

Конференция с международным участием «Математическое моделирование в экологии»

21-25.10.2013 Пущино

ЭКОМАТМОД-2013

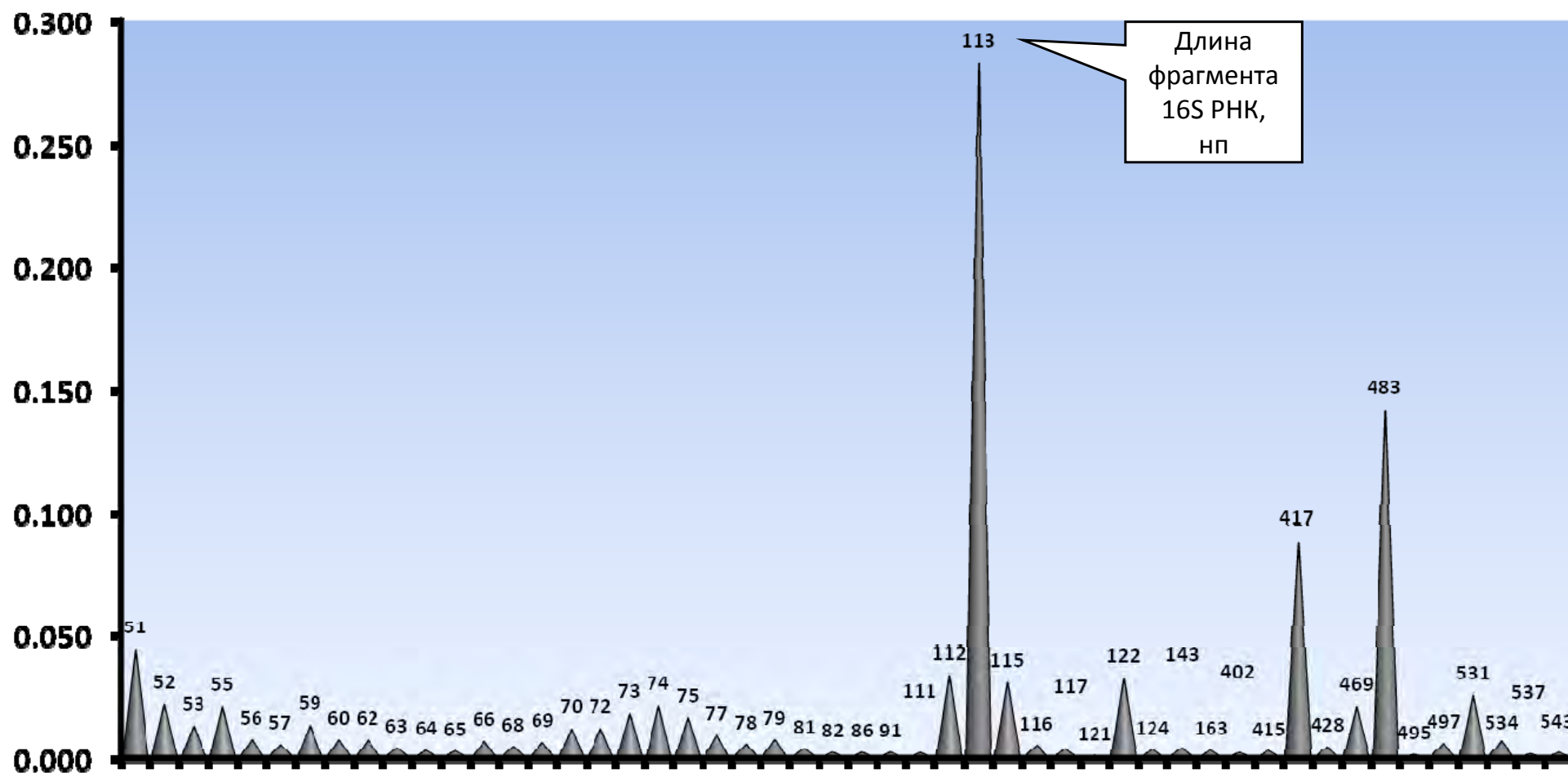
Фрактальный анализ периодической сукцессии почвенных микробных сообществ

