

Структура сообщества

*Вадим Михайлович Хайтов
к.б.н.
кафедра Зоологии
беспозвоночных
polydora@rambler.ru*

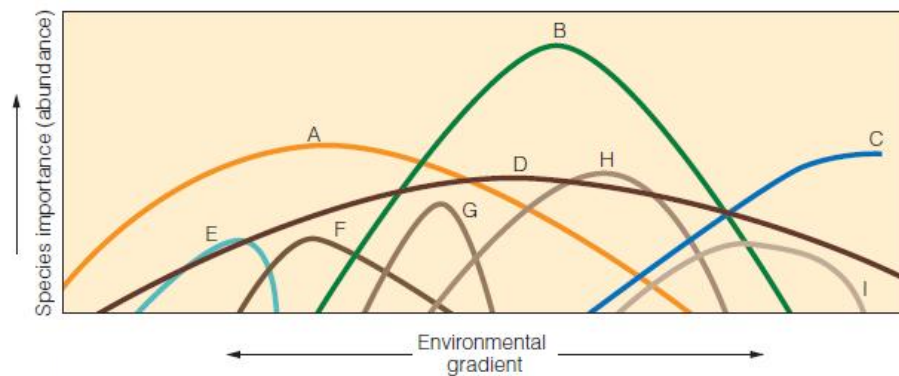
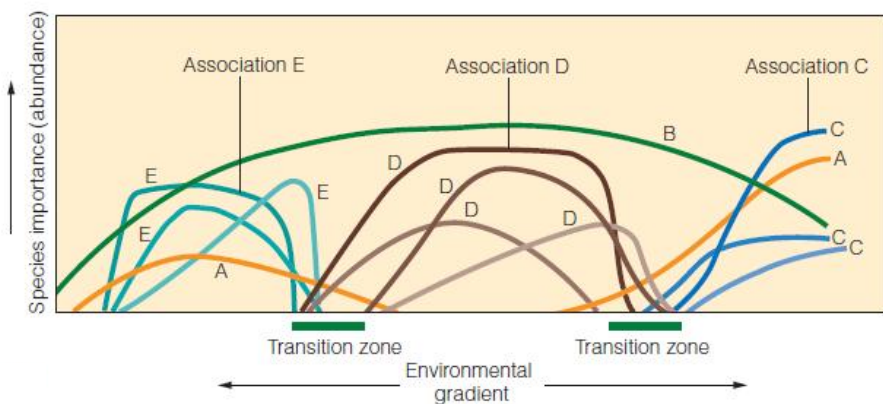
Рабочее определение

Сообщество - совокупность популяционных группировок разных видов, сосуществующих в одном местообитании.

Синтаксономия

- В разных участках можно наблюдать одни и те же сочетания видов.
- Эти сочетания воспроизводятся во временных рядах.
- На разных материках сообщества в чем-то сходны.
- Многообразие закономерно.
- Возможен синтаксономический анализ.

«Организмизм» VS «Континуализм»



Сообщество - система взаимосвязанных организмов, прошедших длительную коэволюцию. «Суперорганизм». Сообщества - реальные единицы существования жизни. Взаимоотношения между организмами первичны.

Существуют реальные синтаксономические единицы - «ассоциации».

Сообщество - совокупность популяций отдельных видов, которые относительно независимо распределены вдоль градиентов факторов. Сообщества формальные группировки. Взаимоотношения вторичны.

Синтаксономия условна.

Пространственная выраженность сообществ

- «Организмизм» - относительно дискретные границы между сообществами
- «Континуализм» - непрерывный биоценотический покров, границы размыты

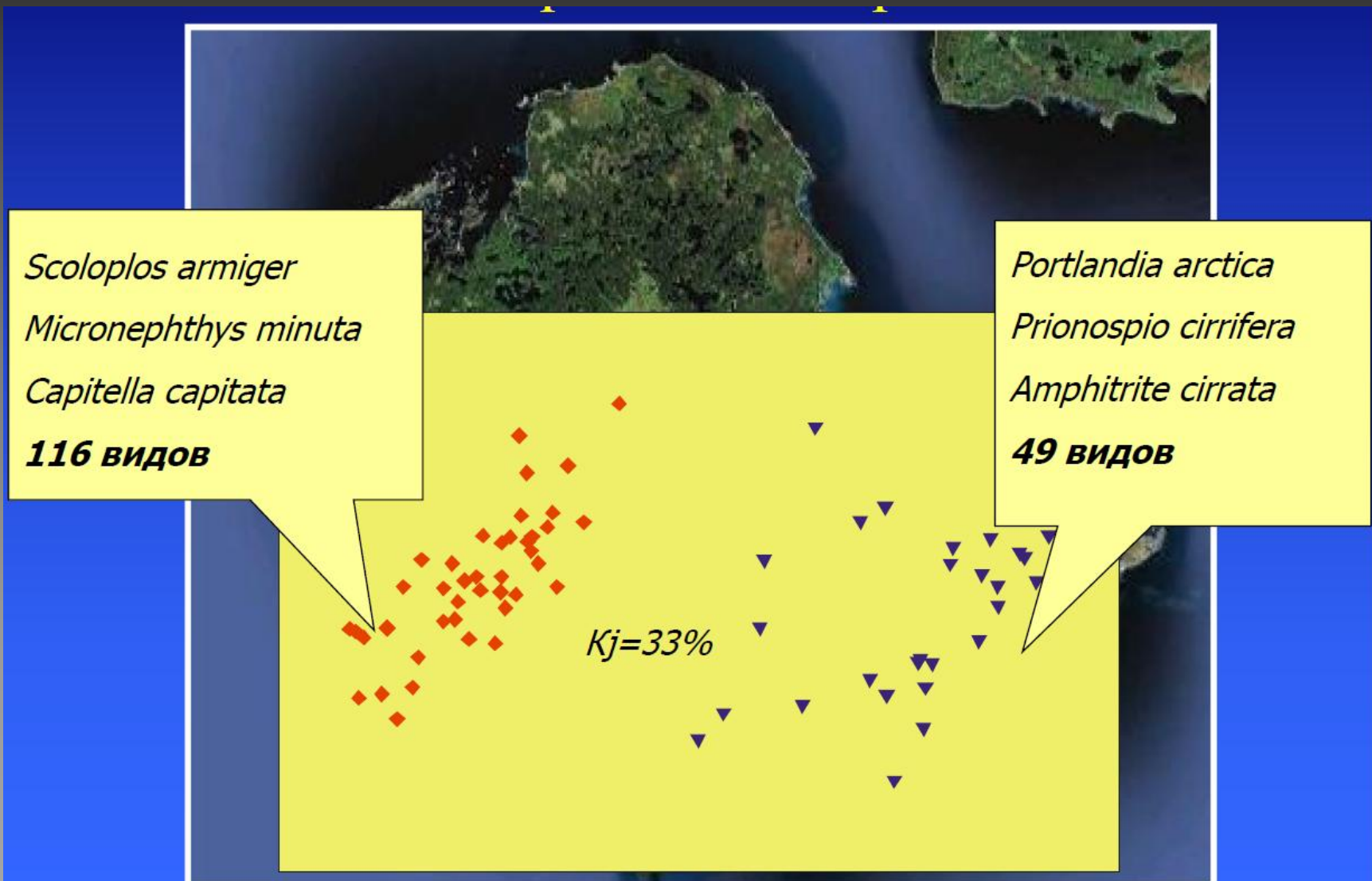
Взгляд практика...

