

ОБНАРУЖЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ ФРАКТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УТРАИВАЮЩИХСЯ ПЕРИОДОВ, ИЗВЕСТНОЙ ПО СВОИМ ФИЗИЧЕСКИМ, ГЕОФИЗИЧЕСКИМ, БИОФИЗИЧЕСКИМ И БИОЛОГИЧЕСКИМ МАНИФЕСТАЦИЯМ

© 2016 г. В.А. Коломбет*, В.Н. Лесных*, Е.В. Коломбет*, М.В. Федоров* **

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,
142290, Пушкино Московской области, ул. Институтская, 3;

**Scottish Universities Physics Alliance (SUPA), Department of Physics, University of Strathclyde,
John Anderson Building, 107 Rottenrow East, Glasgow, United Kingdom

E-mail: kolombet@iteb.ru

Поступила в редакцию 13.01.16 г.

В продолжение исследований так называемого фрактала утраивающихся периодов, к которому подстроены периоды различных физических, геофизических, биофизических и биологических объектов и явлений, авторы статьи показывают примеры подстройки к этому фракталу процессов, происходящих в сложных технических устройствах. В результате появляется перспектива значительно усовершенствовать разработку таких устройств, априори приводя их ключевые периоды в соответствие с периодами фрактала. Изучение технических систем позволило сместить наблюдаемую нижнюю границу фрактала утраивающихся периодов в область сверхвысоких частот, что стимулирует биофизические исследования в сверхвысоко-частотном диапазоне и ориентирует эти исследования на важные в прикладном плане области медицины и охраны здоровья.

Ключевые слова: утроение периода, сложные технические системы, технологическая эволюция, СВЧ, тактовая частота процессора, фрактал.

В течение ряда десятилетий развивается представление об особо важной роли утроений периода характерных колебаний в системе в крайне широком диапазоне явлений [1,2]. Это пионерское направление получило существенную поддержку к 2014 г., когда было убедительно доказано существование фрактала утраивающихся периодов [3]. Этот фрактал в совокупности komponуют характерные периоды в астрономических (квазары, звезды, Солнце), геофизических (геомагнетизм, климат, вулканы) и биологических (например, вымирание таксонов) явлениях. Утраивающиеся периоды упорядочены в две главные серии [1,3]. В работе [3] было показано, что одна из серий простирается в сторону увеличения периода от периода $T_0 = 114,5722\dots$ лет, а вторая, более слабая, – от вдвое меньшего периода. Эти две серии периодов определяются эмпирической формулой $T_{n,k} = T_0 \cdot 3^k / n$, где $n = 1$ и 2 , $k = 0, 1, 2, \dots, 15$. Множество периодов с $n = 3$ ненаблюдаемо (возможно, из-за тривиального наложения его значений $T_{3,k}$ на $T_{1,k}$), а периоды $T_{4,k}$ едва

выделяются из шумов. Частоты $f_{n,k}$ определяются соответственно формулой $f_{n,k} = 1/T_{n,k}$.

Проявления периодов $T_{n,k}$ были обнаружены также в особенностях памяти человека и даже в особенностях его музыкального слуха (см. работу [4]), где было показано проявление серий периодов $T_{n,k}$ в соответствующих им подсистемах – мыслительном и слуховом аппаратах человека. Эти биофизические серии периодов просматриваются вплоть до $k = -29$ (рис. 1).

Возникает важный для практики вопрос о согласованности с $T_{n,k}$ не только периодов природных явлений и объектов, но также и периодов технических устройств (объектов так называемой второй природы). Естественно, что при конструировании технических устройств многие периоды происходящих в них циклических процессов можно задавать произвольно. Происходит ли затем «естественный отбор» наиболее эффективно (стабильнее, менее затратно и пр.) работающих вариантов после многократных повторений попыток практического применения различных пробных версий этих устройств? Происходит ли при этом адаптация, своеобразный процесс квазибиологической эво-

Сокращение: СВЧ – сверхвысокочастотный.

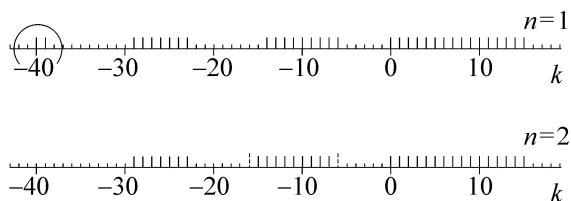


Рис. 1. Схематическое представление в логарифмическом масштабе шкалы периодов $T_{n,k} = 114,6 \times 3^{k/n}$ лет, которые обнаружены в различных циклических процессах. Периоды от $T_{n,0}$ до $T_{n,15}$ выявлены в ходе анализа результатов множества астрономических, геофизических, а также биологических явлений, см. [3]; периоды $T_{n,k}$ из диапазона k от -6 до -29 относятся к области биофизических наблюдений и экспериментов [4]. Помеченные кружком периоды соответствуют тактовым частотам процессоров и отождествляются с периодами $T_{1,-39}$ и $T_{1,-40}$ впервые (см. рис. 3–5).

