

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-4-81-91

EDN: MYXWSV

## ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ ХАРАКТЕР УНИВЕРСАЛЬНОГО СПЕКТРА ПЕРИОДОВ

**В.А. Панчелюга<sup>\*</sup>, М.С. Панчелюга**

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики  
Российской академии наук  
Российская Федерация, 142290, Московская обл., г. Пущино,  
ул. Институтская, д. 3*

**Аннотация.** В работе продолжено исследование спектра периодов, который был впервые обнаружен в 2015 г. для диапазона 1–120 мин. Так как он был обнаружен во временных рядах флуктуаций процессов различной природы, данный спектр был назван «универсальный спектр периодов». Показано совпадение данного спектра с окологосовыми ритмами, которые присутствуют в динамике практически любых биологических систем. Фрактальность, универсальность и глобальный характер рассматриваемого спектра позволяют говорить о его общесистемной природе.

**Ключевые слова:** окологосовые периоды, универсальный спектр периодов, флуктуации, синхронизация

### Универсальный спектр периодов

Как известно, флуктуации являются неотъемлемым атрибутом любого процесса природного или техногенного происхождения. Даже то, что принято рассматривать как эталон стабильности, например, процессы лежащие в основе стандартов времени и частоты, также подвержены флуктуациям [1]. Принято считать, что такого рода флуктуации локально являются совершенно случайными, а глобально их свойства описываются функцией распределения. Тем не менее развитие специальных методов локального анализа позволило выявить ряд закономерностей в таких, по общему мнению, совершенно случайных временных рядах флуктуаций. Одним из первых методов локального анализа, применявшегося нами, являлся гистограммный метод [2], использование которого для исследования флуктуаций в различных процессах (радиоактивный распад, электронные шумы, химико-биологические системы) позволило получить ряд интересных результатов [3]. Дальнейшим развитием методов локального анализа можно считать локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний (МВС) [4]. Результат

---

<sup>\*</sup> E-mail: VictorPanchelyuga@gmail.com

вычисления фрактальной размерности в МВС-методе инвариантен относительно тех же преобразований временного ряда (сдвиги, растяжения, зеркальные отражения и перемешивание отрезка временного ряда, на основе которого вычисляется фрактальная размерность), что и результат экспертного сравнения в гистограммном методе [4].

Одной из первых работ, в которой был обнаружен устойчивый спектр периодов в диапазоне 1-120 мин, является работа [5], где анализируется 329-суточный массив флуктуаций скорости альфа-распада препарата  $^{239}\text{Pu}$ . Использование МВС-метода позволило выявить в анализируемом массиве устойчивый набор периодов. Для найденного набора периодов в дальнейшем было показано его совпадение с периодами собственных колебаний Земли. В этой же статье [5] выполнен краткий обзор работ, в которых анализируется временной ход флуктуаций в протекании процессов различной природы. Показано, что периодичности, найденные в этих временных рядах, совпадают с обнаруженными нами периодами, свидетельствуя тем самым об универсальном характере обнаруженного феномена, и позволяют говорить о нем как об «универсальном спектре периодов» (УСП).