- Популяция - обычно рассматривается, как «одномерный» объект, характеризующийся обилием популяционной группировки.
- Проблем с идентификацией объекта исследования в демэкологии нет.
- Все понимают, что такое популяционные группировки (пусть даже и разных разновидностей).
- Можно анализировать структуру и динамику популяционных группировок, их связь с параметрами среды.
- Можно строить модели, описывающие поведение популяций.

Взгляд практика...

- Сообщество - это n -мерный объект, представленный в гиперпространстве обилий видов.
- Этот объект можно визуализировать средствами многомерной статистики.
- Можно изучать поведение и организацию этого объекта, используя математический аппарат.
- Можно анализировать взаимосвязи видов, входящих в состав этого сообщества, на основе наблюдений и экспериментов.
- Можно анализировать связь свойств этого объекта с параметрами среды.
- Можно анализировать роль тех или иных связей в изменении свойств n -мерного объекта.

Пример визуализации сообществ в осях многомерного шкалирования



Структура сообщества

Что нас интересует, когда мы изучаем структуру сообщества?

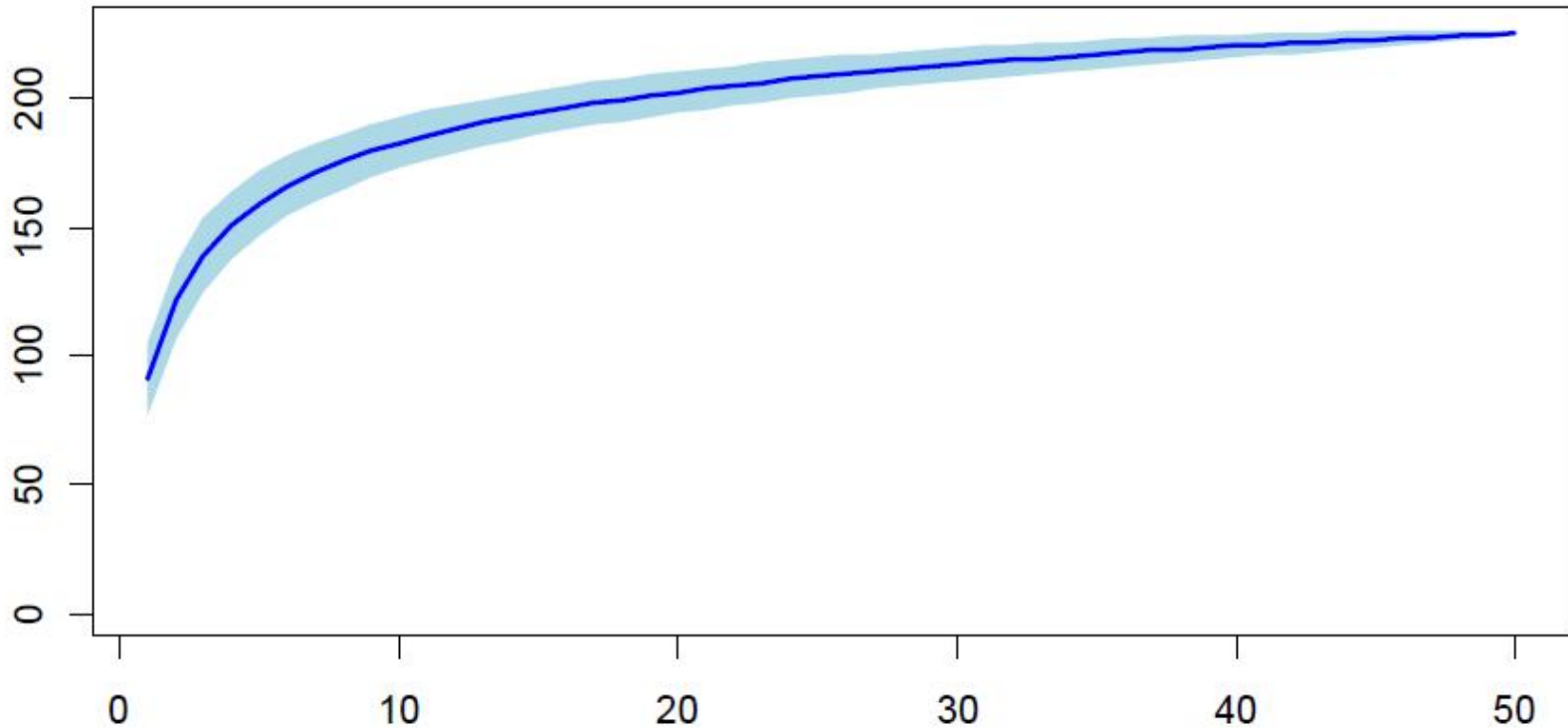
- Сколько видов входит в состав сообщества?
- В каком соотношении находятся показатели обилия видов в сообществе?
- Каковы, наиболее важные взаимоотношения между элементами сообщества, как они определяют облик сообщества?
- Какова пространственная структура сообщества?

Видовое богатство

Сколько видов представлено в данном сообществе.

Количество отмеченных видов

График накопленного числа видов



Количество описанных участков в сообществе

Разные аспекты разнообразия

- Разнообразие внутри местообитания (*alpha-diversity*)
- Разнообразие сообществ (*beta-diversity*)

