

For Whom the Bell Tolls

Sergey Feranchuk

(self-employed; residence: Smolensk, Russia; e-mail: feranchuk@gmail.com)

January 14, 2021

to my mother

1 Abstract

Речь в работе идет о соотношении периодических ритмов с нерегулярными. Более узко, для микро-экосистем почвы, периодические пожары приводят к обновлению экосистем, как и намеренное регулярное освобождение от посевов, для сельскохозяйственных земель. Образцы почвы, и из человека - посмотрели состав микроорганизмов. Смотрели "по крупному", обзорно.

В таком взгляде много общего, между разными сообществами микроорганизмов. То что бы можно было тут увидеть - признаки нестабильности, скрытой накопившейся нестабильности вследствие изменений режима периодичных воздействий на микро-сообщества в последние десятилетия.

2 Введение

- "прорыв" в микробиологии позволил увидеть больше в том что относится к микроорганизмам, акценты в описании причин и следствий привычных явлений в этом свете другие.
- в микробных сообществах есть общее, прагматически, микроорганизмы с земли, микроорганизмы с растений и животных переносятся легко и адаптируются быстрее чем "хозяева".
- что касается "пахотного цикла", эффект от его прекращения и сокращения, сказался бы на том общем, что есть во всех вышеупомянутых типах сообществ.

3 Методы

Подробности в приложении 1.

Таблица 1: перечислены шесть использованных образцов

Порядковый номер	Описание			
1	Англия	2003	почва	
2	Канада	2013	почва	
3	Израиль	2014	human/feces	
4	Англия	2015	human/lung	
5	Израиль	2015	soil/desert	
6	Израиль	2019	soil/sandy	

4 Results

На рисунке 1 - соотношение крупных групп организмов, состав более детально групп описан в таблице ниже.

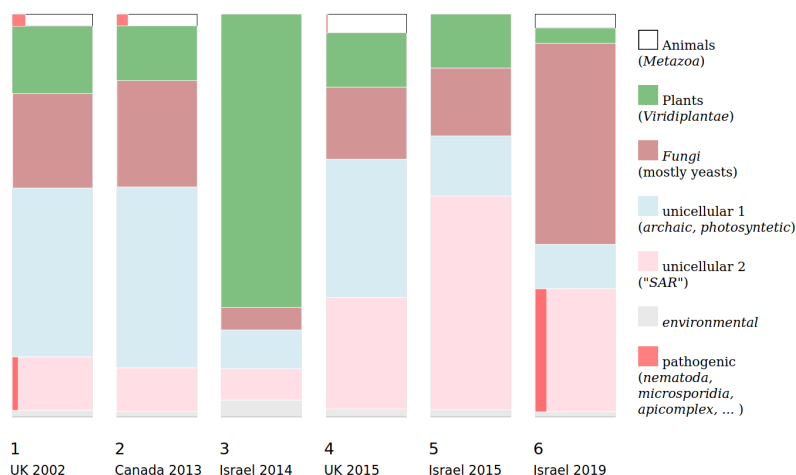


Рис. 1 Соотношение состава групп организмов, по образцам - колонки соответствуют образцам

На рисунке выделены красным и в таблице перечислены группы, включающие паразитические организмы, потенциально вызывающие хронические трудно излечимые расстройства здоровья. Их присутствие в почве невелико.

Таблица 2.

Обозначение	Состав, как характеристика	Классы патогенов, по образцам
Animals	Mollusca, Arthropoda	1,6-Nematoda,4-Platyhelminthes
Plants	Chlorophyta, Streptophyta	
Fungi	95% - 100% Saccharomycotina (yeast)	1,2-Microsporidia
Unicellular 1	Euglenozoa, Rhodophyta, Haptophyta, Glaucophyta, Cryptophyta	
Unicellular 2	Cercozoa, Stramenopiles, Alveolata	1-Apicomplexa,6-Haplosporidia

5 Discussion

Так называемые "распределения численности видов", в экологии, - по сравнению их формы можно выявить особенности экосистем, хотя из моделей для описания их формы, никакая не универсальна, как это обсуждалось в [1]. Кривые распределения численности для разных групп, по всем образцам совместно, показаны на рис. 2,

и то что при этом интересует - как форма кривой соотносится с потенциальной неустойчивостью экосистемы.