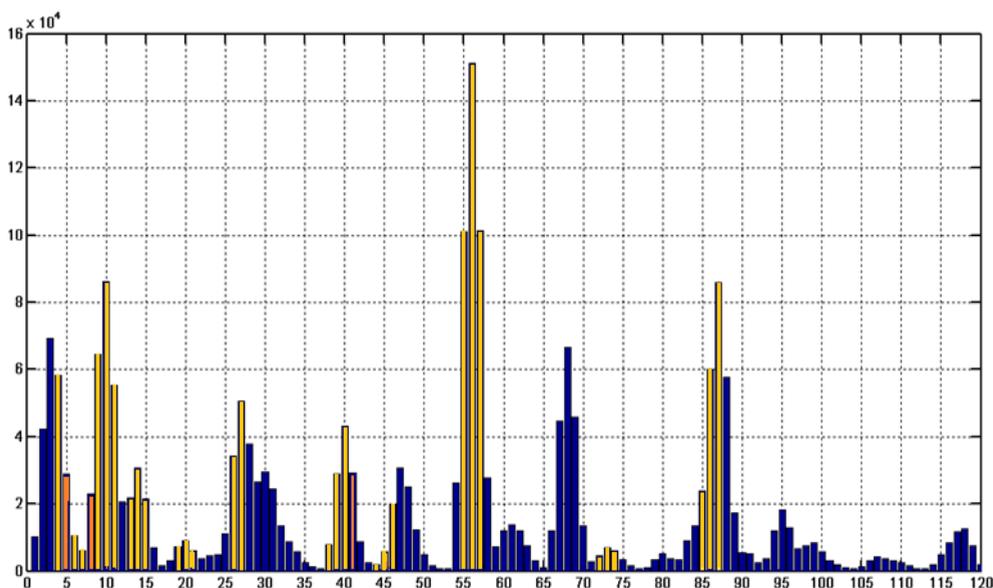
Свойство универсальности, впервые отмеченное в [5], было подтверждено дальнейшими исследованиями. УСП был найден в флуктуациях температуры мелких млекопитающих и птиц [6], в том числе с различным уровнем метаболизма [7]. Также было показано наличие УСП во временных рядах флуктуаций хемилюминесценции планарий [8].

### Биологическая активность УСП

Одной из интересных особенностей УСП является его «биологическая активность»: данный спектр обнаруживается в различных временных рядах биологического происхождения. Биологическую активность можно рассматривать как дополнительное подтверждение универсальности УСП.

В качестве примера биологической активности УСП на рис. 1 приведен спектр периодов, найденных во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада препарата  $^{239}\text{Pu}$ , принадлежащих упомянутому выше 329-суточному массиву. Данный спектр показан синими столбцами. На этом же рисунке показан спектр, построенный на основе временных рядов флуктуаций температуры поползня, измеренных с помощью внутрибрюшинного логгера температуры. Данный спектр показан в виде жёлтых столбцов. Как видно из диаграммы (рис. 1), синие и жёлтые пики на обоих спектрах хорошо совпадают.

Существует некоторая, пока до конца не установленная причина, приводящая к тому, что флуктуации температуры, являющейся интегральной характеристикой метаболизма биологической системы (поползня), характеризуются тем же спектром периодов, что и флуктуации скорости радиоактивного распада. Ниже будет рассмотрен ряд механизмов, которые могут быть ответственны за такое совпадение.



**Рис. 1. Пример биологической активности УСП: совпадение периодов, найденных во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада (спектр периодов показан в виде синих столбцов) с периодами, обнаруженными во временных рядах флуктуаций температуры поползня (спектр показан в виде желтых столбцов)**

*Источник:* составлено авторами.

Возможно, что наиболее ярко биологическая активность УСП проявляется в его совпадении с околочасовыми ритмами (ОР) – колебаниями с периодами от десятков минут до нескольких часов. Эти колебания были обнаружены в динамике многих биологических систем: размерах клеточного ядра, интенсивности синтеза белка, активности ферментов, концентрации гормонов и АТФ, потребления кислорода, рН цитоплазмы, в органных и организменных ритмах дыхания, в сердечных сокращениях, в активности мозга, в поведенческих реакциях животных и человека и др. Они обнаружены у бактерий, дрожжей, некоторых других одноклеточных, моллюсков, у млекопитающих. Эти ритмы выявляются как *in vivo* так и *in vitro* и, несомненно, являются наиболее общим выражением ритмики биологических систем самого разного уровня организации [9–11].