➤ Alpha Diversity

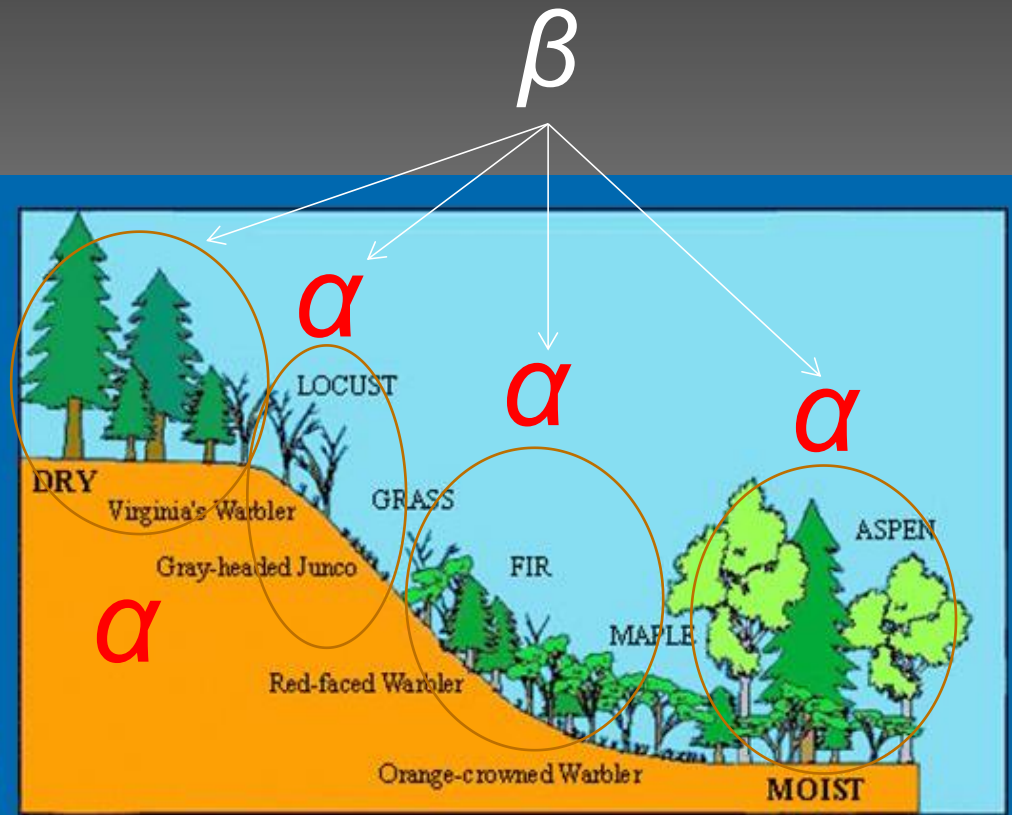
- w/in habitat

➤ Beta Diversity

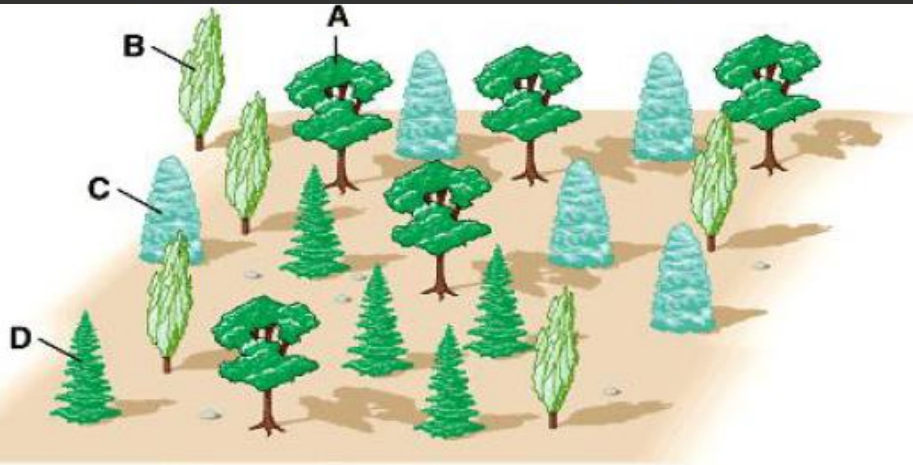
- b/w habitat

➤ Gamma Diversity

- Total diversity



Видовое разнообразие сообщества (alpha-diversity)



Community 1

A: 25% B: 25% C: 25% D: 25%

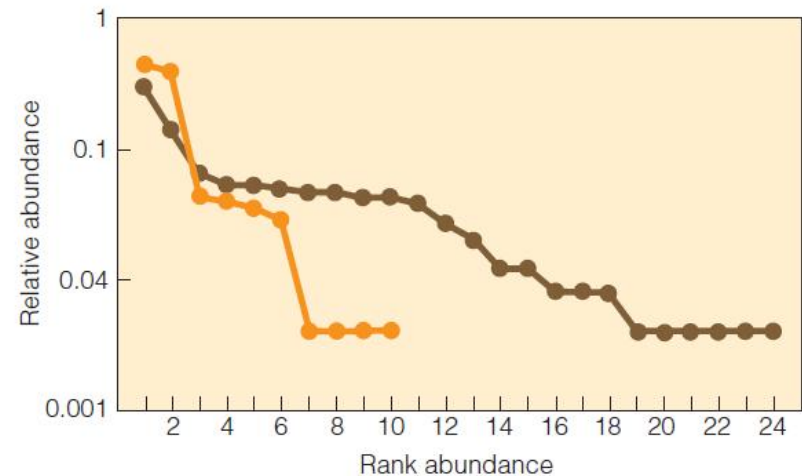


Community 2

A: 80% B: 5% C: 5% D: 10%

Какое из сообществ более разнообразно?

*Кривые относительных обилий:
1. Оцениваем относительное обилие видов
2. Ранжируем виды в порядке убывания обилия.*



Индекс разнообразия Симпсона

$$D = \left(\frac{N_i}{N_{total}} \right)^2$$

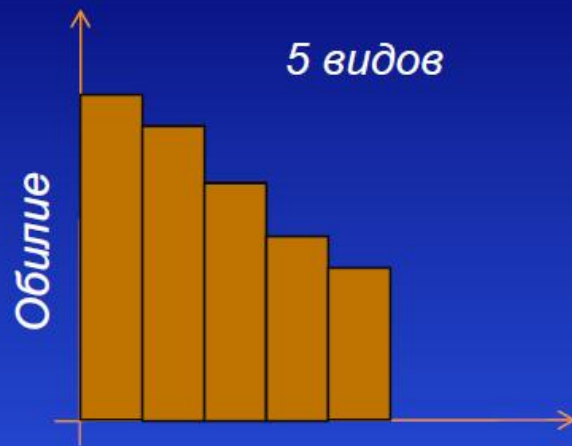
Суть: Какова вероятность того, что два случайно выбранных организма относятся к одному виду.

Индекс Шеннона

$$H = - \sum \frac{N_i}{N_{total}} \cdot \log_2 \left(\frac{N_i}{N_{total}} \right)$$

- *Изначально введен Клодом Шенноном в теории информации, как мера энтропии сообщения*
- *Размерность - «биты»*

Что показывают индексы разнообразия?