люции сложных технических устройств к периодам $T_{n,k}$ (см. [5,6], где обсуждается эволюционный механизм технологических преобразований, а также «естественный отбор» в неживой природе как эволюционный механизм и производственный принцип).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Существование в природе широкого спектра циклических процессов, периоды которых тяготеют к периодам фрактала $T_{n,k}$, можно принять за свидетельство того, что в природе каким-то образом происходит специфическая адаптация, некий аналог естественного отбора «резонансных» систем. Ниже будет показано, что в сложных технических (т.е. искусственных, рукотворных) устройствах проявляется процесс согласования с периодами $T_{n,k}$. Вот два примера *технических* систем – как сравнительно примитивной, так и крайне сложной, где отчетливо наблюдаются результаты этого согласования.

1. В качестве сравнительно примитивного мультимасштабного *технического* устройства можно взять современное фортепиано. В работе [4] описана связь периодов $T_{n,k}$, попавших в диапазон слуха человека, с феноменом пения и его технической имитацией – музыкой. Это ставит, в частности, вопрос об адаптации разнообразных музыкальных инструментов к системе периодов $T_{n,k}$. В итоге сравнительно долгой эволюции/адаптации фортепиано у этого музыкального инструмента утвердилась к нашему времени 88-клавишная клавиатура. Несложно показать на примерах, что уже в этом простом случае проявилась неосознанно выполненная музыкантами и изготовителями музы-

кальных инструментов подстройка периодов звуковых колебаний к периодам $T_{n,k}$.

Действительно (см. рис. 2), у современного фортепиано, настроенного по частоте 440 Гц, интерпретируемой как нота «ля» первой октавы, самая низкая нота звучит на частоте 27,50 Гц. Частота $1/T_{2,-23}$ равна 26,04 Гц. Две соседние частоты для $n = 1$ равны соответственно 8,68 Гц и 78,12 Гц. Получается, что для крайней левой клавиши инструмента выбрана частота, довольно близкая к частоте $1/T_{2,-23}$. Отличие составляет 1,46 Гц, так что относительное смещение частот, т.е. величина $100\% \times 1,46 \text{ Гц} / 26,04 \text{ Гц}$ составляет 5,6%. Поскольку соседние ноты фортепиано отличаются по частоте на 5,9%, то соответствующая частота $T_{n,k}$ отличается от частоты наиболее низкой ноты фортепиано меньше, чем на одну ноту. Диапазон возможных случайных значений частоты, отклонившейся в рассмотренном примере лишь от 26,04 Гц до 27,5 Гц простирается от 15,03 Гц (это среднее геометрическое от 8,68 Гц и 26,04 Гц) до 45,10 Гц (среднего геометрического от 26,04 Гц и 78,12 Гц), так что ширина этого диапазона возможных значений составляет 30,07 Гц. Величина $2 \times 1,46 \text{ Гц} / 30,07 \text{ Гц} = \sim 0,1$ является в данном примере оценкой вероятности отклонения от 26,04 Гц не большего, чем наблюдаемое.

Самая высокая (самая правая) нота фортепиано имеет частоту 4186,01 Гц. Ближайшая частота во фрактале утраивающихся периодов равна $1/T_{2,-27}$, что составляет 4218 Гц. Разница в частотах близка к 32 Гц, ширина диапазона возможных случайных попаданий в этом случае близка к 4870 Гц. Относительная величина промаха равна $100\% \times 32 \text{ Гц} / 4218 \text{ Гц} = 0,8\%$, что существенно меньше, чем 5,9% – расстояние между соседними нотами. В этом случае частота $1/T_{2,-27}$ отличается от частоты наиболее высокой ноты фортепиано много меньше, чем на одну ноту. Вероятность отклонения от частоты $1/T_{2,-27}$ не большего, чем наблюдаемое, составляет $2 \times 32 \text{ Гц} / 4870 \text{ Гц} = \sim 0,01$, т.е. около 1%.

Поскольку произведение вероятности независимых событий дает вероятность их совместного появления, то в данном случае оценка $\sim 0,1 \times 0,01 = \sim 10^{-3}$ позволяет заключить, что верхняя и нижняя ноты современного фортепиано были (неосознанно) выбраны в соответствии с $T_{n,k}$. Хотя оценка 10^{-3} сделана несколько упрощенно, полученное численное значение настолько хорошо, что если даже пожертвовать одним десятичным порядком, вывод не изменится: крайние клавиши фортепиано адаптированы к $T_{n,k}$. По сути, мы привели экспериментальную технико-биологическую модель того,



Рис. 2. На фоне интервала звуковых частот: клавиатура фортепиано, а также семь пар частот $1/T_{n,k}$ фрактала утраивающихся периодов. Диапазон клавиатуры фортепиано ограничен частотами $1/T_{1,-23}$ и $1/T_{2,-27}$.

каким, казалось бы, странным образом эволюционирующие процессы и объекты могут адаптироваться к характерным периодам фрактала утраивающихся периодов.

2. В качестве примера не примитивного, как фортепиано, а, наоборот, крайне сложного *технического* устройства, можно взять современный компьютерный процессор. Как и в случае фортепиано, частоты процессоров тоже оказываются итогом «эволюционной» подстройки к $T_{n,k}$.