В табл. 1 приведены значения ОР, которые описаны в [11]. Справа от каждого значения ОР даны соответствующие величины УСП-периодов. Первое значение УСП-периода соответствует периодам, найденным в флуктуациях температуры мелких млекопитающих, а второе – значению УСП-периода, найденного в флуктуациях скорости альфа-распада. Как следует из табл. 1, наблюдается практически полное соответствие ОР- и УСП-спектров в пределах точности их определения ( $\pm 1$  мин). Очевидно, что в силу отмеченного совпадения флуктуации температуры млекопитающих можно рассматривать как одно из интегральных проявлений ОР, наряду с процессами, перечисленными выше.

Совпадение периодов в спектрах, представленных в табл. 1, которые получены с использованием временных рядов флуктуаций в процессах кардинально различной природы: физических (альфа-распад) и биологических (флуктуации температуры млекопитающих, ОР), на наш взгляд, говорит о наличии внешнего синхронизатора этих ритмов. В пользу именно внешнего синхронизатора говорит также явление, заключающееся в значительно более четкой выраженности УСП-спектра в флуктуациях температуры млекопитающих для случая пространственно-разнесенных измерений, когда 1) животные не контактируют между собой и 2) воздействующий на них внешний фон является различным. То есть в случае, когда устраняются вклады, связанные с «локальной синхронизацией» [12].

Таблица 1. Значения ОР- и УСП-периодов (мин)

ОР		УСП		ОР		УСП		ОР		УСП		ОР		УСП	
12	13	12	32	–	32	45	44	46	75	74	75.5	150	150	151	
18	18	–	33	33	–	50	51	51	80	80	80	180	180	182	
22	20	21.3	34	–	34.4	55	–	55.8	90	91	–	240	240	240	
24	–	25	36	37	36.9	60	60	60.7	100	99	99.8				
27	26	27.5	40	–	41.3	66	65	65	105	104	106.3				
30	29	–	42	–	43	69	68	68.3	120	120	118				

Источник: составлено авторами.

Наличие такого внешнего синхронизатора вступает в кажущееся противоречие с «внутренними» механизмами ОР, которые, в некоторых случаях, детально исследованы [9–11]. Но, как известно, необходимым условием синхронизации является автоколебательный характер синхронизируемых систем [13]. На основе имеющихся литературных данных [9–11] источники ОР мы можем рассматривать, как автоколебательные системы, частоты которых близки к частотам УСП, следовательно, такие системы могут быть синхронизованы сколь угодно слабым внешним воздействием [13].

В этом случае возникает вопрос о том, как частоты «ОР-генераторов» оказались близкими к частотам УСП? Исходя из отмеченной в [5] связи УСП со спектром собственных колебаний Земли, которые так или иначе модулируют практически все процессы в литосфере (микрофлуктуации атмосферного давления, флуктуации электрического и магнитного полей и др.) и которые, практически в неизменном виде, присутствовали в ходе всей биологической эволюции, задавая слабый, но очень стабильный частотный фон, на котором происходило формирование ныне существующих биосистем. Очевидно, наличие такого фона должно было привести к «эволюционному импринтингу» УСП-частот, что в конечном итоге и привело к отмеченному выше совпадению ОР- и УСП-периодов.

## Глобальный характер УСП

Наряду с совпадением УСП со спектрами различных флуктуационных процессов «земного» происхождения чрезвычайно интересными являются подобные совпадения со спектрами периодов, найденными для «внеземных» процессов.

Совпадение УСП со спектром собственных колебаний Земли долгое время служило источником идей о возможном действующем агенте, обуславливающим появление универсального спектра. В силу того, что собственные колебания Земли так или иначе модулируют многие процессы практически во всех геосферах, – такая модуляция представлялась основой наблюдаемой универсальности. Но обнаружение во временных рядах вертикальной составляющей электрического поля Земли периодов, связанных с периодами вращения двойных звёздных систем [14], и связь этих периодов с УСП может свидетельствовать о присутствии УСП также в астрофизических системах и, следовательно, о возможном существовании агента космофизической природы, ответственного за формирование УСП. В пользу такого предположения говорят также обнаруженные совпадения УСП с периодами, найденными в спектрах астрофизических мазеров [15], а также с вращательными периодами астероидов [16].