Воробьев Н.И., Семенов А.М.,
Бубнов И.А., Свиридова О.В.
vorobyov@arriam.spb.ru



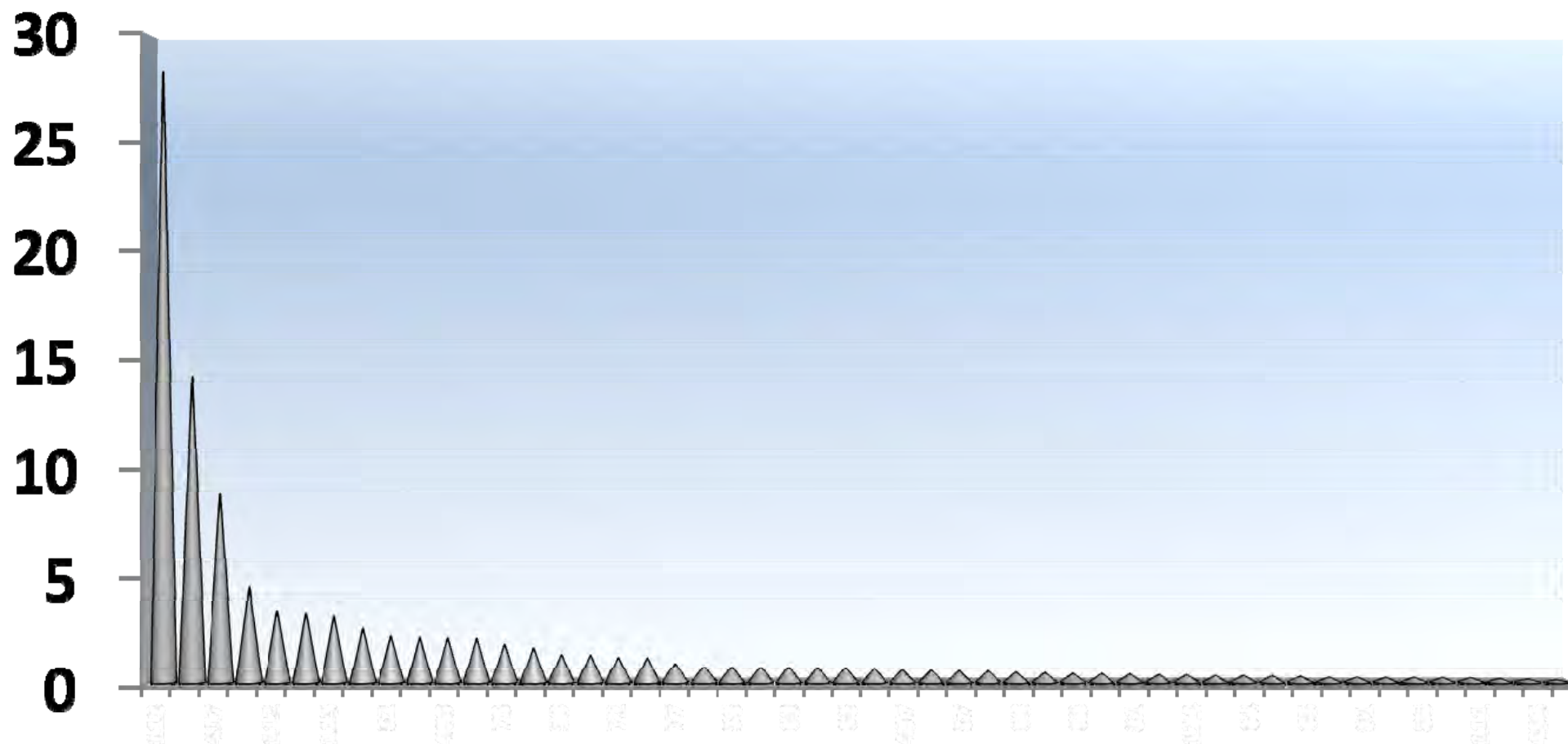
Распределение частот встречаемости фрагментов 16S РНК почвенных микроорганизмов

Частота встречаемости ОТЕ, p_i



Ранжированный ряд частот встречаемости фрагментов 16S РНК почвенных микроорганизмов

Частота встречаемости ОТЕ, p_i



ЭВОЛЮЦИЯ

Эволюция направлена на создание биосистем, которые способны противопоставить хаосу внешней среды адекватный ответ через организованность и согласованность ее компонентов и накопление все большего числа адаптаций к нестабильным внешним условиям.

