс есть ***статистическая идентификация***. Сама первообразная в виде неизвестного интегрального уравнения становится не нужным, хотя, может быть, кто-то и сумеет получать интегралы по нашим моделям.

Это – великое созидание, как уравнения Максвелла в электромагнетизме.

3.2. Детерминированная модель. В общем случае не волновая модель (тренд) содержит сумму двух биотехнических законов в виде уравнения

$$y_m = y_{m1} + y_{m2},$$
$$y_{m1} = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4}),$$
$$y_{m2} = a_5 x^{a_6} \exp(-a_7 x^{a_8}), \qquad (1)$$

где y_m – тренд, x – объясняющая переменная, $a_1 ... a_8$ – параметры модели (1).

При этом каждый параметр модели (1) имеет физический смысл.

Не волновой характер общая модель (1) получает в двух случаях:

1) когда ***шаг дискретности измерений*** слишком большой по сравнению с периодом колебательного возмущения измеряемого реального процесса (например, импульс электрокардиограммы требует регистрации через 0,001 с);

2) когда ***интервал процесса измерений*** мал по сравнению с полупериодом колебательного возмущения измеряемого показателя (например, среднегодовая температура в точке Земли требует регистрации за 1000 лет и более).

3.3. Асимметричный вейвлет. Мы придерживаемся концепции Декарта о необходимости применении алгебраического уравнения общего вида напрямую как конечного математического решения неизвестных интегральных уравнений. Для обобщения был предложен новый класс волновых функций [8-14].

Условиям существования в реальной действительности наиболее полно удовлетворяет обобщённая ***асимметричная вейвлет-функция*** вида

$$y = \sum_{i=1}^{m} y_i, \; y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}} \exp(-a_{8i} x^{a_{9i}}) - a_{10i}), \qquad (2)$$

где y - показатель (зависимый фактор), i - номер составляющей (2), m - количество членов в модели (2), причем косинус является связующим звеном между геометрией и алгеброй, x - объясняющая переменная (влияющий фактор), $a_1 ... a_{10}$ - параметры, принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации математического конструкта (2).

В большинстве случаев для идентификации искомых закономерностей по известным табличным моделям достаточна усеченная конструкция (по формуле частоты колебания) асимметричного вейвлета типа

$$y = \sum_{i=1}^{m} y_i \,,\; y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i}). \qquad (3)$$

Количество m членов в наших примерах достигала до 440 и более.

Как правило, общая стохастическая волновая функция (3), в которой не волновые части (1) становятся частными случаями и показывают детерминированное на интервале времени измерений поведение объекта исследования. Это позволяет идентифицировать составной статистической моделью поведение многих математических, астрономических, биологических и экологических, социально-экономических и иных объектов.

3.4. Динамический ряд как череда сигналов. Физико-математический подход предполагает понимание смысла ***динамического ряда*** как отражения какого-то составного процесса или же множества последовательно и параллельно происходящих природных и/или природно-антропогенных процессов.

Впервые удалось получать модели многих типов рядов динамики [8-14] на концепции аддитивного разложения любого динамического ряда на множество вейвлет-сигналов (несколько сотен).

Сигнал – это материальный носитель информации. А информация нами понимается как ***мера взаимодействия***. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен. Так, например, ряд простых чисел известен несколько тысяч лет, но суть его как множества сигналов до сих пор не была раскрыта. Сигналом может быть любой физический процесс или его часть. Получается, что изменение множества неизвестных сигналов давно известно, например, через ряды гидрометеорологических измерений во многих точках планеты. Однако до сих пор не получены их статистические модели.

Тогда любое уравнение типа (3) можем записать как вейвлет-сигнал вида

$$y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i}), \qquad (4)$$

$$A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}),$$

$$p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}},$$

где A_i - амплитуда (половина) вейвлета (ось y), p_i - полупериод волны (ось x).

По формуле (4) с двумя ***фундаментальными физическими постоянными*** e (число Непера или число времени) и π (число Архимеда или число пространства) образуется изнутри изучаемого явления и/или процесса ***квантованный вейвлет-сигнал***.

Понятие асимметричного вейвлет-сигнала ***кванта поведения*** (квант структуры объекта мы не рассматриваем) позволяет абстрагироваться от физического смысла самих динамических рядов (в общем случае не только динамических) и рассматривать их аддитивное разложение как универсального уравнения Декарта. Причем каждый квант поведения характеризуется кирпичиками Гильберта, образованными из общего уравнения вейвлет-сигнала (4).

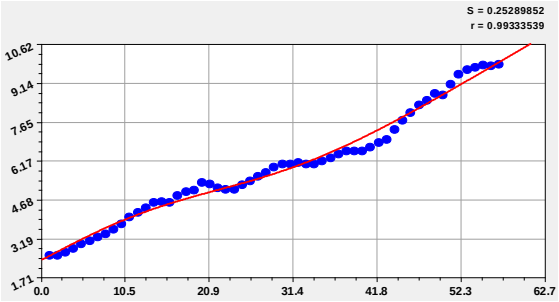
Вначале по двухчленным трендам динамики факторы из таблицы 1 были ранжированы по убыванию коэффициента корреляции от глобального влияния: 1) ископаемого топлива и промышленности 0.9933; 2) океана 0.9820; 3) землепользования 0.8476; 4) выбросов в атмосферу 0.7179; 5) земли 0.4995; 6) бюджетного дисбаланса углерода 0.3779.

4. Динамика ископаемого топлива и промышленности

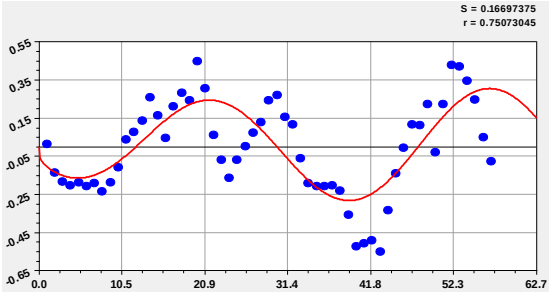
По вычислительным возможностям программной среды CurveExpert-1.40 (URL: http://www.curveexpert.net/) совместно были идентифицированы только первые четыре составляющие (рис. 1).

Всего было получено 28 членов общей модели (табл. 2).

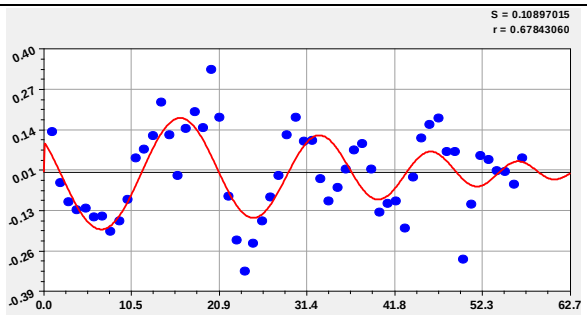
Коэффициент корреляции тренда равен 0.9933, а с дополнением к нему двух вейвлетов адекватность повышается до 0.9988. Первый член тренда по таблице 2 является законом экспоненциальной гибели (модифицированный нами закон Лапласа) и он характеризует естественный процесс. По нему, если бы не было человечества, то произошло бы резкое сокращение углерода от ископаемого топлива и промышленности. Второй член тренда и последующие колебания, как правило, показывают антропогенное влияние на динамику показателя.