Универсальность и глобальная проявленность УСП требует для своего объяснения некоторую столь же универсальную и глобальную причину. Такой универсальной причиной, на наш взгляд, может служить принцип Маха, первоначально введенный Энштейном, как обусловленность сил инерции тел воздействием на них со стороны всей окружающей материи мира. В дальнейшем данный принцип получил более общую трактовку как «... обусловленность локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира» [17. С. 62] и может рассматриваться как связь по принципу «все-со всем», неявно предполагая мгновенную соотнесенность между любыми физическими объектами Вселенной.

Говоря о физической реализации принципа Маха, можно отметить, что еще Р. Дикке анализируя, каким образом, возможно, реализовать данный принцип в ОТО, пришел к выводу, что это можно сделать посредством введения «скалярного поля далекого радиуса действия» [18]. Аналогичные выводы присутствуют также в работах других авторов, например в работах Ю.С. Владимирова, где отмечается, что принцип Маха в реляционном подходе реализуется именно аналогом скалярного поля [19].

Скалярные поля, о которых шла речь выше, являются результатом рассмотрения соответствующих теоретических моделей. Встает вопрос о реальности такого рода полей.

В работе [20] отмечается, что ряд периодов, наблюдаемых в скорости радиоактивного распада, а также результаты измерений джозефсоновской частоты коррелируют с расстоянием от Земли до Солнца – годовым периодом, а также с некоторыми периодами, которые связаны с радиальными модами собственных колебаний Солнца. Несмотря на ряд теоретических результатов,

предсказывающих наличие скалярных полей с аналогичными периодами, подобный результат не может считаться окончательным доказательством наличия этих полей, так как механизм образования обнаруженных периодов неизвестен и нельзя исключить, что он не связан со скалярными полями.

Краткая история исследований, приведших к экспериментам, которые можно считать доказательством, пусть и непрямым, наличия именно скалярных полей, представлена в [21]. Эта история, в действительности, начинается ещё в ранних работах Н. Тесла, посвящённых исследованию так называемой «радиантной» энергии. Схемотехника этих работ, практически без изменений, преодолела более чем вековой отрезок времени, чтобы в итоге воплотиться в приемопередающих модулях, используемых в экспериментах для подводной радиосвязи в морской и пресноводной среде. Дальность связи, полученная в данных экспериментах ( $\geq 1000\lambda$ ), позволяет утверждать о невозможности использования поперечных электромагнитных волн для связи между приемопередающими модулями, так как они очень быстро затухают в проводящей среде, и о существовании продольно-скалярных высокочастотных электромагнитных волн, для которых проводящая среда является прозрачной. Теория таких волн представлена, например, в [22].

Эксперименты с подводной высокочастотной электромагнитной радиосвязью позволяют говорить о возможности создания источника скалярного излучения, который в ближайшей перспективе позволит постановку лабораторных экспериментов по исследованию механизмов влияния скалярных полей на флуктуации в процессах любой природы и, как следствие, формирования УСП.

### **Фрактальность. Общесистемный характер УСП**

Важной особенностью УСП [5] является его фрактальный характер. В силу этого набор частот данного спектра составляет единую самосогласованную систему. Об этом свидетельствует, например, спектр собственных колебаний Земли, для которого показано совпадение с УСП и который, в силу его фрактальности, можно рассматривать как единый колебательный процесс, приводящий к существованию системы стоячих волн, экспериментально подтвержденной в [23]. Второй характерной особенностью УСП является то, что каждый пик данного спектра, в действительности, является мультиплетом, вследствие чего повышение точности измерений приводит не к уточнению его положения на временной оси, а к его расщеплению – мы обнаруживаем набор пиков, каждый из которых, в свою очередь, также является мультиплетом. Еще одна особенность связана с тем, что при неизменной частотной структуре амплитуды пиков демонстрируют высокую степень изменчивости. Вместе фрактальность и изменчивость приводят к тому, что при заданной точности измерений положение пика в спектре может со временем варьировать в пределах лежащего в его основе мультиплета следующего порядка. В силу этого, при фиксированной точности измерений, регистрируемые периоды имеют видимый статистический характер.