Эволюция процессоров – это отражение напряженного стремления разработчиков повысить производительность этих сложных технических устройств в условиях жесткой конкуренции. Для повышения производительности нужно было в процессе улучшения процессоров сделать как можно более быстродействующей основную переключающую ячейку (ключ, комплементарную пару транзисторов). Необходимо было уменьшать размеры элементов, что достигалось за счет перехода к более тонким технологическим процессам, хотя при этом возникало и нарастало множество проблем. Уменьшение размеров ключа поначалу давало хорошие результаты, поскольку за счет этого можно было увеличить тактовую частоту процессора. Тактовая частота характеризует среднее количество выполняемых операций в секунду. Указанная на корпусе процессора частота является рекомендованной тактовой частотой ядра процессора – той части процессора, которая выполняет основные вычисления. Основной прирост производительности процессоров долгое время обеспечивался именно ростом тактовой частоты. Уменьшение размеров ключа давало также возможность увеличить количество элементов в процессоре. Это приводило к усложненной структуре, позволявшей дополнительно увеличить тактовую частоту процессора. Приблизительно к 2005 г. рост тактовой частоты замедлился и остановился, практически не достигнув 4 ГГц, хотя есть редкие примеры не-

большого превышения этой частоты, а также случаи «разгона» процессора на частоты, приблизительно вдвое превышающие 4 ГГц (но «разгона» на небольшое время, во избежание необратимой порчи процессора). За прошедшие десять лет предел 4 ГГц практически так и не был преодолен (см. табл. 1–3).

Указываются (см., например, [7–9]) различные причины возникновения этого затруднения, но в какой-то форме эти причины существовали и до 2005 г. Проблемы, раньше бывшие не очень существенными, вдруг крайне заострились, хотя ограничивающая частота 4 ГГц не выглядит каким-то особенным непреодолимым порогом и кажется, что, решая ряд частных проблем – отвода тепла, снижения мощности помех, генерируемых процессором и пр., можно продвигаться в область более высоких частот. Ниже будет показано, что у возникшего ограничения есть причина фундаментального характера – дискретность значений периодов во фрактале (следующий период соответствует уже частоте 10 ГГц). Это подсказывает, что проблему увеличения тактовой частоты процессоров смогут реально решить лишь принципиально новые технологические находки революционного, скачкообразного, а не эволюционного, плавного, постепенного характера.

Сглаженная гистограмма тактовых частот современных (т.е. уже довольно далеко проэволюционировавших, испытавших технологический «естественный» отбор) компьютерных процессоров фирмы Intel изображена на рис. 3, построенном по содержащейся в табл. 1 информации ([9]; см. табл. 1, целиком взятую из «Википедии»). Близость средних значений тактовых частот наблюдаемых на рис. 3 пиков к вычисленным частотам $1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$ фрактала утраивающихся периодов очевидна. Статистическая оценка приводит в каждом из двух пиков к попаданию в границу 99%-го доверительного интервала, т.е. очевидная близость середин пиков тактовой частоты к частотам

Таблица 1. Тактовая частота современных процессоров фирмы Intel (по [6])

Марка процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Марка процессора	Тактовая частота процессора, ГГц
Celeron D 310	2,13	Celeron D 315	2,26
Celeron D 320	2,40	Celeron D 325	2,53
Celeron D 325J	2,53	Celeron D 326	2,53
Celeron D 330	2,66	Celeron D 330J	2,66
Celeron D 335	2,80	Celeron D 335J	2,80
Celeron D 336	2,80	Celeron D 340	2,93
Celeron D 340J	2,93	Celeron D 341	2,93
Celeron D 345	3,06	Celeron D 345J	3,06
Celeron D 346	3,06	Celeron D 350	3,20
Celeron D 351	3,20	Celeron D 355	3,33
Celeron M 310	1,2	Celeron M 320	1,3
Celeron M 330	1,4	Celeron M 340	1,5
Celeron M 350	1,3	Celeron M 350J	1,3
Celeron M 360	1,4	Celeron M 360J	1,4
Celeron M 370	1,5	Celeron M 380	1,6
Celeron M 390	1,7	Celeron M 420	1,6
Celeron M 430	1,73	Celeron M ULV 333	0,9
Celeron M ULV 353	0,9	Celeron M ULV 373	1
Celeron M ULV 383	1	Celeron M ULV 423	1,06
Pentium 4 505	2,66	Pentium 4 505J	2,66
Pentium 4 506	2,66	Pentium 4 520	2,80
Pentium 4 520J	2,80	Pentium 4 521	2,80
Pentium 4 530	3,00	Pentium 4 530J	3,00
Pentium 4 531	3,00	Pentium 4 540	3,20
Pentium 4 540J	3,20	Pentium 4 541	3,20
Pentium 4 550	3,40	Pentium 4 550J	3,40
Pentium 4 551	3,40	Pentium 4 560	3,60
Pentium 4 560J	3,60	Pentium 4 561	3,60
Pentium 4 570J	3,80	Pentium 4 571	3,80
Pentium 4 630	3,00	Pentium 4 631	3,00
Pentium 4 640	3,20	Pentium 4 641	3,20
Pentium 4 650	3,40	Pentium 4 651	3,40
Pentium 4 660	3,60	Pentium 4 661	3,60
Pentium 4 662	3,60	Pentium 4 670	3,80
Pentium 4 672	3,80	Pentium D 805	2,66
Pentium D 820	2,80	Pentium D 830	3,00
Pentium D 840	3,20	Pentium D 920	2,80
Pentium D 930	3,00	Pentium D 940	3,20
Pentium D 950	3,40	Pentium D 960	3,60
Pentium XE 840	3,20	Pentium XE 955	3,46
Pentium XE 965	3,73		