ИЕРАРХИЯ

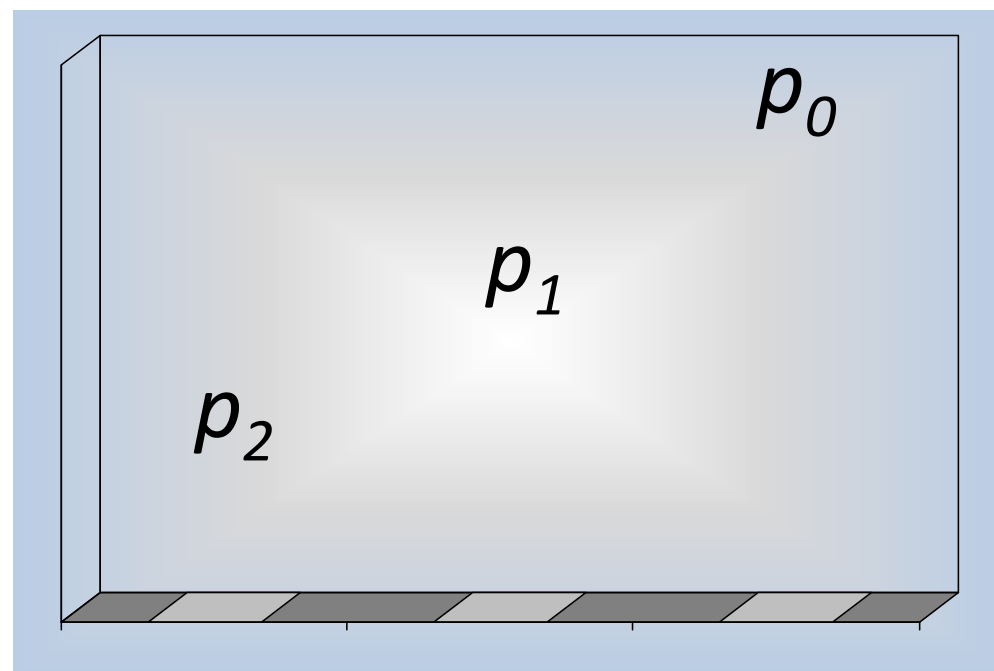
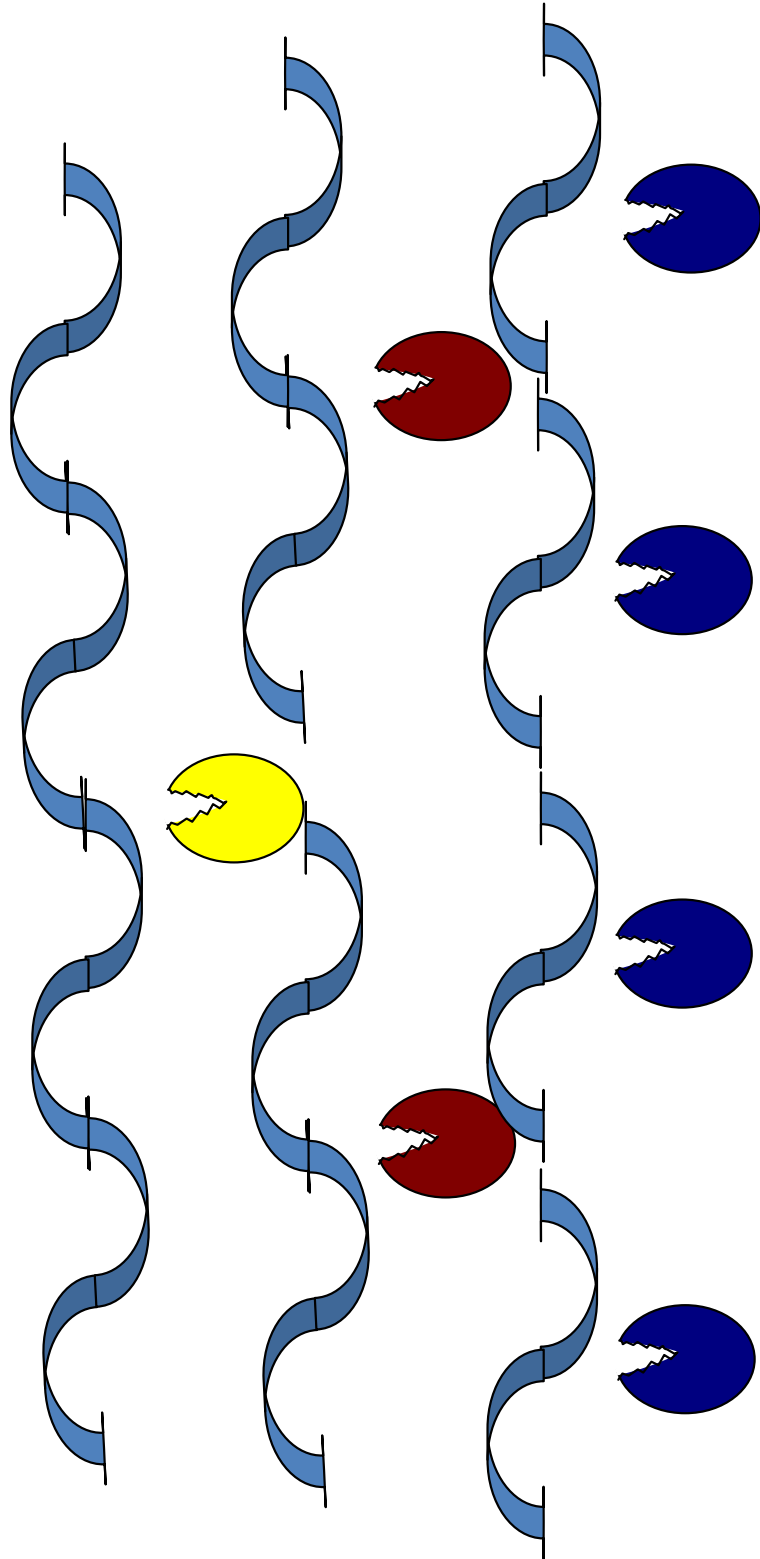
Иерархическая структура микробных сообществ возникла как наиболее эффективное средство управления всеми компонентами сообществ. При этом вертикальное управление «сверху-вниз» органично сочетается с Дарвиновским отбором наиболее эффективной группы микроорганизмов в пределах иерархического уровня и заданной функции уровня, что позволяет быстро настраивать микробное сообщество на требуемую адаптацию.

ФРАКТАЛЬНОСТЬ

Фрактальные свойства микробных биосистем проявляются в неравномерном распределении микроорганизмов по иерархическим уровням пирамиды управления. При этом, число микроорганизмов, расположенных на иерархических уровнях, при переходе с одного уровня на другой (вверх) уменьшается и определяется умножением на одну и ту же величину, меньшую единицы.

Организованное сообщество микроорганизмов- деструкторов

1 : 2 : 2²



	i=0	i=1	i=2
pi	4/7	2/7	1/7
Log _G (pi)	1.16	2.60	4.04

$$G = (\sqrt{5} - 1) : 2 = 0,618 \quad - \text{золотое сечение}$$

Фрактальный триплет – это организованное микробное сообщество, имеющее 3 уровня иерархии.