Отметим, что устройство пиков в спектре собственных колебаний Земли аналогично описанному выше. Так, например, основная мода сфероидальных колебаний  ${}_0S_2$ , табличное значение которой принято равным 53.86 мин, в действительности представляет собой мультиплет с периодами 52.3, 53.06, 53.84, 54.68 и 55.6 мин. В силу этого пик, соответствующий основной моде сфероидальных колебаний Земли  ${}_0S_2$ , всегда немного «ёрзает» на отрезке 52.3–55.6 мин.

Сфазированность многих космофизических циклов [24] также может говорить в пользу их фрактальности. Большое количество работ, относящихся к подобным циклам, рассмотрено в [25].

Таким образом, наличие УСП позволяет говорить о некотором глобальном колебательном процессе, который характеризуется

1) универсальностью, так как проявляет себя в флуктуациях процессов любой природы;

2) фрактальностью;

3) глобальностью – встречается не только в земных, но и в астрофизических процессах.

Свойства 1)-3) следуют из модели, демонстрирующей возникновение дискретных состояний в спектрах периодов систем различной природы, которая основана на двух исходных понятиях: резонанса и грубости физической системы. Такой подход ведет к выводу о существовании двух комплементарных фрактальных распределений, связанных с множествами рациональных и иррациональных чисел [25]. Данные комплементарные фрактальные распределения получили название R-фрактала. Показано, что следующие из R-фрактала иррациональные фрактальные последовательности могут служить моделью УСП, где выступают в роли временного аспекта R-фрактала. В работе [26] приведены примеры феноменов, которые представляют пространственный аспект R-фрактала, в частности икосаэдро-додекаэдрическая модель структуры Земли.

Очевидно, что для объяснения временной структуры УСП необходима математическая модель, ведущая к некоторым универсальным фрактальным распределениям. Такая модель, основанная на понятиях резонанса и грубости физической системы, развита в [25].

Как известно, две системы с собственными частотами  $p$  и  $q$  находятся в состоянии резонанса, если отношение данных частот  $r$  является числом рациональным и мы говорим о невозможности резонанса, если  $r$  принадлежит множеству иррациональных чисел. Данное определение имеет своим следствием парадоксы, причина которых кроется в том фундаментальном обстоятельстве, что  $p$  и  $q$  не могут быть определены с бесконечной точностью, необходимой для различения рационального и иррационального отношений, даже если в нашем распоряжении имеется идеальный прибор. По этой причине любое измерение является «грубым» и имеет своим результатом конечное рациональное число. Второй парадокс – известный из практики факт, что резонанс легче возникает для случаев, когда  $p$  и  $q$  – малые натуральные числа, расположенные в самом начале числовой оси.

Данные парадоксы подробно рассмотрены в [25] в рамках модели, предлагающей последовательное рассмотрение резонанса с учетом грубости физической системы. Результатом этого рассмотрения является вывод о существовании двух комплементарных фракталов, один из которых основан на множестве рациональных чисел, другой – на множестве иррациональных [25]. Так как суммарно областью определения рассматриваемых фракталов является множество действительных чисел, **R**, то они названы **R**-фрактал.

В то время как «рациональный» фрактал отвечает за резонансное взаимодействие между частями сложной системы, «иррациональный» – за отсутствие такого взаимодействия, чему соответствуют условия устойчивости структуры некоторой сложной природной системы. Максимальная устойчивость достигается, когда отношение параметров системы ближе всего к золотому сечению. В силу этого параметры реальных природных систем, как правило, связаны именно с иррациональным фракталом, структура которого основана на золотом сечении.