$1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$ получает статистическую поддержку.

На рис. 4 и 5 (см. табл. 2 и 3) приведена аналогичная обработка тактовых частот про-

Таблица 2. Тактовая частота современных процессоров фирмы AMD (по [7])

№	Марка процессора AMD	Тактовая частота, ГГц
1	AMD FX-9370 (FD9370F) /8core/	4,4
2	AMD FX-8350 (FD8350F) /8core/	4,0
3	AMD FX-8320 (FD8320F) /8core/	3,5
4	AMD FX-8150 (FD8150F) /8core/	3,6
5	AMD FX-6350 (FD6350F) /6core/	3,9
6	AMD FX-6200 (FD6200F) /6core/	3,8
7	AMD FX-6300 (FD6300W) /6core/	3,5
8	AMD A8 3870K Black Edition (AD3870W) /4core/	3,0
9	AMD FX-4350 (FD4350F) /4core/	4,2
10	AMD A8 3850 (AD3850W) /4core/	2,9
11	AMD A10-6800K (AD680KWOA44HL) /4core/	4,1
12	AMD FX-4200 (FD4200F) /4core/	3,3
13	AMD A8-6600K (AD660KW) /4core/	3,9
14	AMD A10-6700 (AD6700O) /4core/	3,7
15	AMD FX-4300 Black Edition (FD4300W) /4core/	3,8
16	AMD FX-4300 (FD4300W) /4core/	3,8
17	AMD A10-5800K (AD580KW) /4core/	3,8
18	AMD A8-6500 (AD6500O) /4core/	3,5
19	AMD A8-5600K (AD560KW) /4core/	3,6
20	AMD ATHLON II X4 760K Black Edition (AD760KW) /4core/	3,8
21	AMD FX-4130 (FD4130F) /4core/	3,8
22	AMD ATHLON II X4 631 (AD631XO) /4core/	2,6
23	AMD ATHLON II X4 750K (AD750KW) /4core/	3,4
24	AMD A10-5700 (AD5700O) /4core/	3,4
25	AMD FX-4100 (FD4100W) /4core/	3,6
26	AMD ATHLON II X3 460 (ADX460W) /3core/	3,4
27	AMD A8-5500 (AD5500O) /4core/	3,2
28	AMD ATHLON II X4 740 (AD740XO) /4core/	3,2
29	AMD ATHLON II X3 455 (ADX455W) Socket AM3 /3core/	3,3
30	AMD ATHLON II X3 450 (ADX450W) /3core/	3,2
31	AMD ATHLON II X3 440 (ADX440W) /3core/	3,0
32	AMD ATHLON II X3 435 (ADX435W) /3core/	2,9
33	AMD ATHLON II X2 280 (ADX280O) /2core/	3,6
34	AMD ATHLON II X2 270 (ADX270O) /2core/	3,4
35	AMD ATHLON II X2 260 (ADX260O) /2core/	3,2
36	AMD ATHLON II X2 255 (ADX255O) /2core/	3,1
37	AMD ATHLON II X2 250 (ADX250O) /2core/	3,0
38	AMD ATHLON II X2 245 (ADX245O) /2core/	2,9
39	AMD A6-6400K (AD640KO) /2core/	3,9
40	AMD A4 3400 (AD3400O) /2core/	2,7
41	AMD A4 3300 (AD3300O) /2core/	2,5
42	AMD A6-5400K (AD540KO) /2core/	3,6
43	AMD A6-5400B (AD540BO) /2core/	3,6
44	AMD A4-5300 (AD5300O) /2core/	3,4
45	AMD ATHLON II X2 340 (AD340XO) /2core/	3,2

Таблица 3. Тактовые частоты процессоров современных видеокарт (для сопоставления с табл. 1 и 2 взяты первые 100 несовпадающих позиций из существенно более длинного списка процессоров, выставленных на продажу; см. [8])