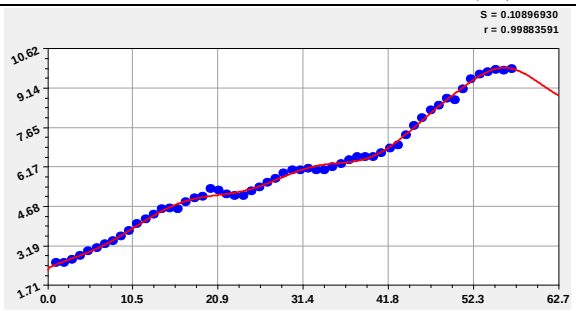
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 1. Графики первых четырех членов общей модели (4) динамики

При этом второй член изменяется по закону показательного роста и пока не имеет торможения (то есть не превращается в биотехнический закон). В сценариях смягчения климата нужно, прежде всего, определять меры по торможению, включая в амплитуду и закон экспоненциальной гибели, а затем и полному исключению второй составляющей из динамики этого фактора.

С коэффициентом корреляции 0.9843 динамика указанного фактора показывается уравнением вида

$$C_{fi} = 2.85699 + 0.045175t^{1.24184}. \quad (5)$$

Таким образом, основной тенденцией становится показательный закон антропогенного воздействия с интенсивностью роста 1.24184, что намного больше 1. Из таблицы 2 видно, что из-за действия первого члена естественной убыли, интенсивность показательного роста равна 0.97160, что чуть меньше 1. Это означает, что есть небольшое торможение дальнейшему росту динамики ископаемого топлива и промышленности.

Первый и второй вейвлеты на рисунке 1 имеют в таблице 2 отрицательный знак, поэтому колебания являются кризисными для роста углерода из-за влияния ископаемого топлива и промышленности. Первое колебание происходит с постоянным полупериодом 14.06653 (или с периодом примерно 28 лет). По-видимому, это нарастающее колебание показывает стремление человечества противостоять антропогенному росту ископаемого топлива и промышленности. Таких позитивных (с отрицательным знаком) для человечества вейвлетов в таблице 2 насчитывается 13. На их амплитудно-частотную характеристику нужно будет обратить самое пристальное внимание.

Таблица 2.

Параметры (4) динамики ископаемого топлива и промышленности

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i}x^{a_{2i}}\exp(-a_{3i}x^{a_{4i}})\cos(\pi x/(a_{5i}+a_{6i}x^{a_{7i}})-a_{8i})$								Коэфф. коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	2.25433	0	0.00010687	2.67940	0	0	0	0	0.9988
2	0.18542	0.97160	0	0	0	0	0	0	
3	-6.92632e-8	4.12795	0	0	14.06653	0	0	-4.17495	
4	-0.18470	0.014835	0.00014825	2.32197	9.97725	-0.0026634	1.70646	2.17367	
5	-0.0036031	1.17929	0.077517	0.99812	40.20140	-0.44217	0.98845	-1.75828	0.1129
6	-1.92442e-5	3.97100	0.17625	0.94966	4.85915	-0.00020244	1.92239	3.77783	0.7724
7	0.093775	0	0.032399	1	3.28831	0.00017281	1	-0.052515	0.5472
8	-5.80011e-5	1.85877	0.010232	1	2.77437	0	0	0	0.4004
9	0.0026318	1.15291	0.081862	0.78620	1.31974	0.00087643	1.34560	2.25585	0.5064
10	-7.00634e-5	4.12667	0.38053	0.91190	1.37610	0.0089241	1.05092	0.52953	0.4573
11	-0.00034020	1.22344	0.0077809	1	1.18695	0.0073923	1.00072	1.15366	0.3472
12	3.27693e-36	26.76358	0.50586	1.00607	0.86151	0.0029501	1.06182	2.83963	0.5469
13	0.093505	0	0.69015	1	583856.8	0	0	-0.059166	0.4857
14	-0.026447	0.61618	0.10652	1	3.16625	-0.014091	1	0.89577	0.5783
15	-1.78236e-8	3.44199	0	0	3.72487	0.0019215	0.99767	-0.12423	0.2490
16	-2.46726e-13	10.54530	0.084269	1.42975	1.01676	0.0020019	1.20407	4.35458	0.4901
17	-9.99901e-9	5.89986	0.15567	1.05376	3.21723	-0.0074124	0.90405	-1.59090	0.4683
18	-1.71515e-6	2.60339	0.032267	0.99447	2.86029	-0.0073571	1.00219	-1.28086	0.2633
19	3.48542e-13	6.49858	0	0	1.41081	-0.0037022	0.99836	6.04676	0.8207
20	0.0035078	0.84128	0.072977	0.97519	6.65771	-0.0074603	1.07608	0.57599	0.6915
21	-0.0042226	2.10386	0.46047	1	0.97163	-0.00036044	1	0.25947	0.6041
22	0.00053127	1.70136	0.19984	0.91007	3.13936	0.036471	0.86097	-1.14509	0.4103
23	3.83737e-6	2.38882	0.052366	0.98911	2.22967	-0.0056133	1.00508	-3.37025	0.4045
24	5.19637e-7	2.97766	0.041091	1.09931	1.39640	0.00087430	1.03045	-1.12853	0.3506
25	3.17426e-7	2.35747	0	0	9.47318	0.00072897	1	1.35702	0.2903
26	4.10836e-5	1.11186	0.010058	0.98118	7.85378	0.13104	1.01314	0.43603	0.2479
27	0.00013311	1.37563	0.073487	0.97731	1.71331	-0.0012402	0.99543	-1.37723	0.3709
28	-1.02099e-6	3.30992	0.083316	1.07366	1.02642	0.00036540	1.07480	-1.30066	0.5060

После 28-го члена процесс идентификации происходит с очень малыми значениями коэффициента корреляции. Постепенно образуется из остатков так называемый «шум», зависящий от погрешности измерений.

Складывается интересная ситуация: по последнему графику на рисунке 1: человечество пытается противостоять тренду роста двумя кризисными (для влияния топлива и промышленности) вейвлетами. В итоге видно, что общий график от четырех членов с 2017 года может уменьшаться и поэтому ориентировочный прогноз заключается в снижении углерода при дальнейшем возрастании добычи ископаемого топлива и развития промышленности.

Тогда единственной альтернативой прогресса становится переход на безотходное сжигание ископаемого топлива и развитие технологий безотходной промышленности.

5. Динамика изменений от океана

Если предыдущие изменения были полностью антропогенными (только человек этим занимается), то влияние океана пока больше относятся к природным процессам (рис. 2, табл. 3). Хотя и здесь влияние человека велико.