Таблица 2. Сравнение УСП и R-фрактала

№	R-фрактал	УСП (мин)	
		ФТЖ [6]	Р/Р [1]
1	13, 14, 15	13	13.8
2	19, 20, 21	20	21.3
3	26	26	25
4	28		27.5
5	34	33	32
6	36	37	
7	41		40
8		44	43
9	45		46
10	50	51	51
11			
12	55	57	55.8
13	60	62	60.7
14	69	68	68.3
15			73
16		74	75.5
17	80	80	80
18		85	85.5
19	88, 89		
20	95	94	95
21		101	99.8
22	106	109	106.3

Источник: составлено авторами.

В табл. 2 приведены значения УСП-периодов полученных на основе анализа временных рядов флуктуаций скорости альфа-распада (Р/Р) [5] и рядов флуктуаций температуры мелких млекопитающих и птиц (ФТЖ) [27]. Для сравнения во втором столбце табл. 2 даны значения аналогов рядов Фибоначчи, вычисленные для первых четырех уровней иррационального фрактала. Видно хорошее совпадение всех значений R-фрактала со значениями УСП-периодов, за исключением строки № 19, где соответствующие значения УСП-периодов отсутствуют. Это, очевидно, связано с особенностями конкретных реализаций временных рядов, использованных для построения Р/Р- и ФТЖ-спектров.

Совпадение УСП и иррациональной части R-фрактала (табл. 2) можно рассматривать как экспериментальное свидетельство полученного в модели [21] принципа максимальной устойчивости природных систем. Следствием данного принципа является повсеместное присутствие отношений, связанных с золотым сечением [25].

Биотропность УСП, его фрактальный, глобальный и универсальный характер, позволяет говорить о системообразующем, эволюционном значении данного спектра в развитии и формировании природных, в частности биологических, систем. О системном характере УСП свидетельствует обнаруженная экспериментально деградация данного спектра в ходе физиологических нарушений, достигающая своих максимальных значений в предлетальных состояниях. В этом случае сложная многоэкстремальная структура УСП вырождается в спектр, состоящий из нескольких ярко выраженных пиков.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-00223-25-00.

## Литература

1. Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Лесных В. Н. О влиянии мощных нестационарных процессов на параметры стандартов времени и частоты // Известия института инженерной физики. 2019. № 4 (54). С. 7–15.
2. Шноль С. Э., Панчелюга В. А. Феномен макроскопических флуктуаций : методика измерений и обработки экспериментальных данных // Мир измерений, 2007. № 6. С. 49–55.
3. Шноль С.Э. Космофизические факторы в случайных процессах. Стокгольм : Шведский физический архив, 2009. 358 с.
4. Панчелюга В. А., Панчелюга М. С. Фрактальная размерность и гистограммный метод: методика и некоторые предварительные результаты анализа шумоподобных временных рядов // Биофизика. 2013. Т. 58, вып. 2. С. 377–384.
5. Панчелюга В. А., Панчелюга М. С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1–115 мин // Биофизика. 2015. Т. 60, вып. 2. С. 395–410.
6. Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С. Динамика температуры тела у мелких млекопитающих и птиц в 10–120-минутном диапазоне периодов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2020. Т. 169, № 6. С. 706–711.
7. Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Суоров А. В. Околочасовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ // Доклады российской академии наук. Науки о жизни. 2020. Т. 494, № 1. С. 472–476.