$$\log_G(p_0) = 8,919 \qquad G = (\sqrt{5} - 1) : 2 = 0,618$$

$$\log_G(p_1) = 8,919 + 0,752$$

$$\log_G(p_2) = 8,919 + 2 \cdot 0,752 + Err \qquad Err = 0,002$$

$$p_0 = p_0 \cdot C^0$$

$$p_1 = p_0 \cdot C^1$$

$$p_2 = p_0 \cdot C^2 \cdot G^{Err}$$

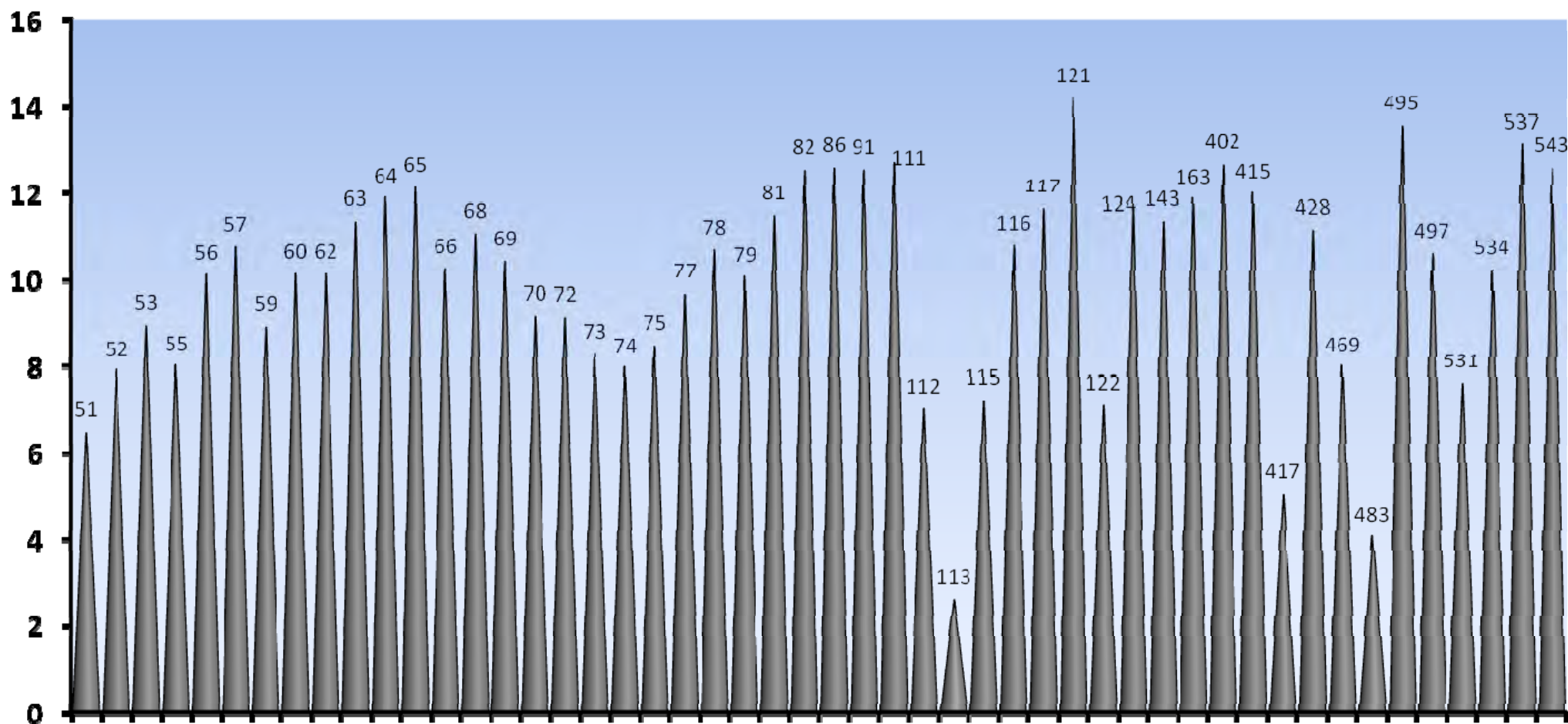
$$p_0 = G^{8,919} = 0,0137$$

$$C = G^{0,752} = 0,696$$

Распределение логарифмов частот встречаемости фрагментов 16S РНК почвенных микроорганизмов