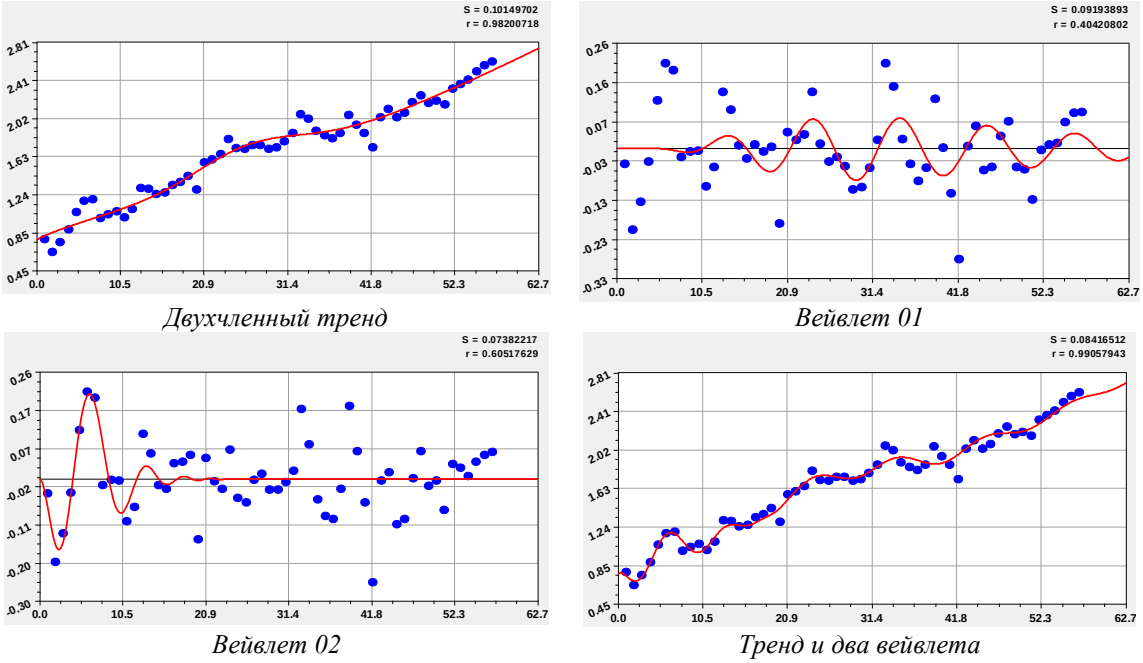


Рисунок 2. Графики первых четырех членов общей модели (4) динамики изменений от влияния океана

К сожалению для людей, глобальный бюджет углерода от влияния океана только нарастает по закону экспоненциального роста (первый естественный член тренда).

В 1959 и 2016 годах по данным таблицы 1 значения параметров были равны: C_{fi} = 2.45 и 9.88; C_{os} = 0.77 и 2.61. Тогда получаем, что рост значений двух факторов за 57 лет произошел, соответственно, в 4.03 и 3.38 раз. При этом доля влияния океана от ископаемого топлива и промышленности равна 31.43 и 26.42%. Таким образом, темпы и доля роста углерода от океана меньше по сравнению с углеродом от ископаемого топлива и промышленности.

Только одна естественная составляющая влияния от океана равна

$$C_{os} = 0.62851\exp(0.20677t^{0.46783}). \quad (6)$$

Если бы не существовали остальные 24 члена общей модели по таблице 3, то коэффициент корреляции (6) равен 0.9748. Четыре первых члена дают адекватность в 0.9906. Таким образом, введение вейвлетов дает снижение активности экспоненциального роста в 0.20677 / 0.066088 ≈ 3.13 раза, при этом увеличивает интенсивность экспоненциального роста в 0.71576 / 0.46783 ≈ 1.53 раза. Учет колебательных возмущений дает возможность изучать любые процессы в волновой динамике. При этом нами принимается концепция колебательной адаптации всей Вселенной, а значит, и волновой динамики природно-антропогенных процессов на Земле.

Из графиков на рисунке 2 видно, что второй вейвлет давно стал историей и завершился к 1979 году. А первое колебание еще продолжает действовать, по-видимому, завершаясь к 2040 году. Так можно проанализировать все вейвлеты, оставляя для прогноза только те, которые во времени продолжаются на будущее.

Таблица 3.

Параметры (4) от влияния океана

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэфф коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	0.76082	0	-0.066088	0.71576	0	0	0	0	0.9906
2	2.00388e-10	7.38363	0.0022662	2.22237	0	0	0	0	
3	0.0076107	9.53520	10.19844	0.31831	5.42792	0	0	1.18460	
4	-0.11108	1.83180	0.43215	1	6.46964	-0.16429	0.99597	0.67821	
5	-1.10592e-52	45.38536	1.25005	1	0.81319	0.021154	0.99718	3.10739	0.5732
6	2.68548e-71	48.46780	0.0061603	2.17381	2.09734	0	0	2.58270	0.5532
7	0.00040311	1.24892	0	0	7.45714	0.00032774	2.18113	0.058487	0.4842
8	0.00068254	4.67150	1.17632	0.71101	1.46940	0.0010955	1.89552	-2.31226	0.5844
9	-1.17028e-18	19.84241	1.07794	0.98387	0.31766	0.016081	0.99149	5.05319	0.6561
10	3.81621e-14	10.00485	0.23931	1.00584	0.87868	0.0047537	1.01549	5.60366	0.4179
11	8.91417e-5	1.83206	0.041434	0.99909	1.29911	0.0036793	1.00214	4.47699	0.3504
12	3.00038	17.52232	0.38837	1.00974	0.88082	0.0022955	1.01252	6.01246	0.6794
13	3.20303e-5	10.29474	2.02055	0.99959	0.99364	0.0011684	1.04759	2.62088	0.3031
14	1.44222	1.92372	2.44360	1	2.33552	-0.10476	1	0.14319	0.4757
15	4.36396e-5	2.91521	1.47864	1.00364	13.69047	0.20334	1.01592	2.47339	0.4217
16	6.61055e-5	1.90130	0.053038	0.98548	4.09032	-9.36715e-5	1.31096	-0.026181	0.4606
17	-0.0016536	0.29693	0.013180	0.8449	5.75245	0.0032907	1.02479	-2.14289	0.2251
18	0.00063357	2.60066	0.27101	0.99292	2.90141	-0.0024042	1.25204	-1.28344	0.5237
19	-0.00017599	1.80372	0.079927	0.98655	1.49248	0.0054707	1.00281	2.34642	0.5101
20	-2.24908e-6	2.38218	0.045251	0.99088	7.33499	0.036751	1.02680	-0.42741	0.1869
21	-5.91777e-5	1.77740	0.054324	0.98713	1.43288	-0.0022030	0.99768	-1.69497	0.4037
22	4.67234e-5	2.34317	0.12393	0.97416	1.13075	3.07144e-5	1	-0.66281	0.3581
23	0.00087521	0.58483	0.14945	0.47899	1.91291	0.00054628	1.48821	3.82078	0.3067
24	2.14725e-9	5.35795	0.088723	1.05721	3.23136	-0.0014091	1.07499	4.56662	0.8327
25	-3.31010e-6	2.26689	0.032124	1.02100	1.45966	-0.00060453	1.01177	1.22794	0.5826

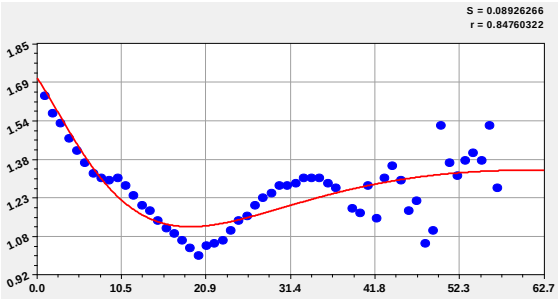
Четвертый член (второй вейвлет) получил отрицательный знак и таких в таблице 3 насчитывается 8 из 25. Наиболее опасным для влияния океана становится седьмой член, имеющий амплитуду по показательному закону.