Видеокарта	Частота графического процессора, МГц	Видеокарта	Частота графического процессора, МГц
GIGABYTE GeForce GTX 970	1178, 1076, 1114	MSI GeForce GTX 970	1140
GIGABYTE GeForce GTX 980	1228, 1178	MSI GeForce GTX 980	1216, 1152
GIGABYTE GeForce GTX 960	1241, 1216, 1165, 1266, 1127, 1190	MSI GeForce GTX 960	1241, 1178
GIGABYTE GeForce GTX 980 Ti	1190, 1000	MSI GeForce GTX 980 Ti	1178, 1000
GIGABYTE GeForce GTX 950	1102, 1064	MSI GeForce GTX 950	1064, 1127
GIGABYTE GeForce GTX TITAN X	1000	MSI GeForce GTX TITAN X	1000
GIGABYTE GeForce GTX 750 Ti	1033, 1020, 1163	MSI GeForce GTX 970	1102
GIGABYTE GeForce GTX 730	700, 902	MSI GeForce GTX 750 Ti	1085, 1059
GIGABYTE GeForce GTX 660	1033	MSI GeForce GTX 650	1071
GIGABYTE GeForce GTX 750	1059	MSI GeForce GTX 750	1059
GIGABYTE GeForce GTX 780 Ti	876, 1020	MSI GeForce GT 730	700, 1006
GIGABYTE GeForce 210	590, 520	ASUS GeForce GTX 970	1114, 1051, 1088
GIGABYTE GeForce GT 740	1072	ASUS GeForce GTX 750 Ti	1072, 1124, 1020
GIGABYTE GeForce GT 610	810	ASUS GeForce GTX 960	1253, 1190, 1126, 1279
Palit GeForce GTX 970	1152	ASUS GeForce GTX 980 Ti	1190, 1000
Palit GeForce GTX 980	1203	ASUS GeForce GTX 980	1178
Palit GeForce GTX 960	1279, 1165, 1127	ASUS GeForce GTX 750	1059
Palit GeForce GTX 980 Ti	1152	ASUS GeForce GT 730	902, 700, 901
Palit GeForce GTX 950	1064	ASUS GeForce 210	589
Palit GeForce GTX TITAN X	1000	ASUS GeForce GT 740	1033, 993
Palit GeForce GTX 750 Ti	1085, 1202	ASUS GeForce GT 610	810
Palit GeForce GTX 750	1085	ASUS GeForce GT 720	797
ASUS Radeon R9 390X (AMD)	1050	MSI Radeon R9 390 (AMD)	1060, 1100
ASUS Radeon R9 270X (AMD)	1000	MSI Radeon R9 380 (AMD)	1000, 980
ASUS Radeon R7 370X (AMD)	1050	MSI Radeon R7 370 (AMD)	970, 1000
ASUS Radeon HD 5450	650	MSI Radeon R7 360 (AMD)	1100
ASUS Radeon R7 360X (AMD)	1070	MSI Radeon R9 280 (AMD)	1000

Видеокарта	Частота графического процессора, МГц	Видеокарта	Частота графического процессора, МГц
ASUS Radeon R7 370 (AMD)	1050	ZOTAC GeForce GTX 970	1050
ASUS Radeon R7 250 (AMD)	1060	GIGABYTE Radeon R9 390X (AMD)	1060
ASUS Radeon R9 390 (AMD)	1000	GIGABYTE Radeon R9 290	1040
Sapphire Radeon R9 390 (AMD)	1010	Sapphire Radeon R9 390X (AMD)	1055

цессоров фирмы AMD и процессоров для видеокарт [10,11]. В первом случае обнаруживается подстройка к $1/T_{1,-40}$, во втором – к $1/T_{1,-39}$. Это тяготение частот процессоров к $1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$ выглядит результатом эволюции процессоров к эмпирически (методом проб и ошибок) отобраным современным формам. Несмотря на такую методическую погрешность статистических оценок, как «недостаточная нормальность» формы оцениваемых пиков (это особенно ясно видно у асимметричного пика на рис. 5), можно, тем не менее, по совокупности рассмотренных примеров сделать важное заключение, что настройка на частоты фрактала утраивающихся периодов заметно улучшает эффективность и потребительскую стоимость процессоров, выливающаяся в их повышенную востребованность.

Рис. 5 заслуживает дополнительного внимания, поскольку в нем отразился также про-

цесс повышения тактовой частоты процессоров видеокарт по мере эволюции из «нерезонансной» зоны частот к «резонансу» при $1/T_{1,-39}$. При точно таком же движении к следующей тактовой частоте $1/T_{1,-41}$ компьютерного процессора количество испытаний пробных типов процессоров в «нерезонансной» зоне между $1/T_{1,-40}$ и $1/T_{1,-41}$ может зависеть от различных факторов (например, от упорства разработчиков процессоров) и оказаться крайне большим, т.е. привести к большим финансовым потерям.