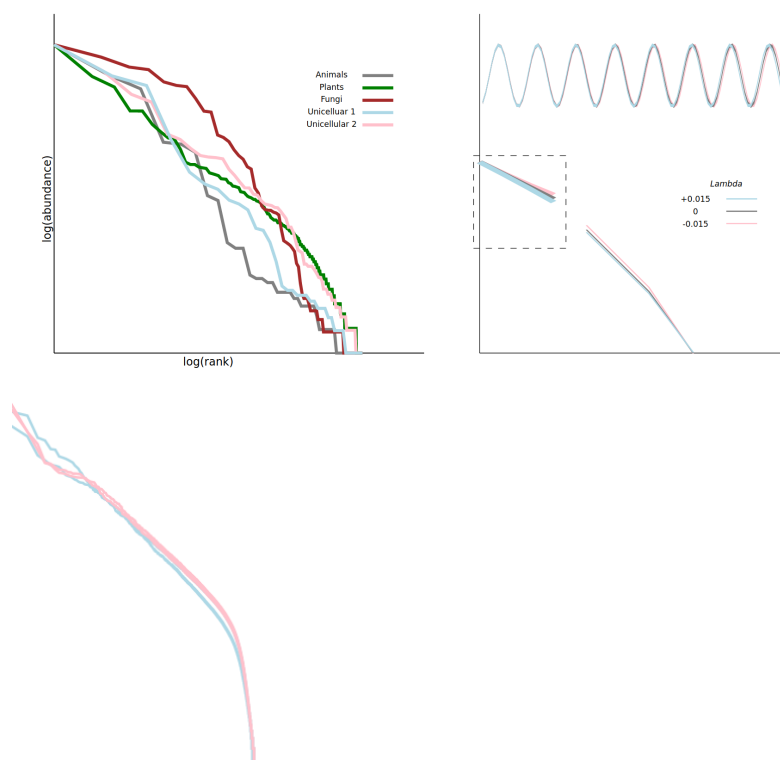


Рис. 2 Слева - кривые распределения численности, по группам организмов; Справа - интерпретация, смещение частоты колебаний и смещение модельных распределений численности, в модели Ципфа-Парето (обведено рамкой) и модели Больцмана, при разных знаках коэффициента λ в ан-гармоническом осцилляторе. внизу, розовые линии - мышцы на голодном пайке, по сравнению с контролем, по распределению генов

В форме кривых распределения численности, в большей или меньшей степени, применимы как модель "закона Ципфа-Парето", так и модель распределения Больцмана. Обе модели, которые в других ситуациях применимы вполне явно, выражают соотношение между линейным возрастанием "энергии" системы, от уровня к уровню, и экспоненциальным убыванием "заселенности" уровней; в распределении Ципфа-Парето "энергия" вводится неявно и выражается по логарифмическому закону.

Сводя вопрос сравнения численности видов к сравнению неустойчивости групп при сменах времен года, месяцев, дней и ночей, сменах дождей и ясной погоды, сменах полноводных паводков на маловодные при разливах рек - то что и определяет избыток питания в экологических нишах и под-группах, и "заселенность" в этих нишах - признаки искажения такой периодичности, индуцируемые через обратную связь, были бы признаком неустойчивости.

Для минимально простого описания искажений периодичности, подойдет модель осциллятора с малым дополнением, внесенным в закон движения, так что в колебаниях такого "не-гармонического" осциллятора проявляются отклонения от гармонического закона - то что может являться признаком потенциальной неустойчивости.

В квантовом описании, уровни энергии такого осциллятора зависят от квантового

числа не вполне линейно. Используя формулу для расчета уровней энергии, предложенную в [2], через поправки к модели Ципфа-Парето и модели Больцмана на рис. 2 показано, как отклонения от периодичности проявлялись бы в кривых распределения видов.

Нарастающая периодичность соответствует положительному знаку в не-гармоничной поправке в модели осциллятора ($\hat{H} = p^2 + x^2 + \lambda x^4$), замедляющаяся периодичность - отрицательному знаку. Само событие кризиса в этой модели не описывается и не предсказывается. Эмпирически, колебания с нарастающим периодом - это признак риска кризиса [3]. В рамках самой модели квантового ангармонического осциллятора, "сбой" его движения возможен при отрицательном λ , через туннельный переход в один из двух сегментов с отрицательной энергией за пределами области колебаний.

6 References

1. Feranchuk, S., Belkova, N., et al., Evaluating the use of diversity indices to distinguish between microbial communities with different traits. Res. Microbiol., 2018
2. Feranchuk, I., Komarov, L., et al., Operator method in the problem of quantum unharmonic oscillator, Annals of Phys., 1995
3. Nottale, L., Scale relativity and fractal space-time: theory and applications, arxiv.org, 2008

7 Supplement 1

Брали образцы где эксперимент был поставлен как полно-геномное секвенирование микробного сообщества, на секвенаторах одной и той же торговой марки. Смотрели на состав сообщества по рибосомной РНК, кроме бактерий у которых эта РНК отличается. Обработку делали в два приема - отбирали из общего пула фрагменты искомой РНК, и аккуратно сравнивали их с базой рРНК организмов, отнесенных каждый к какой-либо таксономической категории согласно принятой классификации.