8. *Panchelyuga V. A., Tiras Kh. P., Novikov K. N., Panchelyuga M. S., Nefedova S. E., Seraya O. Yu.* On universal nature of periods spectrum in time series of planaria chemiluminescence // CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2763. P. 61–63.
9. *Бродский В. Я.* О природе околочасовых (ультрадианных) внутриклеточных ритмов. Сходство с фракталами // Известия АН, Сер. Биологическая. 1998. № 3. С. 316–329.
10. *Бродский В. Я.* Околочасовые метаболические ритмы // Биохимия. 2014. Т. 79, вып. 6. С. 619–632.
11. Ultradian rhythms in life processes / D. Lloyd, E. L. Rossi (Eds.). Springer-Verlag, 1992. 419 p.
12. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* О возможной внешней обусловленности спектра околочасовых периодов // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2021. Т. 6, № 3. С. 393–399.
13. *Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю.* Синхронизация. Москва : Техносфера, 2003. 508 с.
14. *Панчелюга В. А., Лесных В. Н., Коломбет В. А.* О совпадении спектра периодов в флуктуациях процессов различной природы со спектрами некоторых астрофизических систем // Известия института инженерной физики. 2022. № 3 (65). С. 4–8.
15. *Панчелюга В. А., Владимирский Б. М., Панчелюга М. С.* О совпадении спектра периодов во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада с периодическими компонентами в спектрах астрофизических мазеров // Система «Планета Земля»: XXV лет семинару «Система «Планета Земля» (1994-2019) Москва : ЛЕНАНД, 2019. С. 115–118.
16. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Универсальный спектр периодов в параметрах некоторых астрофизических систем // Метафизика. 2022. № 2 (44). С. 72–82.
17. *Владимиров Ю. С., Терещенко Д. А.* Развитие представлений о принципе Маха // Метафизика. 2019. № 1 (31). С. 62–74.
18. *Дикке Р.* Влияние переменного во времени гравитационного взаимодействия на Солнечную систему // Гравитация и относительность : сборник / под ред. Х. Цзю и В. Гоффмана. Москва : Мир, 1965.
19. *Владимиров Ю. С.* Реляционная концепция Лейбница-Маха, Москва : URSS, 2017.
20. *Бабенко И. А., Панчелюга В. А.* О возможной связи скалярного поля и скорости радиоактивного распада // Основания фундаментальной физики и математики : материалы III Российской конференции (ОФФМ-2019) / под ред. Ю. С. Владимирова, В. А. Панчелюги. Москва : РУДН, 2019. С. 67–69.
21. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* История и современность одного эксперимента Н. Тесла // Метафизика. 2024. № 1 (51). С. 123–132.
22. *Томилин А. К.* Обобщенная электродинамика. Москва : Издательство «Триумф», «Лучшие книги», 2020. 300 с.
23. *Селюков Е. И., Стигнеева Л. Т.* Краткие очерки практической микрогеодинамики. Санкт-Петербург : Питер, 2010. 176 с.
24. *Коломбет В. А., Лесных В. Н., Панчелюга В. А.* Универсальный спектр утраивающихся периодов // Метафизика. 2021. № 4. С. 98–106.
25. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Принцип Маха и универсальный спектр периодов: комплементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. № 2. С. 39–56.
26. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Универсальный спектр периодов: пространственный и временной аспекты // Метафизика. 2023. № 1 (47). С. 72–82.
27. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Лесных В. Н.* О совпадении вращательных периодов двойных звездных систем с периодами в флуктуациях процессов различной природы // Известия института инженерной физики. 2021. № 4. С. 2–5.

## THE GENERAL-SYSTEM NATURE OF THE UNIVERSAL SPECTRUM OF PERIODS

Victor A. Panchelyuga\*, Maria S. Panchelyuga

*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics  
of the Russian Academy of Sciences*

*3 Institutskaya St, Pushchino, Moscow Region, 142290, Russian Federation*

**Abstract.** This paper continues the study of the period spectrum, first discovered in 2015, for the range of 1–120 minutes. Because it was discovered in time series of fluctuations in processes of various natures, this spectrum was named the “universal period spectrum.” Its coincidence with circahoralian rhythms, which are present in the dynamics of practically all biological systems, is demonstrated. The fractal nature, universality, and global nature of this spectrum suggest its general-system nature.

**Keywords:** universal spectrum of periods, circahoralian rhythms, fluctuations, synchronizations, fractals

---

\* E-mail: VictorPanchelyuga@gmail.com