$\log_G(p_i)$

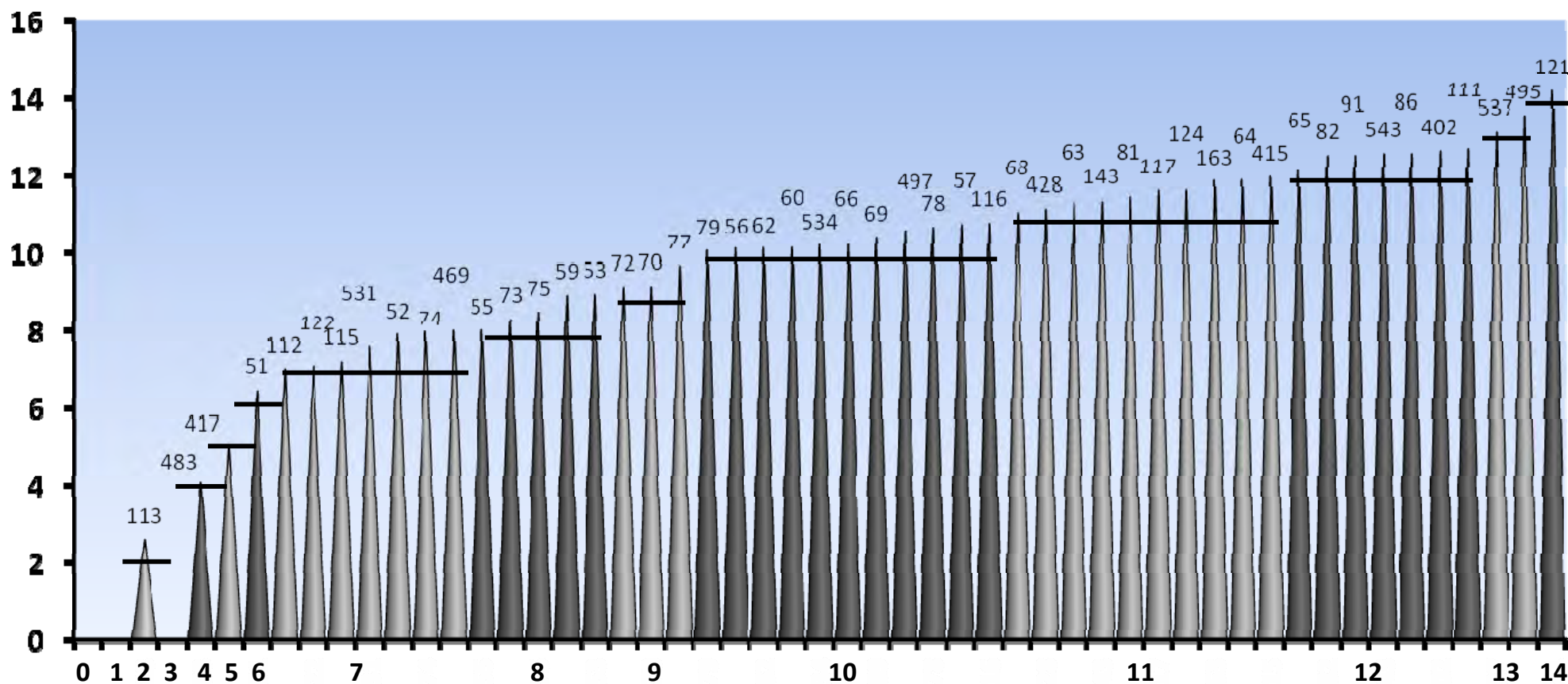
$$G = (\sqrt{5} - 1) : 2 = 0,618$$



Ранжированный ряд логарифмов частот встречаемости фрагментов 16S РНК почвенных микроорганизмов

$\log_G(p_i)$

$$G = (\sqrt{5} - 1) : 2 = 0,618$$

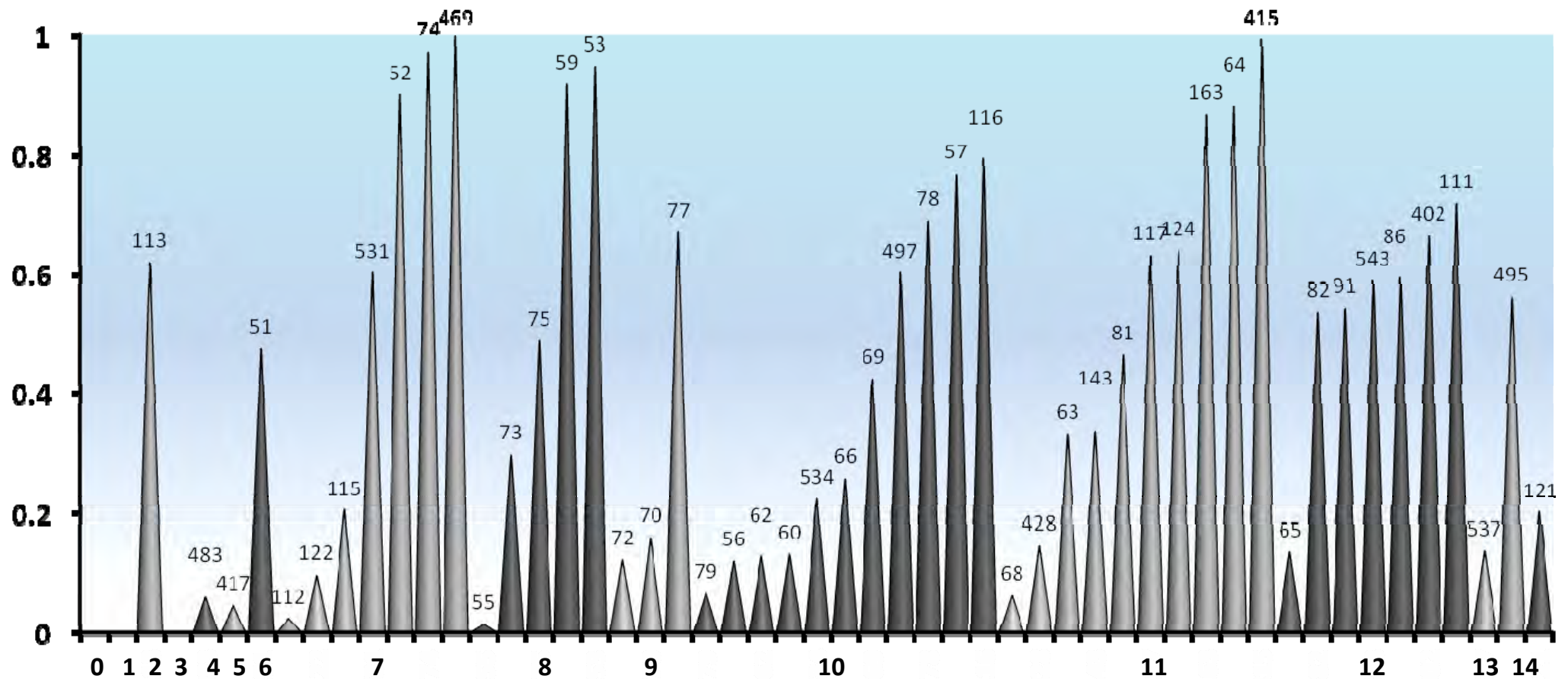


Целая часть $\log_G(p_i)$

Ряд дробных частей логарифмов частот встречаемости фрагментов 16S РНК почвенных микроорганизмов