6. Динамика изменений от землепользования

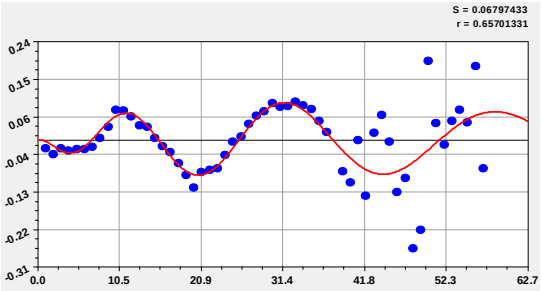
Наиболее сильные изменения в землепользовании оказывают пашни. Однако здесь, по-видимому, в данных [1] учтено среднее влияние от любого вида землепользования.

Из графиков на рисунке 3 видно, что первые 20 лет с 1959 по 1979 годы динамика глобального бюджета углерода от влияния землепользования снижалась. При этом до 1999 года наблюдается плавное изменение фактора. А затем происходит переход в сильное колебательное возмущение с ростом влияния землепользования. Этот фактор перешел в тремор.

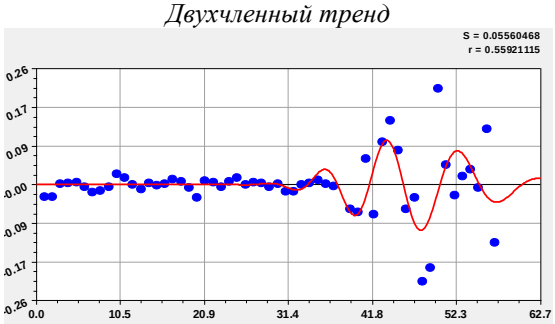
В таблице 4 даны параметры модели (4) для 18 членов общей модели.



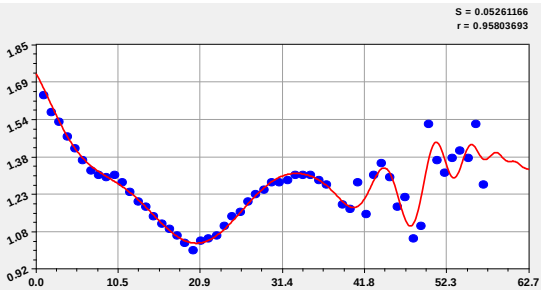
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 3. Графики первых четырех членов общей модели (4)динамики изменений от землепользования

Таблица 4.

Параметры (4) от влияния землепользования

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x/(a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэфф. коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	1.72595	0	0.051260	1.27861	0	0	0	0	0.9580
2	0.16944	2.03874	1.62568	0.33074	0	0	0	0	
3	-0.011668	0.82623	0.014487	1.13669	6.23753	0.54279	0.51897	1.07416	
4	-2.92856e-115	91.93776	1.95926	1	20.85435	-0.15460	1.12752	-1.67725	
5	-5.65128e-42	31.09611	0.50365	1.03519	2.23211	-0.0059005	1.06785	-5.81057	0.8165
6	4.79475e-21	14.87566	0.28968	1.00050	1.07506	0.00023991	0.99550	-0.80572	0.6700
7	3.46775e-19	9.86965	0	0	3.39265	0.0093780	0.99962	-0.56903	0.5700
8	0.00023010	1.71942	0.060859	1.02359	5.15755	0.030161	1.02767	0.40020	0.3680
9	0.034415	0	0.094052	1	0.82136	0.90463	0.29410	-0.29356	0.5548
10	-0.010362	0	0.089973	1	2.93071	0.70271	0.75309	2.42184	0.1855
11	-0.0042260	1.95478	0.39455	1.03250	2.09656	0	0	0	0.2278
12	5.38940e-9	5.53281	1.09482	1.09935	2.77203	0.0048203	1.00253	-0.63009	0.3011
13	4.87238e-5	1.39202	0.032874	0.91397	3.95031	0.0021007	1.09430	0.96446	0.1476
14	1.39339e-9	4.19642	0	0	2.04369	-0.00010264	1.37833	2.52105	0.6736
15	-6.01794e-6	3.52824	0.15778	1.01268	1.77006	0.00089307	0.98873	2.91841	0.4570
16	9.11100e-9	5.57523	0.13686	1.06835	1.45236	-0.00099375	0.99038	3.39986	0.5269
17	4.72176e-7	3.59936	0.091014	1.00542	1.19156	0.00014103	1.02159	5.67144	0.5471
18	-0.00014227	1.04547	0	0	2.03917	0.0046611	1.02743	3.18139	0.7500

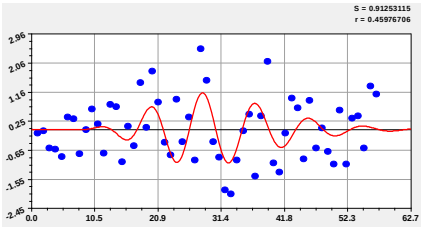
В связи с этим тренд содержит сумму законов естественной экспоненциальной гибели и стрессового антропогенного возбуждения (так называемый биотехнический закон проф. П.М. Мазуркина [8-14]). Тогда, как и в ископаемом топливе и промышленности глобальным бюджетом углерода по этому фактору вполне можно управлять. При этом из вейвлетов на рисунке 3 видно, что оба они в будущем будут исключены. Поэтому в дальнейшем следует принять меры по исключению и второго члена, то есть в глобальном плане успокоить поведение человечества мерами по смягчению влияния климата. Нужно будет управлять потребностями в землепользовании, увеличивая площади особо охраняемых территорий и лесов на планете.

Кризисными для влияния землепользования (в направлении снижения углерода) становятся шесть вейвлетов. Но опасными становятся по изменению амплитуды по показательному закону вейвлеты №№ 7, 14 и 18. Остальные вейвлеты имеют границы изменения, поэтому они относятся к так называемым конечномерным вейвлетам (действительно уединенным волнам, то есть они являются солитонами). Уединенными волнами можно управлять.

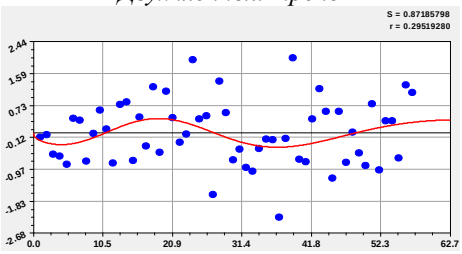
7. Динамика выбросов в атмосферу

Этот параметр глобального бюджета углерода является противоречивым (рис. 4, табл. 5) уже в самих закономерностях тренда.