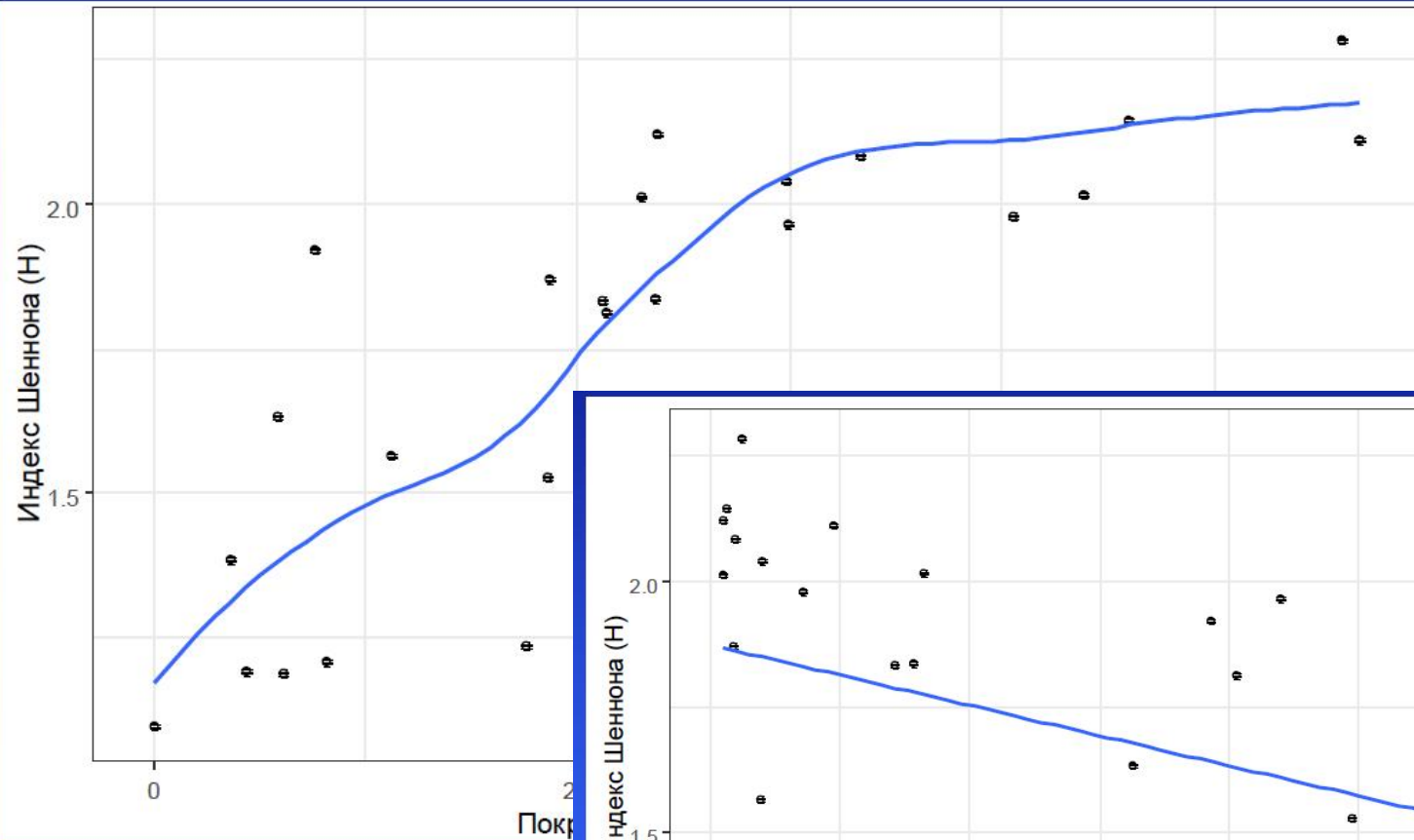
Более разнообразное сообщество

H уменьшается



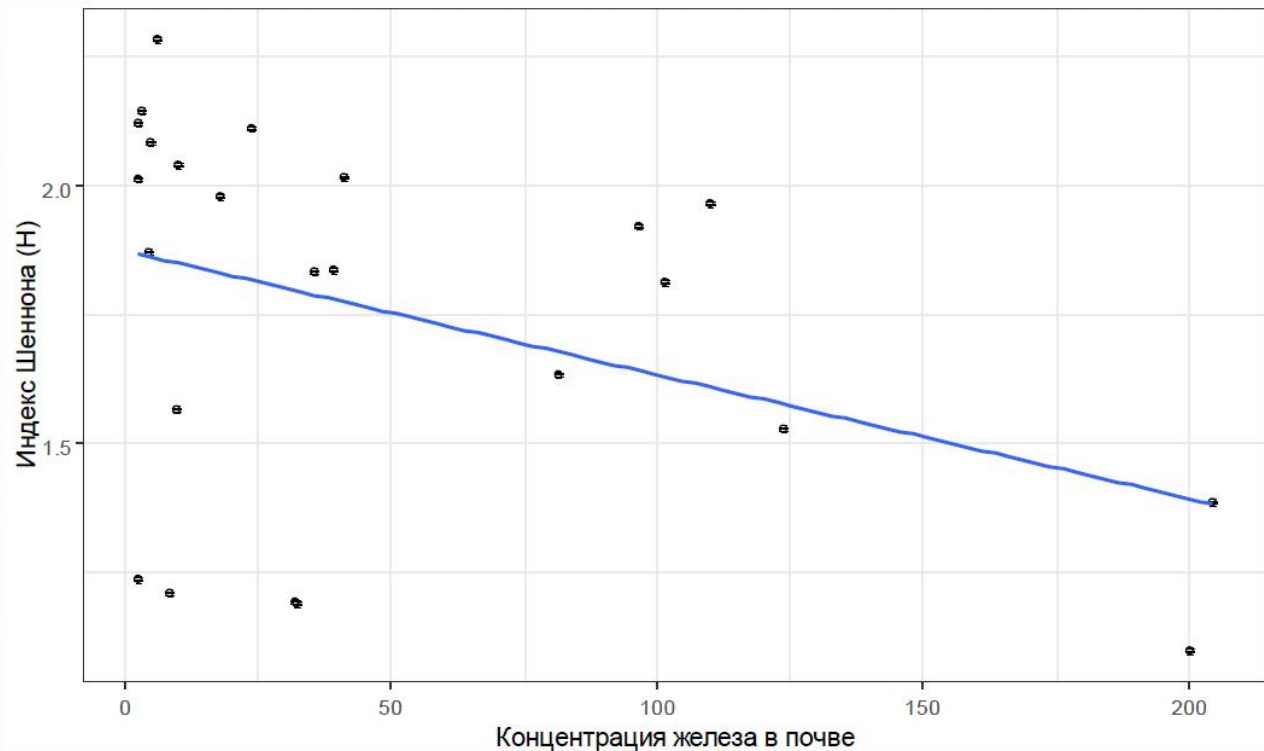
Менее разнообразное сообщество

Видовое разнообразие очень чувткий показатель



*Сосновые
леса
Фенноскандии*

*Изменение значений
важных факторов
приводит к изменениям
в разнообразии*



Что определяет структуру
сообщества?

Факторы, регулирующие структуру сообщества

- Параметры биотопа (система абиотически факторов)
- Трофические связи между видами сообщества
- Конкурентные отношения между видами
- Создание биогенной среды
- Прочие отношения

Бывают богатые и бедные сообщества



Десятки видов



Сотни видов

Почему?

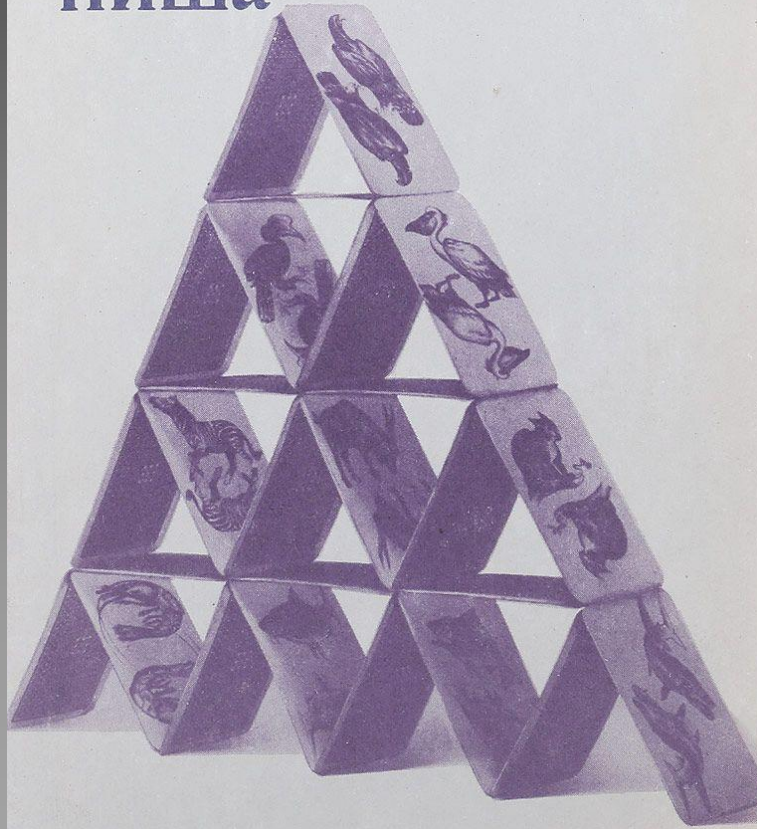
Экологические ниши и структура сообщества