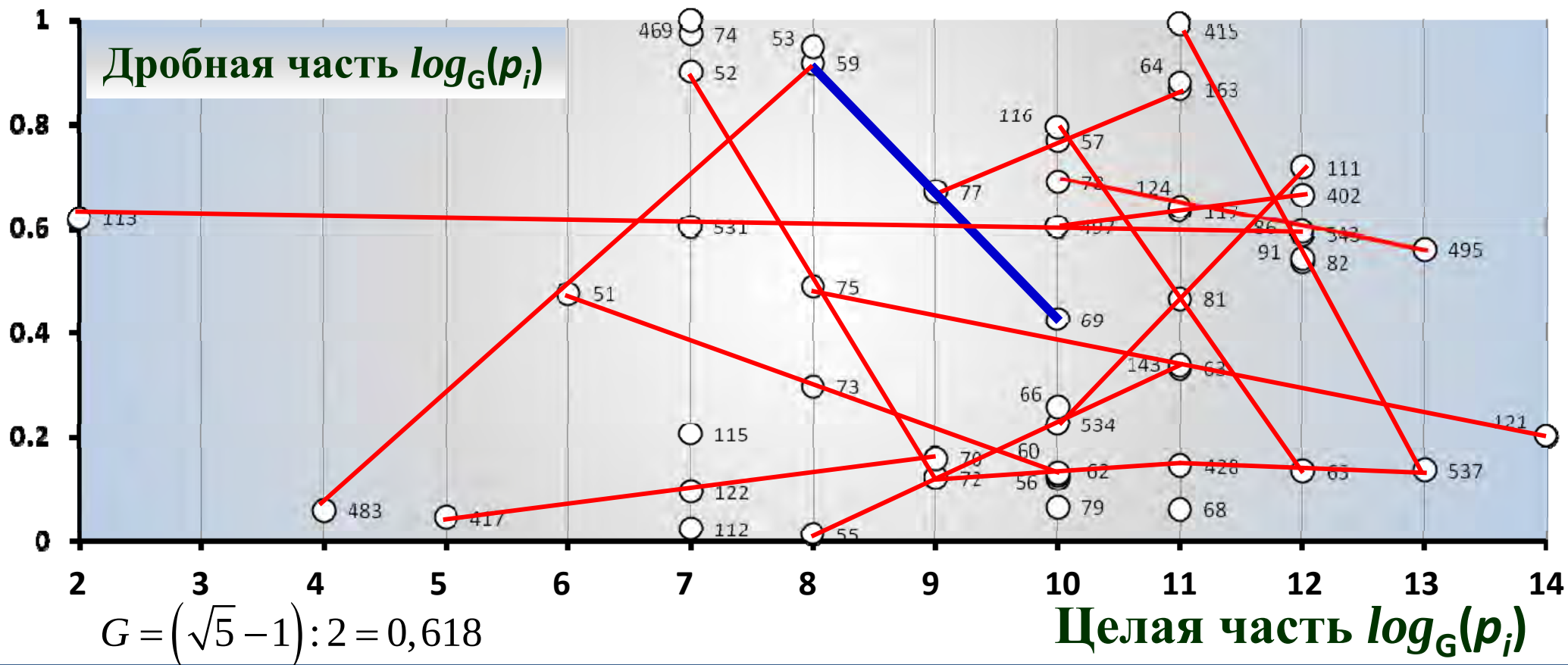
Дробная часть $\log_G(p_i)$

$$G = (\sqrt{5} - 1) : 2 = 0,618$$



Целая часть $\log_G(p_i)$

Фрактально-таксономический портрет почвенного микробного сообщества



$$\log_G(p_{59}) = 8,919 \quad Err = 0,002$$

$$\log_G(p_{77}) = 8,919 + 0,752$$

$$\log_G(p_{69}) = 8,919 + 2 \cdot 0,752 + Err$$

$$p_{59} = p_0 \cdot C^0$$

Фрактальный триплет

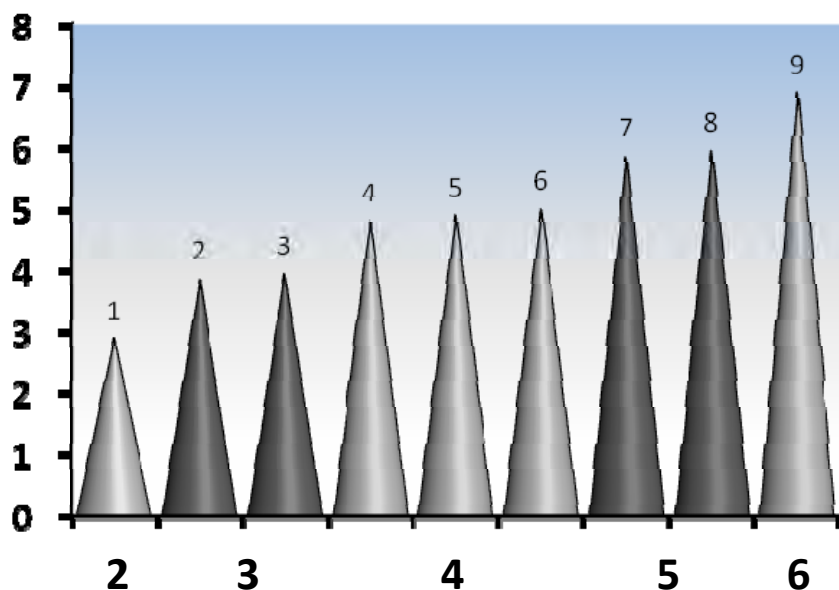
$$p_{77} = p_0 \cdot C^1 \quad p_0 = G^{8,919} = 0,0137$$