В эту перспективу заставляет поверить рис. 6, построенный по приведенным в [12] частотам 983 процессоров фирмы Intel: не руководствуясь знаниями о фрактале утраивающихся периодов, фирма Intel планомерно просканировала всю зону от $1/T_{1,-39}$ до $1/T_{1,-40}$. Надо заметить, что рис. 6 резко отличается от «википедийного» рис. 3 отсутствием пиков у $1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$. Это неудивительно, так как исходные данные для рис. 6 были взяты из

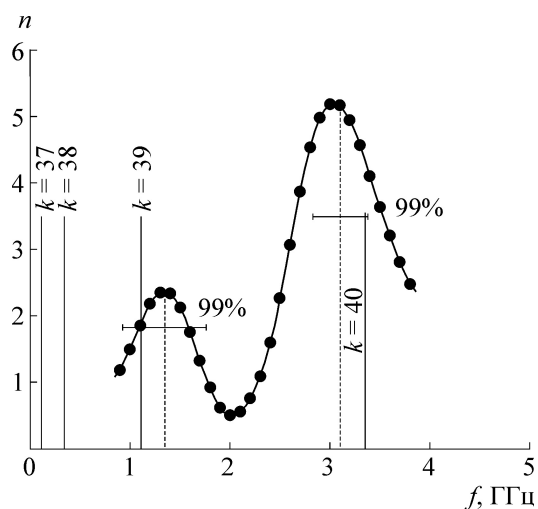


Рис. 3. Сглаженная гистограмма тактовой частоты процессоров современных компьютеров фирмы Intel (по материалам [6], см. табл. 1). Приведены 99%-е доверительные интервалы для математического ожидания генеральных совокупностей. Тактовые частоты этих процессоров (см. табл. 1) проявили тяготение к $1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$.

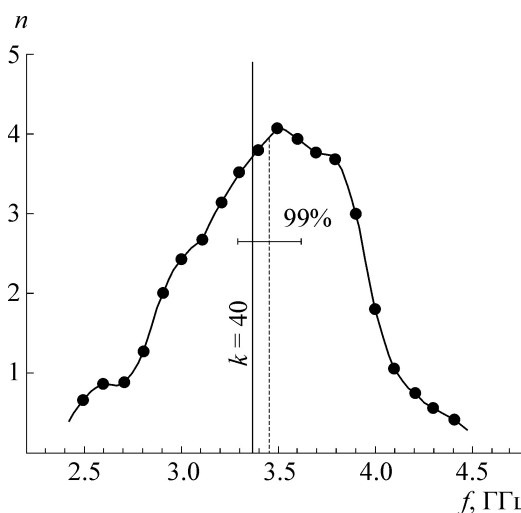


Рис. 4. Сглаженная гистограмма тактовой частоты процессоров фирмы AMD (по материалам [7], см. табл. 2). Приведен 99%-й доверительный интервал для математического ожидания генеральной совокупности. Тактовые частоты проявили тяготение к $1/T_{1,-40}$.

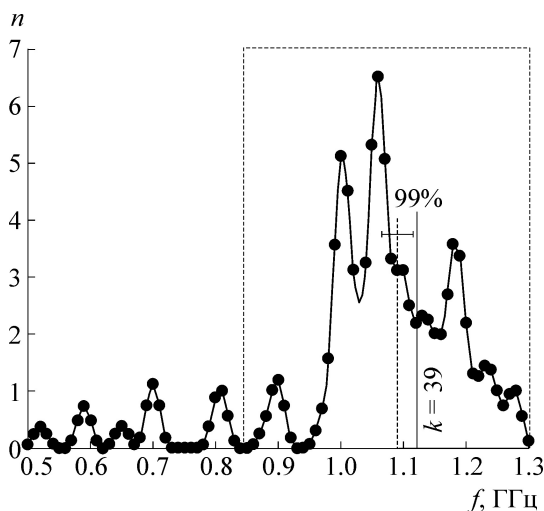


Рис. 5. Сглаженная гистограмма тактовой частоты процессоров современных видеокарт (по материалам [8], см. табл. 3). Приведен 99%-й доверительный интервал для математического ожидания генеральной совокупности (по участку частот, выделенному штриховой рамкой). Видно тяготение тактовых частот к $1/T_{1,-39}$.

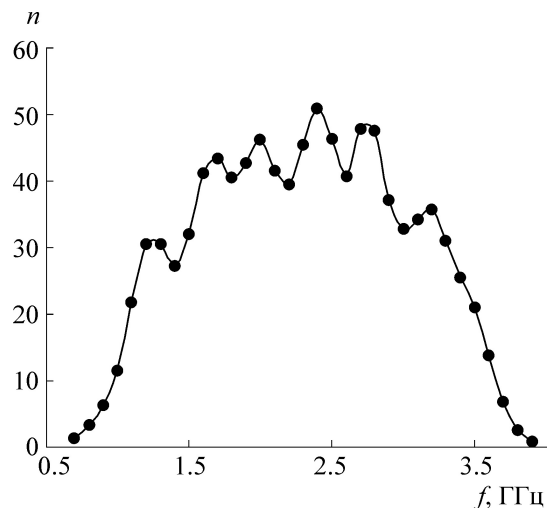


Рис. 6. Распределение частот 983 процессоров фирмы Intel, отражающее колоссальные лишние затраты на разработку и производство промежуточных неперспективных процессоров в ходе планомерного поступательного увеличения тактовой частоты. Это довод в пользу дальнейшей разработки процессоров с прицелом сразу на тактовую частоту $1/T_{1,-41}$, т.е. на 10 ГГц.