Роль конкуренции в формировании структуры сообщества

Хорошая книга

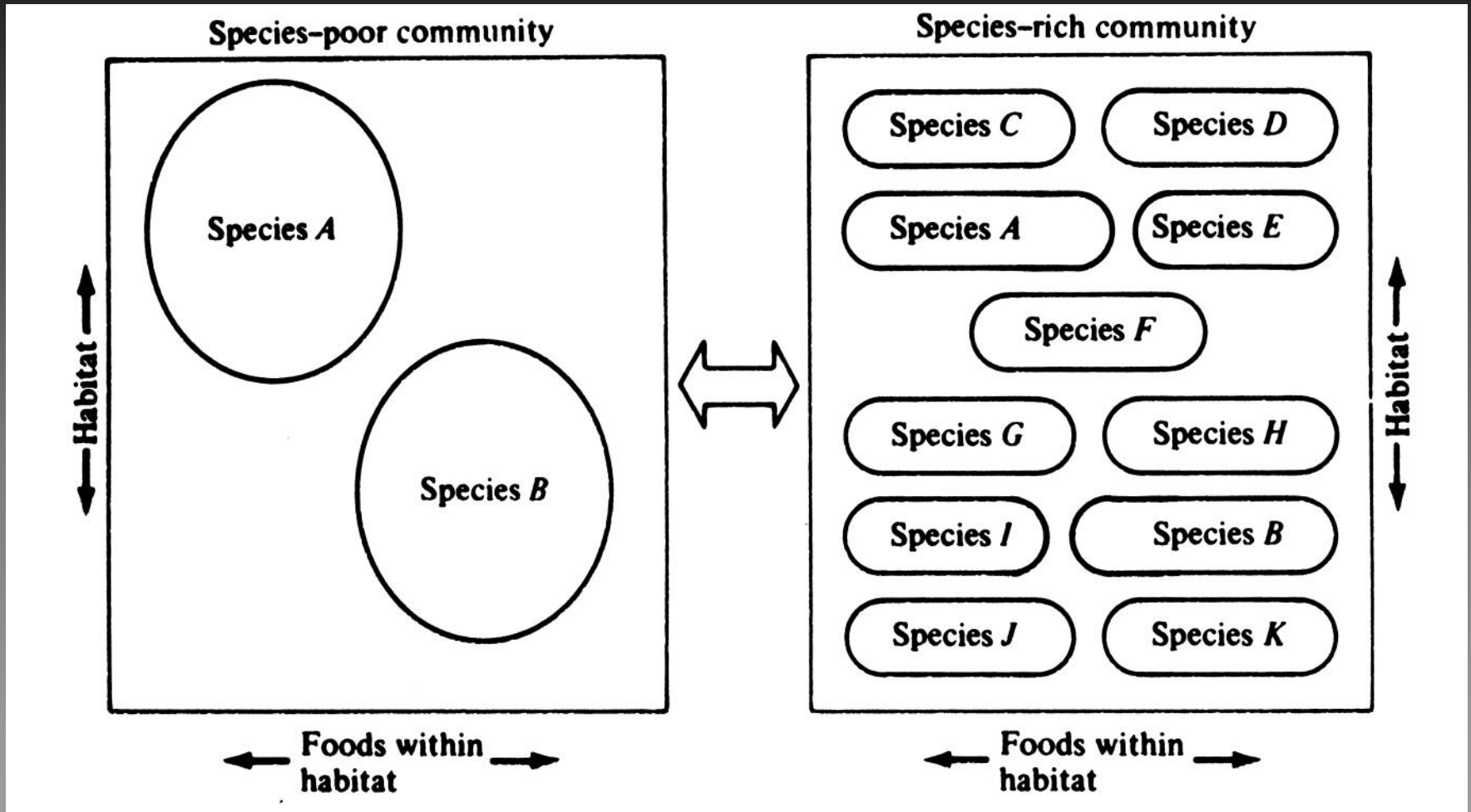
П. Джиллер

Структура сообществ и экологическая ниша



Есть в сети...

Гипотеза упаковки ниш

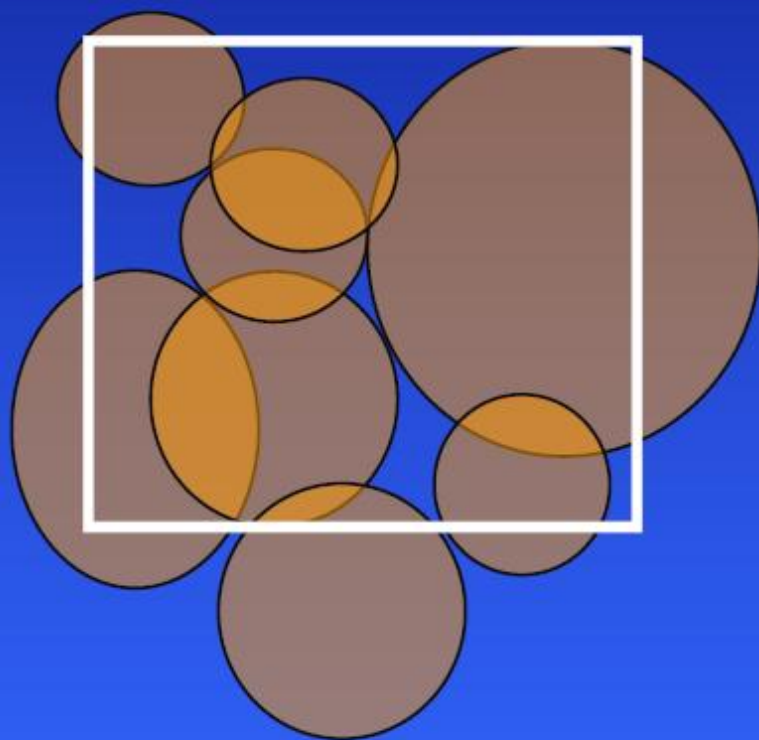


*Экологические ниши «упакованы» в пространство лицензии.
Чем шире экологические ниши, тем меньше видов можно «упаковать» в рамках лицензии.*

Почему разнообразие изменяется при нарушениях?