Таблица S1: перечислены шесть использованных образцов

	Sample ID	Bases	Reads	Location	Date	type	18S RNAs
1	ERR981203	5.3G	10M	51.83N 0.21E	2002.06.23	soil/meadow	1517(*)
2	SRR6030929	2.4G	6.1M	42.98N 81.24W	2013	soil/agricultural	125002(*)
3	ERR588716	8.2M	159K	Israel	2014 or earlier	human/feces	848
4	ERR970400	4.2G	13M	51.61N 3.95E	2015.01.01	human/lung	18747 (*)
5	SRR7642476	77M	128K	30.78N 34.76E	2015.08.20	soil/desert	4231
6	SRR12806764	48M	97K	31.86N 34.72E	2019.02.25	soil/sandy	116666

Таблица S2: Количество аннотированных фрагментов рРНК по группам в каждом из образцов

Taxonomy(*)	1	2	3	4	5	6
Acanthamoebidae Acanthamoeba	2	4		1		
Alveolata Apicomplexa	12			14		
Alveolata Ciliophora				2	9	1
Alveolata Haplosporida		4				5406
Cercozoa Cercomonadida		2				
Cercozoa Chlorarachniophyceae	4307	197	5	108	876	14637
Cryptophyta Cryptomonadaceae	91			9	389	382
Cryptophyta Teleaulax		2				
Diplomonadida Hexamitidae	19	5		2		
environmental samples	357	50	35	25	1206	1490
Euglenozoa Euglenida	407	84		46		1
Euglenozoa Kinetoplastida	2072	785	4	270	1206	5343
Fungi Ascomycota	3343	1044		347	11860	60992
Fungi Basidiomycota			48	3	4	
Fungi Chytridiomycota				1		
Fungi Microsporidia	1	12		3	2	12
Fungi Zygomycota	5	8			1	
Glaucocystophyceae Glaucocystales	77	56		12	2890	5020
Glaucocystophyceae Gloeochaetales	244	8	8	9	5042	1845
Granuloreticulosea Foraminifera	3					
Haptophyceae Isochrysidales	317	103	11	24	33	19
Haptophyceae unclassified Haptophyceae	17	2		1	32	24
Metazoa Acanthocephala						1
Metazoa Arthropoda	382	12		13	2424	627
Metazoa Chordata		2		5		
Metazoa Cnidaria						6
Metazoa Mollusca	475	91		22	8907	3641
Metazoa Myxozoa				8		2
Metazoa Nematoda		15				38
Metazoa Platyhelminthes	26					13
Metazoa Porifera					6	
Parabasalidea Trichomonadida	2			1		
Rhodophyta Bangiophyceae	2962	541	43	175	714	801
Rhodophyta Florideophyceae	232	227	16	88	148	110
stramenopiles Bacillariophyta	125	47	3	10	3091	312
stramenopiles Chrysophyceae	41	10	1	1	3	3
stramenopiles Olisthodiscus	379	29		17	28	78
stramenopiles Oomycetes		2				
stramenopiles Phaeophyceae	33	6			1	
stramenopiles Placididea	303	136	57	48	33139	17046
Viridiplantae Chlorophyta	1636	401	478	139	1563	2569
Viridiplantae Streptophyta	876	315	137	113	7886	4583

(*) Таксономия согласно версии EBI, 2-й и 3-й уровни.

8 Supplement 2

команды консоли unix, использованные для обработки данных

8.1 18S RRNA reference base

```
cat ssu_jan03.tsv | bash -c 'while read line; do if [ "${line:0:4}" == "tax," ]; then if [ "${line:5:5}" == "Eukar" ]; then if [ "$f" == "2" ]; then echo "$i" "${line:5}"; i=$((i + 1)); bc; f="1"; fi; fi; else
```

```

if [ "$f" == "1" ]; then if [ "${line:5}" != "" ]; then echo "${line:5}; f="2"; fi; fi; done; } | awk '{
if ( $2 == "Eukaryota;" || ( p == "Eukaryota;" && length( $0 ) > 100 ) ) { print $0 }; p = $2 }' |
awk '{ if ( p != $2 ) { print $0 }; p = $2 }' >rrna_euk.fa
cat $sample | awk '{ print substr( $1, 1, length( $1 ) - 1 ) }' | bash -c 's="";c=0;while read line;
do if [ "$line" != "$s" ]; then if [ "$s" != "" ]; then echo "$s" : $c,"; fi; s=$line; c=1; else c='echo
"$c+1" | bc'; fi; done;
sort $sample | bash -c 's="";c=0;while read line; do if [ "$line" != "$s" ]; then if [ "$s" != "" ];
then echo "$s $c"; fi; s=$line; c=1; else c='echo "$c+1" | bc'; fi; done;' | awk '{ print $3 }' $(NF-1)
" " $NF }' | sort - | bash -c 's="";b="";c=0;while read line; do if [ "${line:0:5}" != "${s:0:5}" ];
then h='echo $s lawk """"{print $1}""""; echo "$h $b"; c=0; s=${line}; else n='echo $line | awk
""""{print $NF}""""; if [ $n -gt $c ]; then c=$n; b='echo $line | awk """"{ print $(NF-1) }""""; fi;
fi; done; h='echo $s lawk """"{print $1}""""; echo "$h $b"'