$$p_{69} = p_0 \cdot C^2 \quad C = G^{0,752} = 0,696$$

Оптимальная биосеть почвенных микроорганизмов

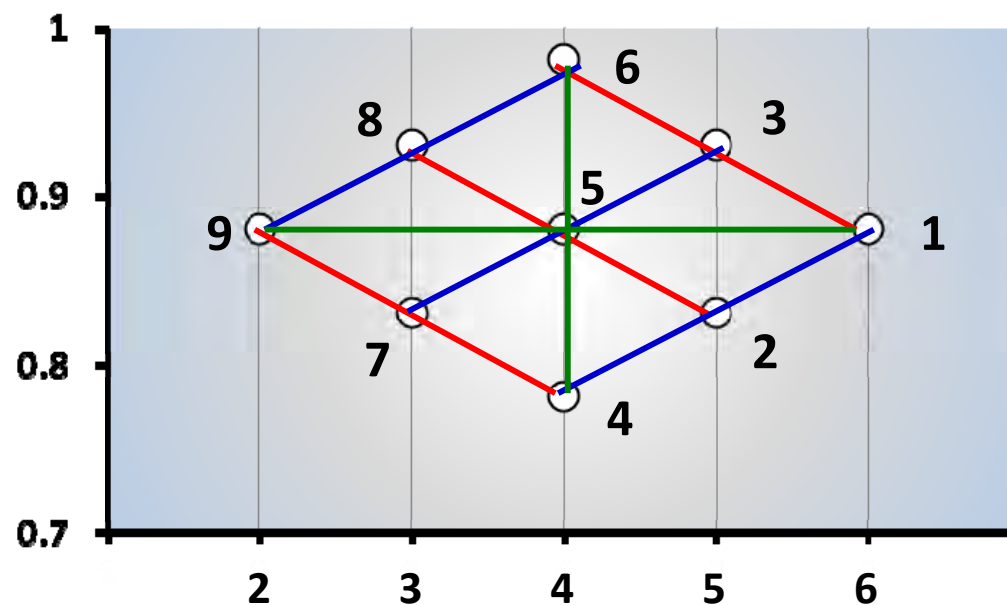
Оптимальная сеть микроорганизмов отличается тем, что число фрактальных триплетов в ней на единицу меньше числа микроорганизмов, образующих биосеть.

$\log_G(p_i)$



Целая часть $\log_G(p_i)$

Дробная часть $\log_G(p_i)$



Целая часть $\log_G(p_i)$

Индекс сетевой организации почвенного микробного сообщества

$$Ind_{BIONET} = \frac{N_{OPT}}{N_{MC}}$$

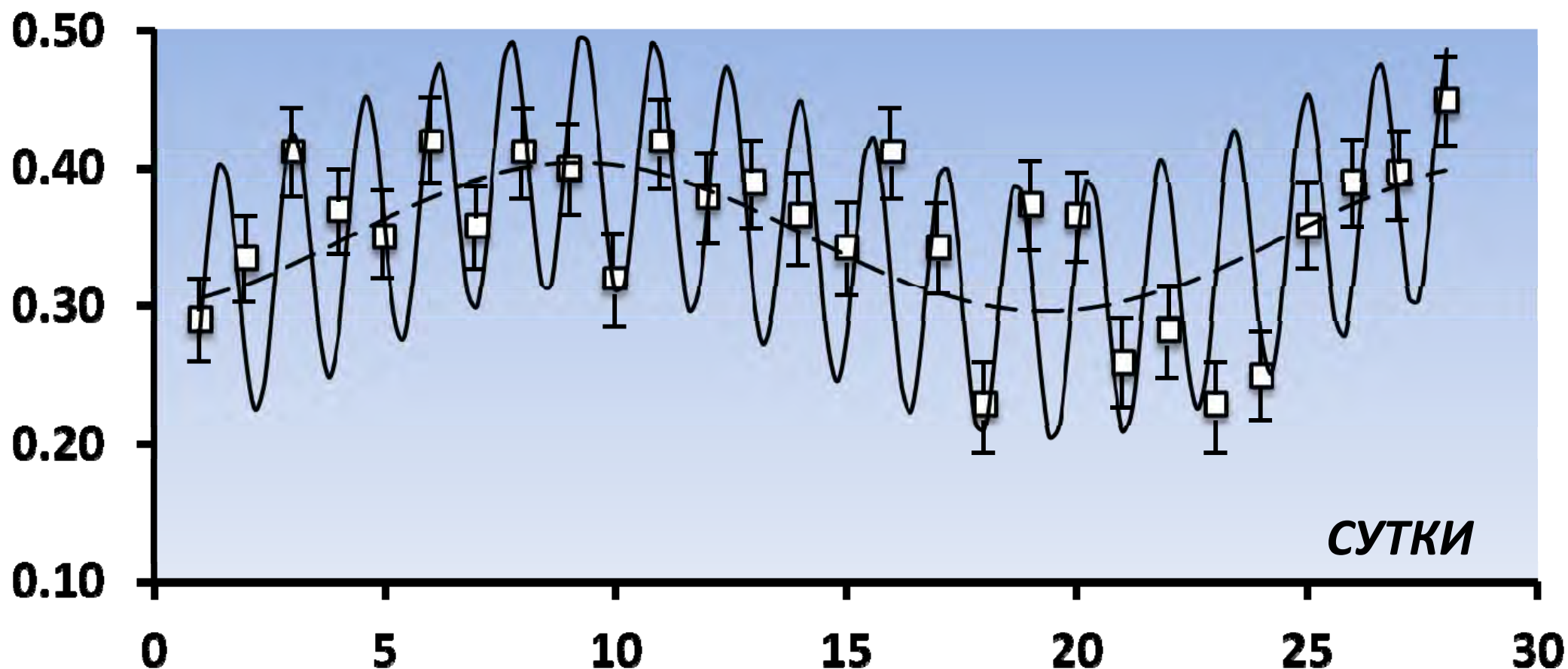
Число ОТЕ, образовавших
оптимальную биосеть в
одном образце почвы