Ненарушенное сообщество

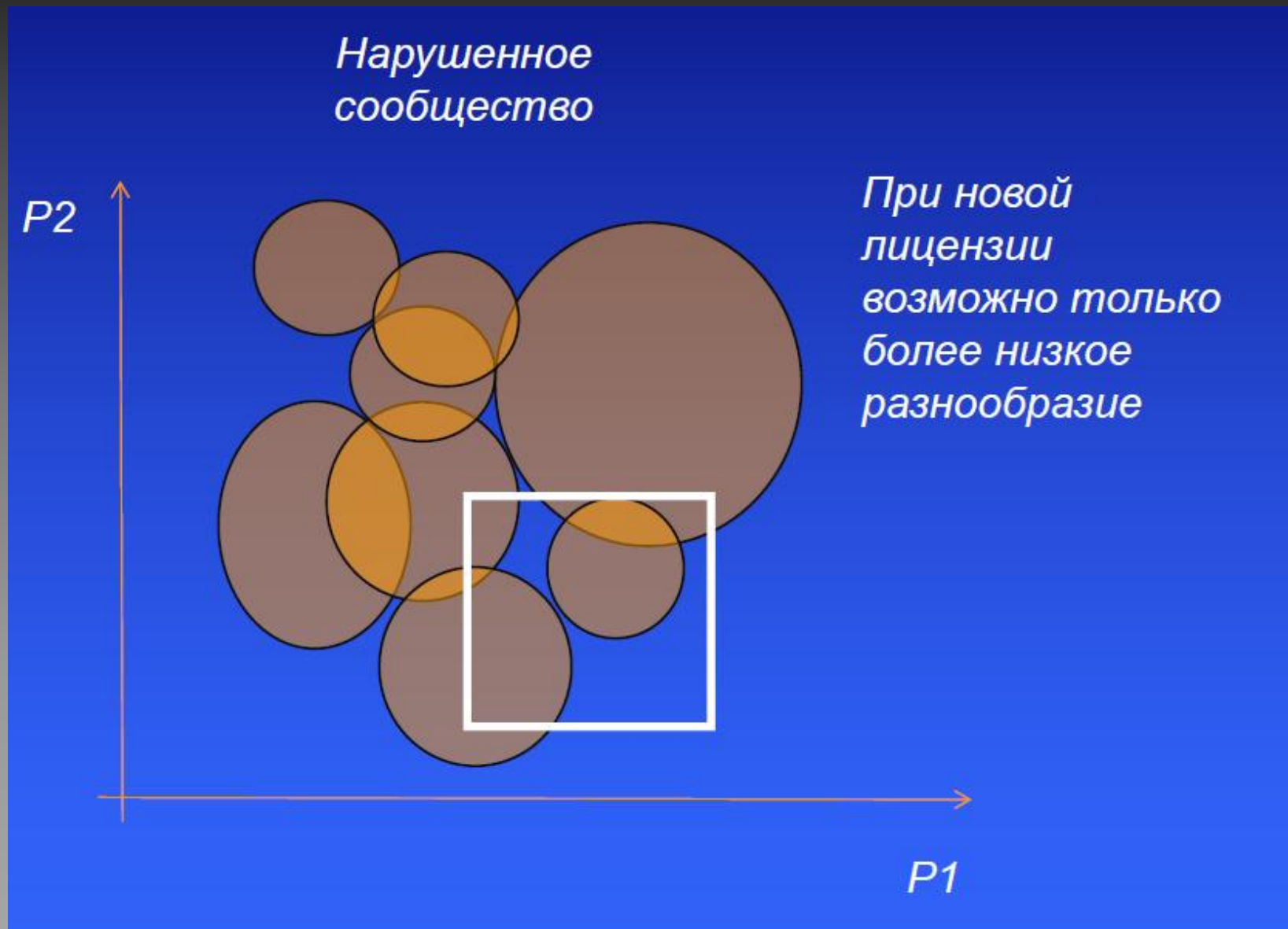
P_2



Высокое разнообразие в рамках лицензии

P_1

Почему разнообразие изменяется при нарушениях?



*All animals are equal, but
some animals are more
equal than others.*

George Orwell

Особенные виды сообщества

Термины, используемые для обозначения «особенных» видов в сообществах

- Доминанты
- Эдификаторы
- Foundation species
- Ecosystem engineers
- Keystone species

Очень тонкие отличия

- *Доминанты* - организмы имеющие самые высокие показатели обилия в сообществе.
- *Эдификаторы* - организмы, которые создают внутриценоотическую среду, параметры которой отличается от параметров среды вне сообщества.
- *Foundation species* - влиятельные организмы, которые оказывают положительное влияние на виды, сосуществующие с ними.
- *Ecosystem engineers* - организмы, которые изменяют поддерживают и/или создают среду обитания (главным образом, за счет создания живых или неживых структур).
- *Keystone species* - виды, которые оказывают влияние на окружающую среду непропорционально своему обилию.

Визуализация изменений сообществ под влиянием эдификатора

Присутствие мощного эдификатора (мидий) существенно изменяет структуру сообщества илисто-песчаного пляжа.

Сер. 3 2007 Вып. 4

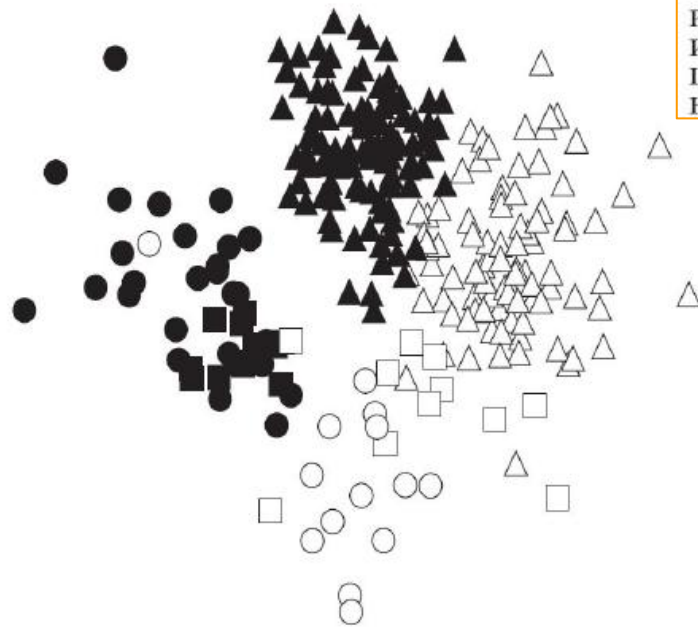
ВЕСТНИК САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЗООЛОГИЯ

УДК: 574.587:591.524(26)

В. М. Хайтов, А. В. Артемьева, А. Е. Горных, О. Г. Жижина, Е. Л. Яковис

**РОЛЬ МИДИЕВЫХ ДРУЗ В СТРУКТУРИРОВАНИИ СООБЩЕСТВ
ИЛИСТО-ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ.
I. СОСТАВ СООБЩЕСТВА, СВЯЗАННОГО С ДРУЗАМИ,
НА БЕЛОМОРСКОЙ ЛИТОРАЛИ**



△ грунт (Долгая губа)	□ грунт (Круглая губа)	○ грунт (Фукусовая губа)
▲ друзы (Долгая губа)	■ друзы (Круглая губа)	● друзы (Фукусовая губа)