специального обзора, где акцент делался на тщательном перечислении всех типов выпускавшихся процессоров, т.е. обзор не отражал потребительских качеств процессора. По всей видимости, улучшенные в процессе технической эволюции «резонансные» процессоры при $1/T_{1,-39}$ и $1/T_{1,-40}$ легче попадают во всевозможные обзоры и рекламные издания, т.е., как крайне успешные, они находятся «на слуху» (см. рис. 3–5).

ОБСУЖДЕНИЕ

1. Колоссальных непродуктивных расходов на пути перехода к процессорам следующего поколения ($k T_{1,-41} = 1/10$ ГГц) можно избежать, заменив современные эмпирические попытки изобретения паллиативов (например, многоядерность) научно обоснованным подходом, базирующимся на осознании существования и существенности фрактала утраивающихся периодов. По нашему мнению, основным препятствием для увеличения тактовой частоты в окрестности 4 ГГц оказались не просто технические проблемы, назревшие в этой области частот. Как следует из приведенной выше феноменологии, для процессоров априори запрещена вся зона тактовой частоты приблизительно от 4,0 до 9,5 ГГц. По-видимому, попасть в область 10 ГГц (и далее: 30, 90, 270 ГГц, ...) позволят лишь действительно прорывные технологии. Например, это могут быть технологии создания оптических процессоров или исполь-

зования в процессорах оптических модулей [13,14].

2. Перечисленные «резонансные» частоты располагаются в сверхвысокочастотной (СВЧ) области, которая простирается от 300 МГц до 300 ГГц. СВЧ-устройства интенсивно применяются в металлургии, в радиолокации, в быту, в медицине, поэтому важно поставить вопрос о пока не оцененной биологической роли сверхвысоких частот $1/T_{n,k}$ фрактала утраивающихся периодов. Пример с процессорами показывает, насколько неожиданными могут оказаться проявления этих частот, в частности, для особо важных в прикладном плане областей медицины и охраны здоровья человека.

Действительно, если в СВЧ-области существование периодов фрактала так сильно повлияло на процессоры уже за время их недолгой технологической эволюции, то нужно ставить вопрос, как и насколько отчетливо утраивающиеся периоды фрактала в СВЧ-области могут воздействовать на функционирование биологических объектов. То, что это воздействие в принципе не исключено, показывает уже то, что в низкочастотном диапазоне биологическая активность фрактала утраивающихся периодов отчетливо закрепилась в форме особенностей памяти человека и его слуха [4]. Несомненно, это след адаптации к фракталу в ходе долгой биологической эволюции человека и его предков.

Что же касается резко усилившегося в последние десятилетия применения излучений СВЧ-диапазона в бытовых приборах, то, например, стандартная частота микроволновой печи 2,45 ГГц достаточно далека от ближайших частот фрактала $1/T_{2,-39} = 2,24$ ГГц и $1/T_{1,-40} = 3,36$ ГГц, т.е. опасаться каких-либо вредных «резонансных» воздействий в этом случае вроде бы нет оснований. Микроволновое излучение мобильного телефона занимает серию полос частот в диапазоне от 0,8 ГГц до 2,7 ГГц; но окрестность 0,960 ГГц – 1,700 ГГц частоты $1/T_{1,-39} = 1,12$ ГГц и окрестность 2,170 ГГц – 2,400 ГГц частоты $1/T_{2,-39} = 2,24$ ГГц оказались свободными, т.е. оснований для особых опасений в этом случае тоже нет [15].

Яркие эффекты на частотах $1/T_{n,k}$ фрактала утраивающихся периодов, обнаруженные в низкочастотном диапазоне [4], позволяют предположить, что в микроволновой области частоты $1/T_{n,k}$ интересны скорее как потенциальные каналы для физиотерапевтических и пр. воздействий. В рамках сходной парадигмы [1] уже получены значимые результаты в результате испытаний специально разработанного для таких воздействий X. Мюллером прибора Curator; некоторые из этих результатов изложены в работах [16–21].

Сейчас общепризнано, что биологическое действие не очень больших доз микроволнового излучения самых разных длин волн невелико, наблюдаемые эффекты в основном тепловые. Однако теперь появился четко определенный спектр сверхвысоких частот $1/T_{n,k}$, где можно ожидать возникновения аномальных эффектов, как это произошло в случае компьютерных процессоров. Дело за экспериментом на сверхвысоких частотах $1/T_{n,k}$.

ВЫВОДЫ

1. Хотя при конструировании сложных технических устройств многие периоды происходящих в них процессов можно задавать произвольно, после многократных проб практического применения различных реализаций этих устройств, вносящих «мутации», происходит «естественный отбор» наиболее эффективно работающих вариантов к периодам $T_{n,k}$ фрактала утраивающихся периодов. По-видимому, в любом создаваемом техническом устройстве нужно априори согласовывать характерные периоды происходящих в нем процессов с периодами $T_{n,k}$.