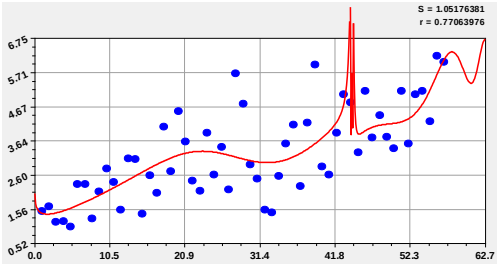
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 4. Графики первых четырех членов модели (4) динамики выбросов в атмосферу

Первый, и поэтому естественный, член тренда при условии $a_{4i} = 1$ является законом Лапласа (в математике), Мандельброта (в физике), Перла или Ципфа (в биологии) и Парето (в эконометрике). Однако тренд почти полностью определяется вторым членом в виде показательного закона.

Тогда получается, что динамика бюджета углерода от загрязнения атмосферы как бы перевернута: значимее становится второй член антропогенного влияния, а процесс естественного снижения за счет самоочищения отходит на второй план.

Таблица 5.

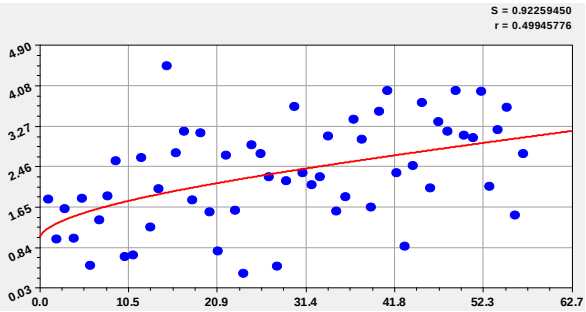
Параметры (4) от выбросов в атмосферу

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэфф. коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	2.04692	0	0.014479	1	0	0	0	0	0.7706
2	0.22224	0.77144	0	0	0	0	0	0	
3	-1.49464e-20	17.88584	0.45834	1.01494	5236.9070	-4.30056	1.87597	-0.55759	
4	-1.59054	0.53846	0.68590	0.37459	48.83659	-0.0013542	2.46578	0.20733	
5	1.09899e-6	4.74408	0.0012387	2.20105	1.45779	1.59255	0.14318	3.18131	0.5245
6	1.01796e-8	7.23601	0.24698	0.95998	3.32513	-0.0013343	1.62830	-0.48057	0.5027
7	0.14546	0.62090	0.00033424	2.19001	1.88124	-0.00018970	1.56782	3.99852	0.5923
8	7.80132e-7	8.83376	26.99212	0.17374	1.29640	-0.00053516	0.99796	0.66307	0.6759
9	0.095737	0.34830	0.00034025	2.07639	2.28871	-0.00056212	1.52164	2.23024	0.3344
10	-1.67571e-5	12.44745	3.97508	0.60847	1.00472	0	0	1.38866	0.7071
11	-0.22105	2.43038	0.69278	1	1.36372	0	0	0.28984	0.3006
12	0.061422	0.72781	0.060399	1	7.63673	0.0043719	1	-2.43210	0.3541
13	-0.0061573	1.10667	0.00011132	2.08303	1.74158	-0.00053282	1.38238	-4.65805	0.7042
14	1.43063e-12	8.92314	0.23587	0.93677	2.15865	0.011468	0.97967	3.83174	0.5326
15	-0.065917	0.97002	0.12064	1	2.85803	0.011306	1	0.47086	0.4997
16	0.0080950	0.76075	0.028896	0.63788	1.61367	-0.0010191	1.27359	-4.92445	0.4851
17	-1.95369e-15	11.74121	0.21809	1.06337	1.20577	-0.00042532	1.17229	1.68700	0.8242
18	1.06767e-62	45.71842	0.36937	1.18517	4.54158	-0.035000	0.95449	-1.61103	0.7490
19	0.010579	1.64253	1.13859	0.42311	1.29245	-0.0011150	0.52095	0.64805	0.3619
20	2.75426e-5	3.74643	0.19681	1.00570	2.39282	0.0014513	0.82704	-0.0090494	0.4044
21	0.00030920	1.34378	0.013197	0.99112	5.44938	0.0031671	1.00259	-1.77811	0.4420
22	0.0054660	1.00213	0.28545	0.61771	7.26486	2.72128	0.18659	0	0.3427
23	1.52509	10.86745	5.00608	1.00080	1.47481	-0.032045	1.04574	2.99176	0.2536
24	-1.98244e-16	12.22415	0.26857	1.02636	1.16933	-0.0016483	1.31064	-4.61823	0.8357

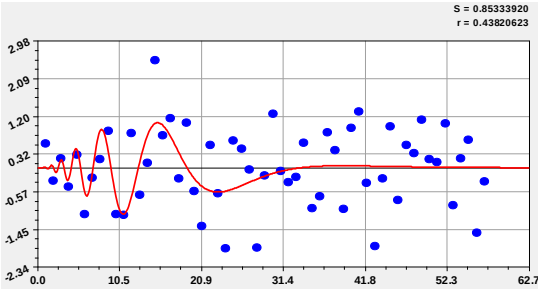
Противодействие росту влияния загрязнений атмосферы оказывают два вейвлета на рисунке 4 из-за отрицательного знака. Таких позитивно направленных для очищения атмосферы в таблице 5 находится восемь вейвлетов из 24.

8. Динамика изменений от влияния земли

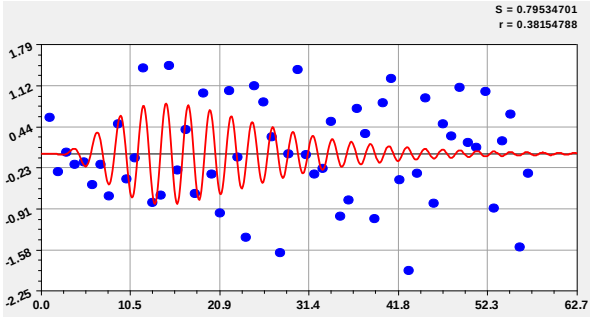
Аналогичный характер имеет динамика бюджета углерода от влияния земной поверхности (рис. 5, табл. 6).



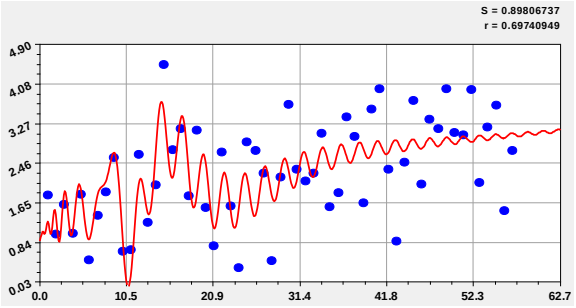
Двухчленный тренд



вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 5. Графики первых четырех членов общей модели (4)динамики изменений от влияния земли

Таблица 6.