```

8.2 Processing of a sample

```

head -n 4000000 $sample.fastq >t0.fastq
sortmerna -ref ssu.fa,ssu.idx -reads t0.fastq -aligned t1 -sam
cat t1.sam | awk ' print ">" $1 '
n" $10 ' > t2.fa
blastn -db ssu.db -query t2.fa -evalue 1e-2 -task blastn -max_target_seqs 1 -out t3.tsv -outfmt
"6 sallseqid" out=test-$sample
mv $out.tsv t3.tsv
cat t3.tsv | while read line; do t='grep ">$line" ssu.fa'; echo $t:1 >$out.txt; done;
cat $out.txt | awk ' gsub(/[0-9]/,""); gsub(" ",","); print ' | sort >$out.csv
cat $out.csv | awk -F "," ' print $2 " " $3 ' | bash -c 's="";c=0;while read line; do if [ "$line" !=
"$s" ]; then if [ "$c" != "0" ]; then echo "$s" : $c,"; fi; s=$line; c=1; else c='echo "$c+1" | bc'; fi;
done; echo "$s" : $c";';

```

8.3 Rank-abundance

e.g. SAR:

```

grep -E 'Cerczoalstrametopiles/Alveolatal/Acanthamoeba' test*.txt | sort | awk '{ print $1 }' |
bash -c 's="";c=0;while read line; do if [ "$line" != "$s" ]; then if [ "$s" != "" ]; then echo $c; fi;
s=$line; c=1; else c='echo "$c+1" | bc'; fi; done; echo $c' | sort -g | awk '{ s = $0 " " s } END { print
s }' | awk '{ s = ""; for ( i=1; i <= NF; i++ ) { s = s " log(i)/log(NF) ", log($i)/log($1) }; print s }'

```

8.4 Unharmonic oscillator

classical system: `awk '{ lambda=$1; x = 1; v = 0; dt = 0.01; s = ""; for (i = 1; i < 5000; i++) { x = x + v * dt; v = v - x * (1 + lambda * x * x) * dt; if (i % 50 == 0) { s = s " (i * dt) ", x; }; print s } }`

C code:

```

void solve_cubic( double h, double g, double *e1 ) { double d = atan2( sqrt( pow( h, 3 ) - g *
g ), -g ) / 3.; double c = sqrt( h ) * cos( c ); *e1 = 2 * c; }
int main( int argc, char **argv ) { double lambda = atof( argv[1] ); double nmax = atoi( argv[2]
); double omega_n; int n; for ( n = 0; n < nmax; n++ ) { solve_cubic( 1. / 3., -3. * lambda * ( 1. +
2. * n + 2. * n * n ) / ( 1. + 2. * n ), &omega_n ); printf( "%.2f ", ( 1. / 4. ) * ( 3. * omega_n + 1.
/ omega_n ) * ( n + 1. / 2 ) );
} }

```

8.5 Rna-seq

fractal dimension:

```

awkcmd='{ n1 = abs( $1 - $2 ) + abs( $2 - $3 ) + abs ( $3 - $4 ) + abs( $4 - $5 ) + abs( $5 -
$6 ); n2 = 0.5 * ( abs( $1 - $3 ) + abs( $2 - $4 ) + abs( $3 - $5 ) + abs( $4 - $6 ) ); n3 = 0.3333 * (
abs( $1 - $4 ) + abs( $2 - $5 ) + abs( $3 - $6 ) ); l2 = log(2 ); l3 = log( 3 ); if ( n1 > 0 && n2 > 0
&& n3 > 0 ) { y = log( n1 ) + log( n2 ) + log( n3 ); b = ( 3 * ( log( n3 ) * l3 + log( n2 ) * l2 ) - y *
1.79 ) / 1.84; a = ( y - b * 1.79 ) / 3; d1 = log( n1 ) - a; d2 = log( n2 ) - a - b * l2; d3 = log( n3 ) - a -
b * l3; sumd = d1 * d1 + d2 * d2 + d3 * d3; if ( sumd < 0.01 ) { print abs(b) } } } function abs( v
) { if ( v > 0 ) { return v; } else { return -v; } }'
fdim='awk "$awkcmd" | sort -g | head -n $median | tail -n 1'

```