Эдификаторы и ассектаторы



Среду, создаваемую эдификаторами, заселяют виды-ассектаторы

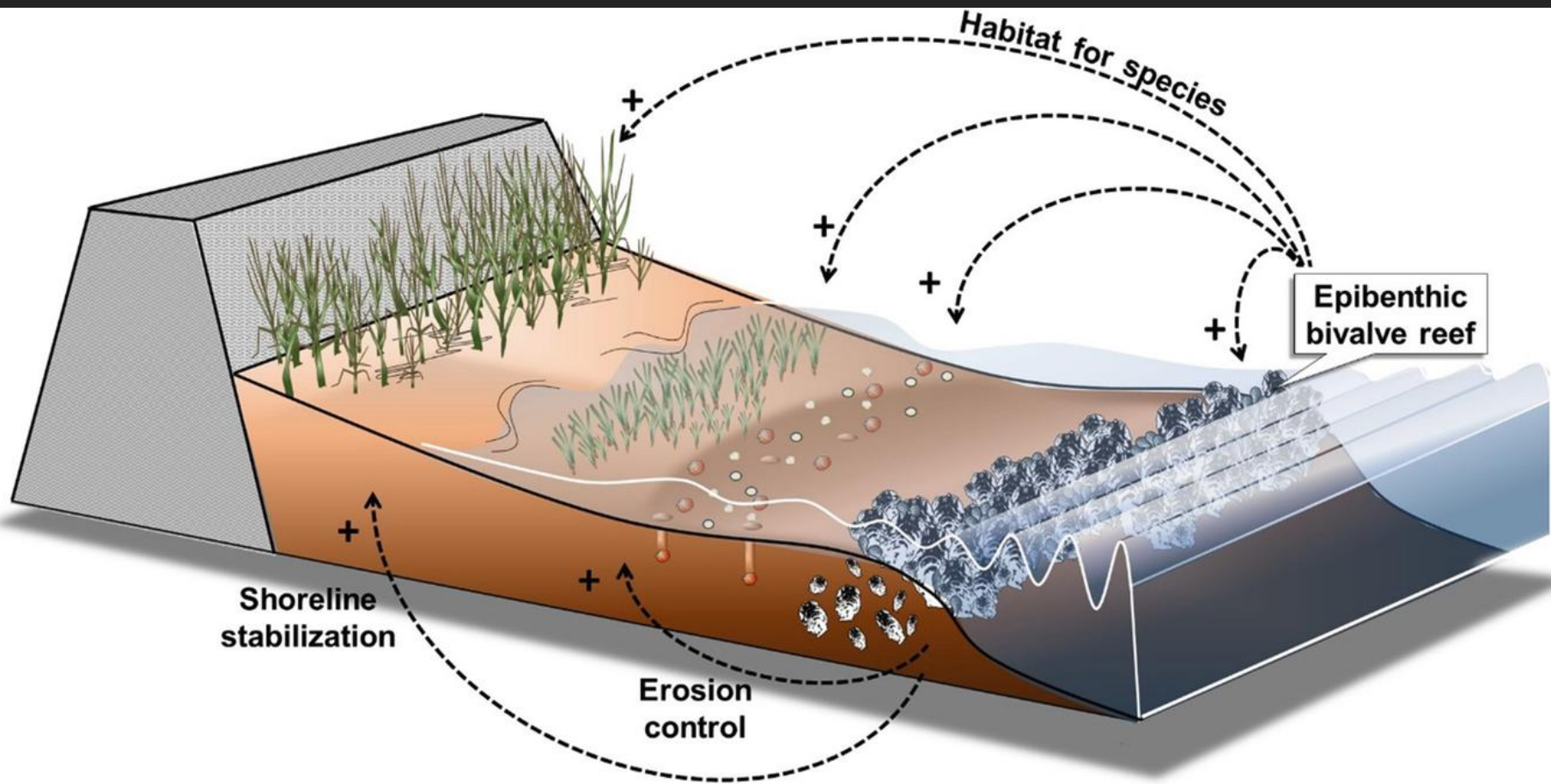
Ecosystem engineers



Виды-экосистемные инженеры создают конструкции, которые изменяют характер биотопа, увеличивая в нем структурную сложность (structure complexity). В более сложной среде складывается более разнообразное сообщество.

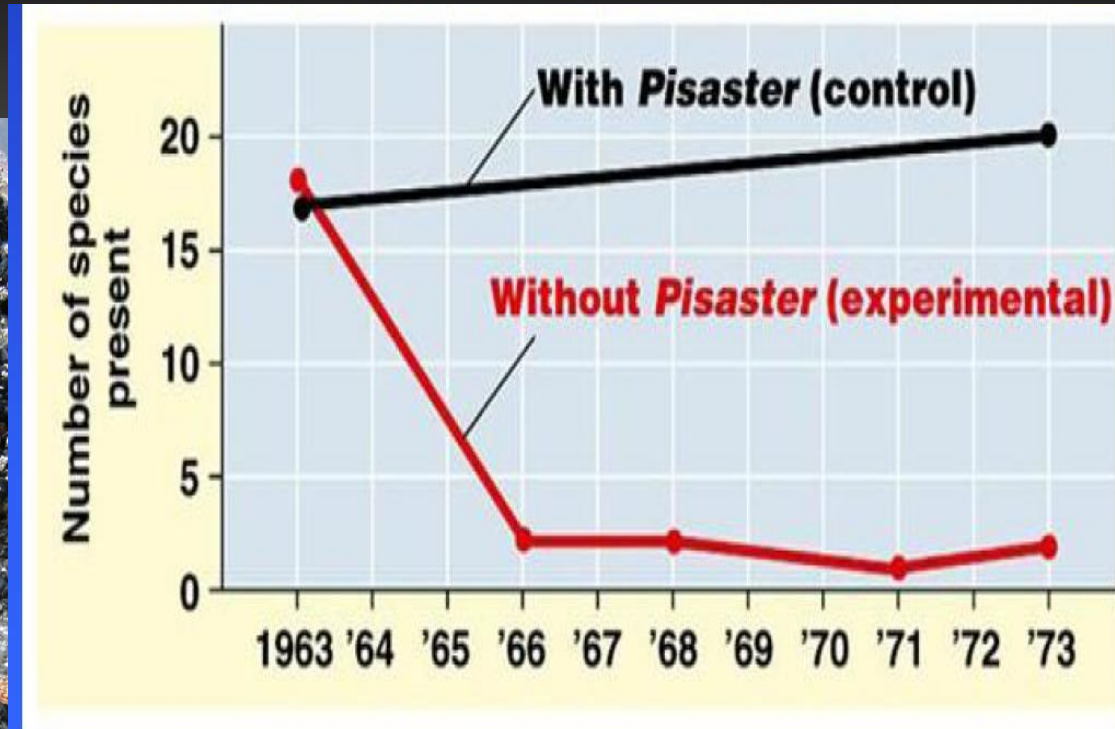


Facilitation: синойкия в среде экосистемных инженеров



Присутствие видов-экосистемных инженеров приводит к каскаду эффектов: моллюски создают барьер на пути волн -> это способствует стабилизации осадка -> растения, поселяющиеся в стабильном грунте, стабилизируют береговую линию. Каждый из видов-инженеров создает среду благоприятную для многих других видов.

Ключевые виды (Keystone species)



Морские звезды, выедая мидий, освобождают участки скал для поселения большего количества видов, использующих твердый субстрат и конкурирующих с мидиями. Хищник снижает пресс конкурентных отношений, что приводит к росту разнообразия.