Параметры (4) от влияния земли

Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x/(a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэфф. коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	0.86842	0	0.0051100	1	0	0	0	0	0.6974
2	0.28984	0.51966	0	0	0	0	0	0	
3	-0.16039	1.43325	0.13631	1	0.24299	0.057166	1.01975	0.41959	
4	-0.20215	4.89292	3.60914	0.43930	1.48603	-0.0093654	0.86951	-1.53247	
5	1.46897e-7	5.64910	0.15846	0.99508	4.11252	-0.00023537	1.77722	0.074668	0.2138
6	0.0011054	3.90160	1.10928	0.55409	2.42750	0	0	1.87879	0.3149
7	4.68629e-6	3.29921	0.0062373	1.37866	4.80610	0.00022984	1.85291	5.36062	0.2998
8	0.35313	0	0.025738	1	7.43747	-0.028069	1.73952	-0.73252	0.2201
9	-4.31544e-11	17.73903	1.64945	1	8.38313	0.67748	1	-5.68372	0.1367
10	8.16050e-5	3.89356	0.12611	1.00339	1.87969	-0.00011897	1.45547	0.12078	0.7633
11	-1.36228e-39	29.98333	0.66680	0.95641	0.83145	0.0018456	1.15810	1.24452	0.6573
12	-4.00664e-8	7.64970	0.34935	0.98914	1.49222	0.00015328	1.59749	-1.43061	0.5170
13	-0.41214	0	0.085285	1	1.92415	-0.0017533	1	-1.64577	0.3490
14	-1.64908e-7	10.19502	2.36731	0.63613	0.75612	0.0058607	1.01367	2.47383	0.6296
15	0.00061155	4.97707	2.37299	0.46030	3.96599	-0.25142	0.32797	-1.06299	0.4354
16	4.74753e-26	18.95336	0.11656	1.28052	6.55081	0.0090522	1.34222	5.99633	0.5183
17	2.74754e-12	9.51106	0.22379	1.02376	2.10964	-3.32256e-5	1.42846	-1.20080	0.8009
18	0.30156	6.25602	2.39540	0.99057	1.29178	-0.10593	1.00151	-3.54580	0.4338
19	0.0011207	3.74887	0.76918	0.71228	1.52125	-0.0096944	0.91917	0.75870	0.6986
20	-4.19233e-15	12.66349	0.41651	1	1.81247	-0.0086019	1.00568	1.28758	0.5141
21	-0.18184	0	3.87970	1	5.78662	0	0	0.033937	0.4948
22	-1.56087e-5	3.28245	0.030580	1.35765	5.63218	-0.0034341	1.57291	0.89515	0.5282
23	0.0065602	1.32298	0.39226	0.66293	1.80327	0.00056454	1.81454	2.3307	0.2020
24	1.64506e-13	12.87663	0.61022	1	33.83152	-0.63904	1	-2.39852	0.3680
25	8.66986e-5	1.40311	0	0	3.35300	0.012435	1.11854	1.98278	0.2877
26	-8.62589e-29	20,69098	0.17809	1.20173	1.84466	-0.0021711	1.10252	-1.82955	0.5575
27	-0.0043235	2.44530	0.35759	0.97218	1.17479	-0.0063734	0.98790	3.60613	0.6498
28	-1.57528e-8	3.68417	0	0	1.19413	1.46832e-5	1	-2.45207	0.6629
29	4.24370e-6	2.48093	0.052222	0.97188	6.08339	0.049522	1.00309	0	0.1562
30	-0.00012219	4.35058	0.42920	1.11233	11.37377	0	0	0	0.1594
31	-4.10879e-12	6.86493	0.092372	1.00265	6.63469	-0.040484	1.00032	0.50071	0.5750
32	0.0044825	0.49696	0.039488	1.00115	2.44054	-0.0030587	0.98528	-0.76666	0.4883
33	1.66600e-6	2.83429	0.061394	1.04096	2.59477	0.0012306	0.98549	-2.52940	0.2105
34	4.18713e-5	2.73551	0.13767	1.00226	1.83579	-0.00027024	1.02163	1.64423	0.4451
35	1.22517e-5	1.67714	0.037615	0.96774	1.61279	8.42384e-5	1.04938	-0.33534	0.3546
36	0.00027713	1.36996	0.082311	1.03901	4.39014	-0.018407	1.05568	-1.12661	0.3349
37	-4.91214e-8	5.01935	0.16680	1.00460	1.30896	-0.0022372	0.99928	-2.04189	0.4364
38	4.39238e-8	4.17924	0.066993	1.06050	1.42610	-0.0011322	1.03339	-2.38930	0.6366
39	2.44137e-5	1.49764	0	0	139.07778	-1.21519	1.00421	0.80786	0.4030
40	-4.17105e-8	4.14370	0.048774	1.13125	1.43195	-0.0012701	1.01646	0.55195	0.8718

Однако, в отличие от влияния выбросов в атмосферу, здесь оба вейвлета уже остались как исторический факт. На это сказались усилия экологов за последние 50 лет. При этом общая модель получила 40 членов, из которых по данным таблицы 6 отрицательный знак имеют 17 членов. Тогда получается, что земля (суша нашей планеты) имеет лучшие способности к самоочищению.

В простом случае тренд получает формулу с коэффициентом корреляции 0.4994 вида

$$C_{ls} = 1.070809 + 0.16830t^{0.60771}. \quad (7)$$

Второй член в таблице 6 дает активность показательного роста на 0.28984 / 0.16830 ≈ 1.72 раза, а интенсивность роста на 0.51966 / 0.60771 ≈ 0.86 раза меньше. При этом коэффициент двухчленного тренда оказался равным 0.4995. Таким образом, даже при разнице в адекватности 0.000058 параметры грубой (7) и более точной (таблица 6) трендов сильно различаются.

Все вейвлеты мы получали при коэффициенте корреляции не менее 0.1. Некоторые вейвлеты имели адекватность даже больше по сравнению с первыми четырьмя членами: №10 – 0.7633; №17 – 0.8809; №19 – 0.6986; №40 – 0.8718.

Таким образом, каждая волна показывает степень её включенности в общую модель относительно предыдущих остатков (абсолютной погрешности моделирования). Это указывает на добротность исходных данных в таблице 1.

9. Динамика бюджетного дисбаланса

Фактор бюджетного дисбаланса относится больше к статистическим показателям верификации суммы балансов по предыдущим пяти параметрам глобального бюджета углерода.

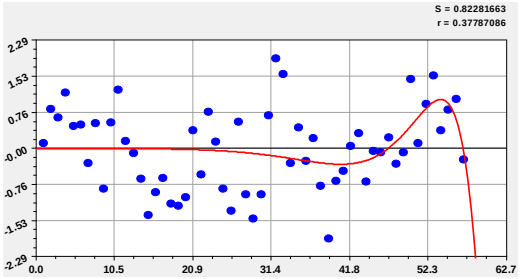
Двухчленный тренд по рисунку 6 и таблице 7 показывает, что дисбаланс резко возрастает с начала 21 века. При этом два первых вейвлета уже остались в истории.

По двухчленному тренду отрицательный знак перед первым членом показывает кризис в дисбалансе бюджета, и он нарастает по закону экспоненциального роста. Второй член по показательному закону показывает, что с 2005 года происходит резкое изменение показателя. Однако с 2016 года пот тренду намечается снова переход к отрицательным значениям дисбаланса бюджета углерода.