Общее число ОТЕ,
обнаруженных во всех
образцах почвы

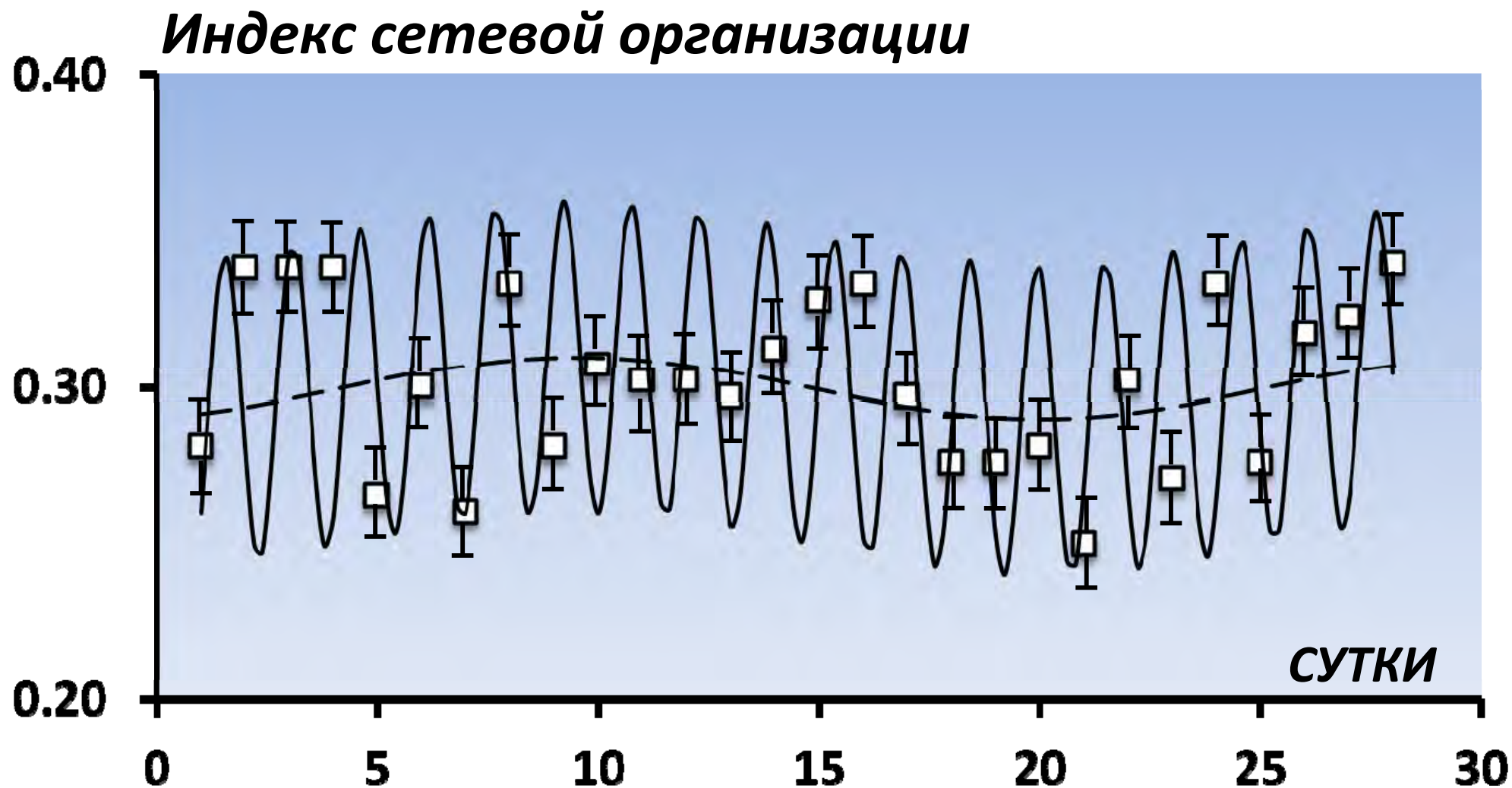
$$0 \leq Ind_{BIONET} \leq 1$$

Периодическая перестройка почвенного микробного сообщества при **органической** агротехнологии

Индекс сетевой организации



Периодическая перестройка почвенного микробного сообщества при **минеральной** агротехнологии



ВЫВОДЫ:

1. Почвенные микробные сообщества в процессе эволюции накапливают адаптации к внешним нестабильным условиям через стратегии организации микроорганизмов в биосети, через биологическое разнообразие компонентов биосети.
2. В почвенных микробных сообществах происходит регулярная периодическая смена конфигурации биосети в независимости от наличия питательных субстратов в почве, сопровождающаяся сменой графа биосети и состава микроорганизмов в узлах графа биосети.
3. В почвенных микробных сообществах можно выделить две группы микроорганизмов, отличающиеся инерционностью перестройки и активации процессов генерации преобразовательных ферментов (r-стратегии и K-стратегии).
4. Органическая агротехнология сопровождается большими по масштабу перестройками биосетей в микробных сообществах, по сравнению с минеральной агротехнологией.

Конференция с международным участием
«Математическое моделирование в экологии»

21-25.10.2013 Пущино

ЭКОМАТМОД-2013



БЛАГОДАРИЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

**Фрактальный анализ
периодической сукцессии
почвенных микробных сообществ**



Воробьев Н.И., Семенов А.М.,
Бубнов И.А., Свиридова О.В.
vorobyov@arriam.spb.ru