2. Известная из предыдущих наблюдений и экспериментов область периодов $T_{n,k}$ простирается от $5 \cdot 10^{-5}$ с до 1,6 млрд лет [2,4]. Это

периоды различных *природных* астрономических, геофизических, биологических и биофизических явлений. Теперь в этот перечень попали также проэволюционировавшие *технические* (сконструированные человеком) устройства. В итоге нижняя граница экспериментально обнаруженных периодов $T_{n,k}$ отодвинулась еще на пять десятичных порядков и попала в область СВЧ. Это ориентирует биофизический эксперимент на исследования роли дискретного спектра частот $1/T_{n,k}$ в СВЧ-диапазоне, что может привести к важным приложениям в области медицины и охраны здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. Müller, Progress in Physics 5 (2), 72 (2009).
2. http://genmir.ru/b/28.htm#_Toc118634832/.
3. S. J. Puetz, A. Prokoph, G. Borchardt, et al., Chaos, Solitons & Fractals 62–63, 55 (2014).
4. А. Т. Бондарь, М. В. Федоров и В. А. Коломбет, Биофизика 60 (6), 1208 (2015).
5. Е. В. Иванова, Вестн. Новгородского гос. ун-та им. Ярослава Мудрого, № 69, 4 (2012).
6. А. Ю. Внутских, Вестн. Пермского ун-та. Философия. Психология. Социология, № 2, 31 (2012).
7. <http://www.electrosad.ru/Processor/ProcTech3.htm>.
8. <http://habrahabr.ru/company/intel/blog/194836/>.
9. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D1%84%D0%B8%D1%80%D0%BC%D1%8B_Intel
10. http://monitor.ykt.ru/index.php?show_aux_page=6.
11. <https://market.yandex.ru/catalog/55314/list?hid=91031&exc=1&how=dpop&page=1>.
12. <http://pro-spo.ru/vse-o-kompyuterax-i-noutbukax/4530-proizvoditelnost-procprocessorov-rejting-tablicza>.
13. П. А. Белов, В. Г. Беспалов, В. Н. Васильев и др., в сб. Проблемы когерентной и нелинейной оптик, под ред. И. П. Гурова и С. А. Козлова (СПбГУ ИТМО, СПб., 2006).
14. <http://www.cybersecurity.ru/it/145951.html>.
15. <http://www.exclusive-comfort.ru/udata/image/mobile-frequency/new/radio-frequencies.jpg>.
16. А. Р. Дюкина, С. И. Заичкина, О. М. Розанова и др., в сб. Мат-лы 12-ой Международной Пуцинской школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века» (Пушино, 2008), с. 127.
17. С. И. Заичкина, О. М. Розанова, А. Р. Дюкина и др., в сб. Тезисы докладов V Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине» (Санкт-Петербург, 2009), с. 8.
18. С. И. Заичкина, О. М. Розанова, А. Р. Дюкина и др., Бюл. эксперим. биологии и медицины, № 4, 407 (2009).

19. S. I. Zaichkina, O. M. Rozanova, A. R. Dyukina, et al., in: *Abstr. Book of 38th Ann. Meet. of the European Radiation Research Society (ERR)* (Stockholm, 2010), p. 69.
20. S. I. Zaichkina, O. M. Rozanova, A. R. Dyukina et al., in: *Abstr. Book of Europ. Society for Photobiology, 2010 photobiology school* (Brixen/Bressanone, Italy, 2010), p. 10.
21. С. И. Заичкина, О. М. Розанова, А. Р. Дюкина и др., в сб. *Тезисы докладов VI съезда по радиационным исследованиям* (Москва, РУДН, 2010), т. 1, с. 188.

Observation in Technical Area of the Period-Tripled Fractal Pattern Known by Its Physical, Geophysical, Biophysical and Biological Manifestations

V.A. Kolombet*, V.N. Lesnykh*, E.V. Kolombet*, and M.V. Fedorov* **

**Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences,
ul. Institutskaya 3, Pushchino, Moscow Region, 142290 Russia*

*** Department of Physics, University of Strathclyde, Scottish Universities Physics Alliance (SUPA),
John Anderson Building, Rottenrow East 107, Glasgow, United Kingdom*

While an investigation of so-called period-tripling fractal, to which the periods of different physical, geophysical, biophysical and biological systems have been adjusted, is ongoing, in this paper, we show examples of adjustment to the fractal of the processes that occur in complex technical devices. As a result, a new prospect appears: one can improve essentially a design of any technical device by adapting the key periods in the device to the periods in the fractal a priori. Involvement of technical systems allows for moving the observed bottom border of the fractal to microwave frequency region. Thus, biophysical studies in the microwave region will be needed with an orientation towards the important practical aspects in medicine and health care fields.

Key words: period tripling, complex technical systems, technological evolution, microwave frequencies, clock frequency of the processor, fractal

Сдано в набор 15.02.2016	Подписано к печати 15.04.2016	Дата выхода в свет 24.05.2016	Формат 60x88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл. печ. л. 26,0	Усл. кр.-отт. 3,2 тыс.	Уч.-изд. л. 26,0
	Тираж 120 экз.	Зак. 114	Цена свободная

Учредители:
Российская академия наук,
Институт биофизики клетки РАН

Издатель: Российская академия наук. Издательство «Наука»
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Отпечатано в ППП «Типография «Наука», 121099, Москва, Шубинский пер., 6