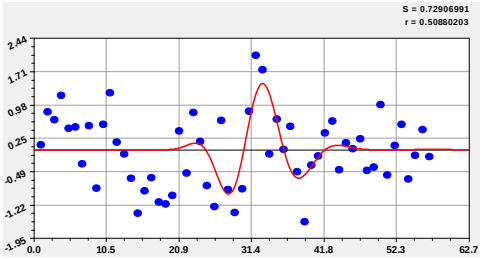
Адекватность всех выявляемых вейвлетов позволяет рассчитать ***коэффициент динамичности*** (табл. 8) k влияния фактора на глобальный бюджет углерода по формуле

$$k = 1 - r_{1+2}, \quad (8)$$

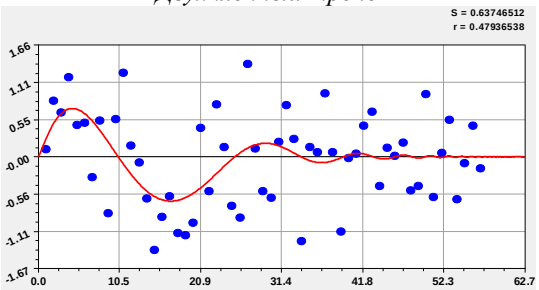
где r_{1+2} – коэффициент корреляции двухчленного тренда.



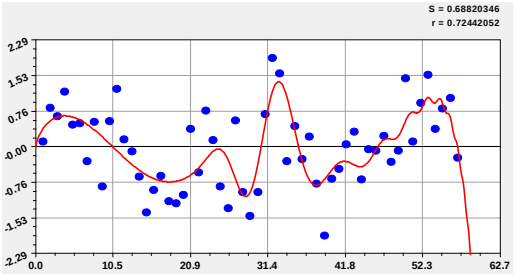
Двухчленный тренд



Вейвлет 01



Вейвлет 02



Тренд и два вейвлета

Рисунок 6. Графики первых четырех членов общей модели (4) динамики бюджетного дисбаланса

Таблица 7

. Параметры (4) от дисбаланса бюджета

Номер	Вейвлет $y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэфф. коррел. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	-0.0015902	0	-0.14320	1.05625	0	0	0	0	0.7244
2	3.22063e-16	9.76308	0	0	0	0	0	0	
3	-1.18117e-66	60.24352	1.26924	1.09468	3.64108	0.0056812	1.42112	1.53564	
4	0.44528	0.70021	0.084561	1.00013	27.98703	-0.42879	0.99993	-0.17815	
5	0.49901	0	0.029205	1	4.49364	0.023136	0.87346	1.61661	0.3211
6	0.46678	0	0.0016874	1	3.03956	-0.0012680	1.55342	-0.86676	0.5630
7	0.22655	0	-0.0022596	1	2.39924	-0.18770	0.19433	-1.49551	0.3717
8	7.98773e-37	74.74894	32.85283	0.48784	1.56163	0	0	-2.29739	0.3672
9	-250.00345	3.60717	7.13441	0.30285	0.75671	0.019511	1.10512	4.05783	0.5176
10	-1.80153e-19	29.03493	12.77379	0.43998	1.25876	0	0	-3.77632	0.5499
11	-3.16627e-49	43.03292	1.35845	0.96475	0.70534	0.014665	1.05998	-0.87043	0.6134
12	1.13239e-28	21.45189	0.36864	1.02962	1.19590	0.0030308	1.02861	1.26702	0.5212
13	0.052840	2.32338	1.22180	0.52213	5.37746	0.0064417	1.52987	-0.44638	0.4310
14	-8.36470e-11	22.79154	8.43465	0.53841	1.00300	-0.0012752	0.11432	4.65227	0.8503
15	0.012259	1.79389	0.28896	0.80960	1.89408	0.044869	0.94367	4.66891	0.5275
16	4.93497e-51	38.31702	0.49408	1.09735	0.52767	0.0046733	1.20423	0.71265	0.5340
17	-4.31636e-10	11.68675	0.85913	0.97128	0.26901	0.020140	1.02781	3.14845	0.1370
18	-8.81881e-23	15.33330	0.23199	0.99999	1.00493	0.00087906	1.00041	1.44660	0.6704
19	0.15772	0	0.86227	1	2.99587	-0.16311	1	-0.42139	0.4740

Из графиков на всех рисунках получаем для трендов коэффициент, учитывающий уровень динамичности процессов: 1) по динамике с 1959 по 2016 годы влияния ископаемого топлива и промышленности 1 – 0.9933 = 0.0067; 2) по динамике влияния океана 0.0180; 3) от изменения землепользования 0.1524; 4) по динамике выбросов в атмосферу 0.2821; 5) по динамике влияния земли суши планеты 0.5005; 6) по динамике глобального бюджетного дисбаланса 0.6221. Тогда получается, что наиболее изменчивы были сами процессы исследования.

Чем больше коэффициент динамичности, тем хаотичнее происходящие процессы. Наибольшей динамичностью обладает дисбаланс бюджета углерода, но по принципам колебательной адаптации наихудшим с позиций управления является динамика влияния ископаемого топлива и промышленности.

У людей постепенно усиливается понимание того, что тенденция роста неуклонно нарастает и нет решений по обузданию этого тренда. Поэтому единственной альтернативой становится безотходная технологическая революция. Это позволит изменить структуру формул всех составляющих общей модели (4) к снижению влияния всех факторов.

10. Заключение

На примере глобальной динамики углерода с 1959 по 2016 годы доказана применимость вейвлет анализа методом идентификации общего уравнения колебания с переменными амплитудой и периодом колебаний. При этом количество выявляемых уравнений колебаний зависит от добротности исходных данных и погрешности измерений. Во всех уравнениях первые четыре члена получились по вычислительным возможностям программной среды CurveExpert-1.40, из которых первые два члена относятся к тренду.

Тренд нами понимается как сумма волновых составляющих, которые имеют период колебания, приближающийся к бесконечности. Поэтому параметры тренда записываются в общей таблице по номерам колебаний для одного фактора, и они также относятся к классу вейвлетов.

Существуют два вида вейвлетов:

а) бесконечномерные колебания, у которых амплитуда изменяется на всей оси абсцисс, и она идентифицируется экспоненциальным законом роста или гибели, не имеющим границ;

б) конечномерные вейвлеты (действительно уединенные волны или солитоны), амплитуда которых изменяется по биотехническому закону [10, 11] в конкретном интервале изменения значений абсциссы.

Как правило, в геоэкологических закономерностях бесконечномерные вейвлеты показывают влияние космических объектов, включая и Землю, а конечномерные вейвлеты чаще всего отображают неосознанное или частично осознанное поведение человечества. Поэтому просто следует привыкнуть к пониманию колебательной адаптации человечества к ограниченным природным ресурсам. Для этого нужно развивать ***вейвлетное мышление***, прежде всего на всех уровнях образования.