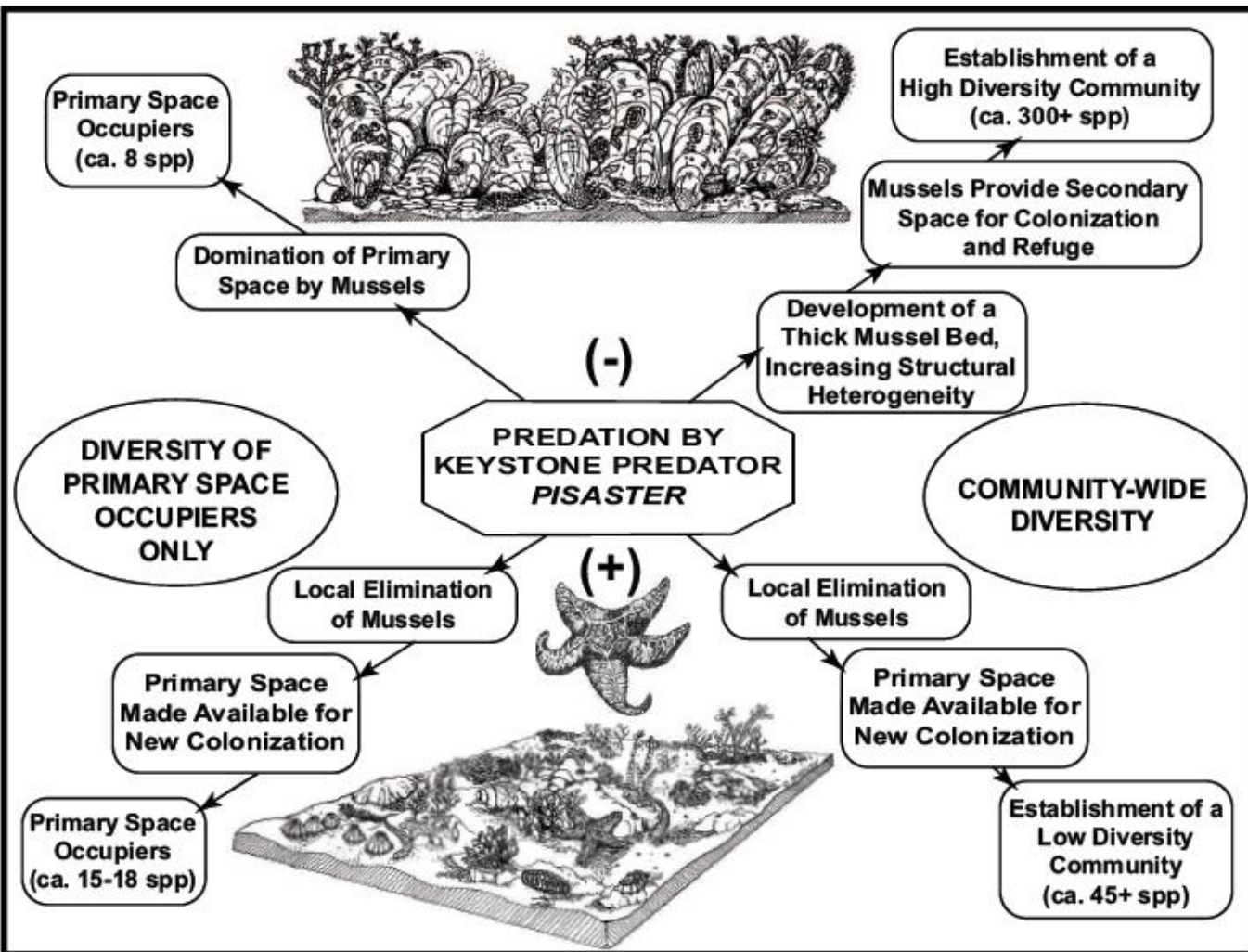
Все несколько сложнее

VOL. 188, NO. 4 THE AMERICAN NATURALIST OCTOBER 2016

HISTORICAL COMMENT

Revisiting Paine's 1966 Sea Star Removal Experiment, the Most-Cited Empirical Article in the *American Naturalist*

Kevin D. Lafferty^{1,2,*} and Thomas H. Suchanek^{1,3}



Хищник, выедая вид-эдификатор приводит к снижению разнообразия сообщества в целом, так как эдификатор создает среду для сосуществующих видов.

Пасущиеся копытные не дают сформироваться более разнообразным и сложным сообществам

Саванна в ноябре



Саванна в марте

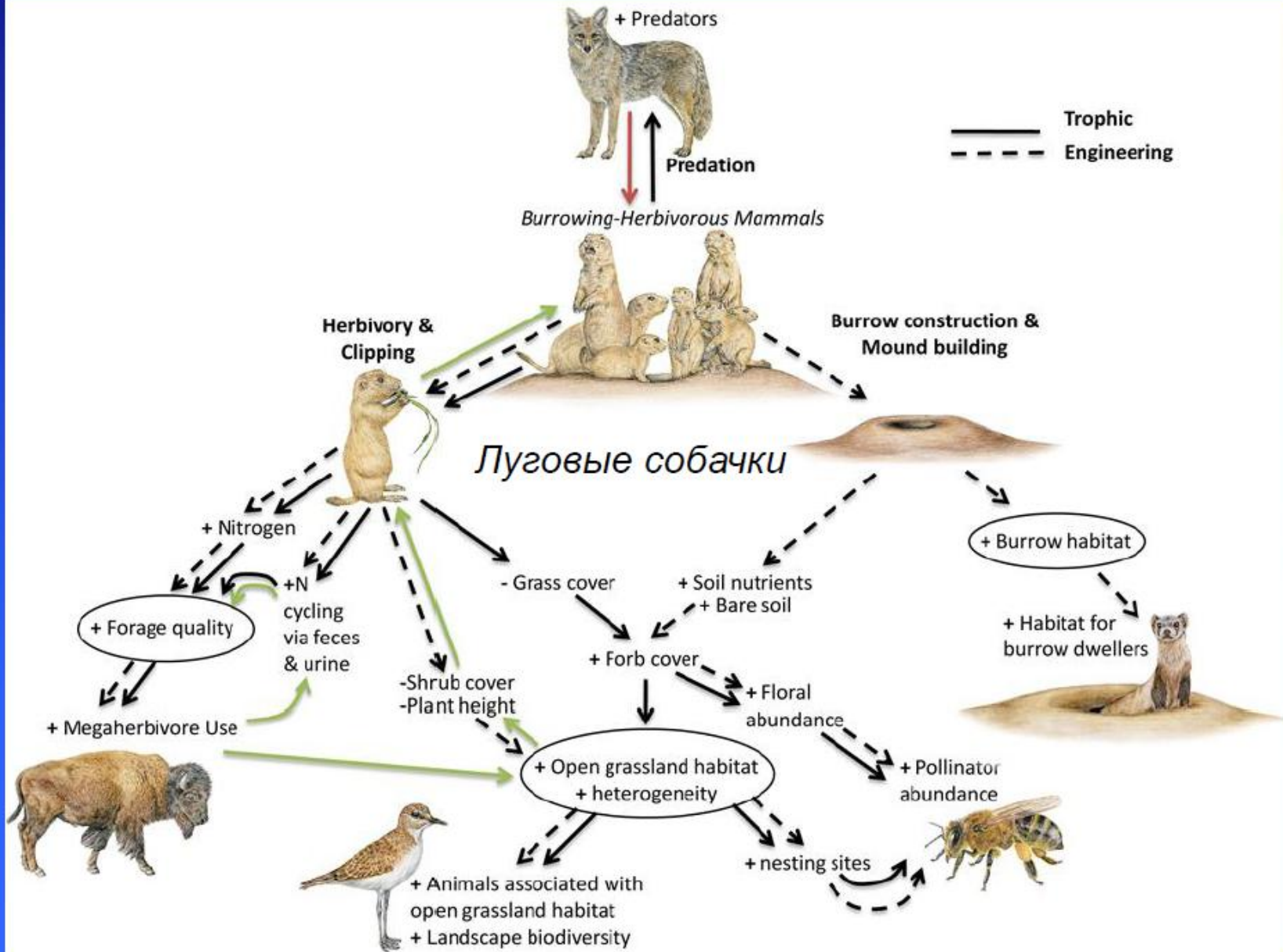


Ключевые виды (Keystone species)

Хищник (калан) сдерживает рост численности другого потребителя (морские ежи), что приводит к росту разнообразия сообщества.



Who is who?



Take home message

- Сообщества суть многомерные объекты, отражающие соотношение обилий сосуществующих видов.
- Сообщества столь же реальны/абстрактны, как и популяционные группировки.
- Сообщества характеризуются рядом интегральных показателей (видовое богатство, видовое разнообразие)
- В сообществах могут быть представлены особенные виды, создающие внутриценотическую среду.
- В сообществе могут быть ключевые виды, имеющие небольшое обилие, но оказывающие большое влияние на структуру сообщества.
- Структура сообщества определяется экологической лицензией биотопа, в котором сообщество представлено и характеристиками экологических ниш видов, входящих в состав сообщества.

Опорный глоссарий

- Сообщество
- Концепция континуума
- Концепция «сверхорганизма»
- Видовое богатство
- Видовое разнообразие
- Доминант сообщества
- Эдификатор
- Ключевой вид
- Экосистемный инженер
- Индекс Шеннона
- Индекс Симпсона
- Синтаксономия
- Ассоциация

Литература

- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. М.: Мир, 1988. - 184 с.
- Smith, R. L., Smith, T. M. Elements of ecology. - 2012. Chapter 17 Community Structure