По количеству вейвлетов с положительным знаком, то есть колебаний, помогающих росту влияния каждого из шести факторов на глобальный бюджет углерода, в долевом участии от общего количества членов модели (4) по таблицам 2-7 факторы расположились так:

1) по динамике с 1959 по 2016 годы влияние ископаемого топлива и промышленности будет продолжаться по 14 из 28 членов, что составит 50%;

2) по динамике влияния океана 17 вейвлетов из 25, то есть 68%, помогают росту глобального бюджета углерода;

3) исторические изменения в землепользовании сохраняют 10 членов из 18 или 56%;

4) по динамике выбросов в атмосферу рост глобального бюджета углерода пытаются сохранить 16 колебаний из 24 членов, что составляет долю в 67%;

5) по динамике влияния земли суши планеты на глобальный бюджет углерода 23 вейвлета из 40 или 58% сохраняют рост;

6) по динамике глобального бюджетного дисбаланса 11 вейвлетов из 19 или по доле 58% сохраняют рост глобального бюджета углерода.

Таким образом, представляется более трудными в концептуальном отношении изучение и последующее изменение влияния океана (68%) и выбросов в атмосферу (67%). Более понятен в будущем поведении человечества потребность в технологическом прорыв во влиянии ископаемого топлива и промышленности (50%). Остальные три фактора имеют меньшую концептуальную значимость по доле в 56-58%.

По влиянию ископаемого топлива и промышленности на бюджет углерода вектор поведения человечества понятен – нужна технологическая революция для формирования безотходной промышленности с безотходными технологиями использования ископаемого топлива.

Влияние океана на глобальный бюджет углерода будет только нарастать. Поэтому нужны более масштабные исследования поведения океана в различных условиях. По-видимому, поведение океана как глобального накопителя углерода зависит от выбросов в атмосферу. Поэтому оба этих фактора должны снижаться при ускоренном внедрении безотходных технологий в использовании ископаемого топлива и промышленности.

Для доказательства взаимной связи между шестью факторами по исходным данным [1] нужно провести в дальнейшем факторный анализ. По мере накопления информации такие исследования нужно проводить ежегодно.

Литература

1. Le Quéré et al. The Global Carbon Budget 2017. Last updated on 9 March 2018. Version 1.3 (Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx).

2. P. Ciais et al. Carbon accumulation in European forests. 2008. Nature Geosci 1(7): 425-429. DOI: 10.1038/ngeo233.

3. Richard J. Millar et al. Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5 ^{0}C. 2017. Nature Geosci. Vol. 10. DOI: 10.1038/NGEO3031. ngeo3031.pdf.

4. Gavin L. Foster, Dana L. Royer, Daniel J. Lunt. Future climate forcing potentially without precedent in the last 420 million years. Nature Communications. 2017. DOI: 10.1038/ncomms14845.

5. K. Haustein et al. Supplementary Material for ”A real-time Global Warming Index”. Nature Scientific Reports. 2017. DOI:10.1038/s41598-017-14828-5.

6. Marie Charru et al. Recent growth changes in Western European forests are driven by climate warming and structured across tree species climatic habitats. Annals of Forest Science. 2017. DOI 10.1007/s13595-017-0626-1.

7. Malte Meinshausen et al. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. Climatic Change. 2011. DOI 10.1007/s10584-011-0156-z.

8. P.M. Mazurkin. Method of identification. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference, Geology and Mining Ecology Management*, SGEM, 2014, 1(6), pp. 427-434. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946541076&partnerID=40&md5=72a3fcce31b20f2e63e4f23e9a8a40e3

9. P.M. Mazurkin. Wavelet Analysis Statistical Data. *Advances in Sciences and Humanities*. Vol. 1, No. 2, 2015, pp. 30-44. doi: 10.11648/j.ash.20150102.11.

10. P.M. Mazurkin. Invariants of the Hilbert Transform for 23-Hilbert Problem, *Advances in Sciences and Humanities.* Vol. 1, No. 1, 2015, pp. 1-12. doi: 10.11648/j.ash.20150101.11.

11. P.M. Mazurkin. The Invariants of the Hilbert Transformation for Wavelet Analysis of Tabular Data. *American Journal of Data Mining and Knowledge Discovery.* Vol. 1, N. 1, 12, 2016. http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=603&doi=10.11648/j.ajdmkd.20160101.14.

12. P.M. Mazurkin. Analisi dendrocronologica series. *Italian Science Review*. 2014; 5(14). PP. 163-169. Available at URL: http://www.ias-journal.org/archive/2014/may/Mazurkin.pdf.

13. P.M. Mazurkin, D.V. Tishin. Wave dynamics of tree-ring width jf Oak // *Integrated Journal of British.* Volume 2. 2015. Issue 1. JAN-FEB. P. 55-67. IJBRITISH-223-PA.pdf.

14. P.M. Mazurkin. Identification of the wave patterns of behavior. (2014). International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 1 (6), pp. 373-380. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946550468&partnerID=40&md5=0fd8f91ed5b1f0592fc587e5ffb14e51

American Scientific Journal
№ (22) / 2018
Vol.1

Chief Editor- Endrew Adams, Doctor of Technical Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA

Assistant Editor - Samanta Brown, Doctor of Physical Sciences, American Institute of Physics, Maryland, USA

- Alfred Merphi - Doctor of Economics, University of Chicago, Chicago, United States
- Yen Lee - MD, wellness center «You Kang», Sanya, China
- Avital Gurvic - Doctor of Education, University of Haifa, Haifa, Israel
- George Perry - Doctor of Chemistry, Columbia College, New York, USA
- Isa Wright - Doctor of Sociology, Moraine Valley Community College, Chicago, USA
- Jessie Simmons - Doctor of Engineering Sciences, San Diego State University, San Diego, USA
- Nelson Flores - Doctor of Philology, Wheelock College, Boston, USA
- Andrey Chigrintsev - Doctor of Geographical Sciences, University of South Carolina, Columbia, United States
- Oleg Krivtsov - Doctor of History, National Museum of Natural History, Washington, USA
- Angelina Pavlovna Alushteva - Candidate of Technical Sciences, Institute of Computer Systems and Information Security (ICSiIS), Krasnodar, Russian Federation
- Elena Dmitrevna Lapenko - Candidate of Law, Institute of Law, Volgograd, Russian Federation
- Aleksandr Ole - Doctor of Biological Chemistry, University of Stavanger, Stavanger, Norway
- Emily Wells - Doctor of Psychological Sciences, Coventry University, Coventry, England
- Leon Mendes - Doctor of Pharmaceutical Sciences, Universitat de Barcelona, Spain
- Martin Lenc - Doctor of Economics, Uni Köln, Germany
- Adel Barkova - Doctor of Political Sciences, Univerzita Karlova v Praze, Prague, Czech Republic
- Vidya Bhatt - Candidate of Medical Science, University of Delhi, New Delhi, India
- Agachi Lundzhil - Doctor of Law, The North-West University, Potchefstroom, South Africa

Layout man: Mark O'Donovan
Layout: Catherine Johnson

Address: 90 st. – Elmhurst AV, Queens, NY, United States
Web-site: http://american-science.com
E-mail: info@american-science.com

Copies: 1000 copies.
Printed in 90 st. – Elmhurst AV, Queens, NY, United States