

Симбиоз в тропических экосистемах



Дгебуадзе П.Ю.

p.dgebuadze@gmail.com

ИПЭЭ РАН



← Актинии и рыбы

Губки и полихеты →



Симбиоз

- **Тесное специализированное сожительство двух или нескольких организмов**
- 1879 г. – Антуан де Бари: тесная совместная жизнь двух разнородных организмов, между которыми могут существовать разные по своему характеру взаимоотношения
- 1906 г. – Оскар Гертвиг: взаимовыгодные ассоциации организмов

СИМБИОЗ

```
graph TD; A[СИМБИОЗ] --> B[КОММЕНСАЛИЗМ (+0)]; A --> C[ПАРАЗИТИЗМ (+-)]; A --> D[МУТУАЛИЗМ (++)];
```

КОММЕНСАЛИЗМ (+0)

тесное сожительство организмов, при котором один из них получает преимущество не причиняя вреда другому

ПАРАЗИТИЗМ (+-)

тесная ассоциация, один из участников которой использует другого в качестве источника пищи или убежища с ущербом для него

МУТУАЛИЗМ (++)

тесная взаимовыгодная ассоциация

Облигатный – факультативный

Экто- – эндо-

Соотношение размеров



Cryptocentrus cinctus и *Alpheus* sp.



Penella balaenoptera обитают на поверхности тела китов, рыб и амфибий



Мутуализм



Рыбка *Amphiprion* sp. среди щупалец актинии

Мутуализм

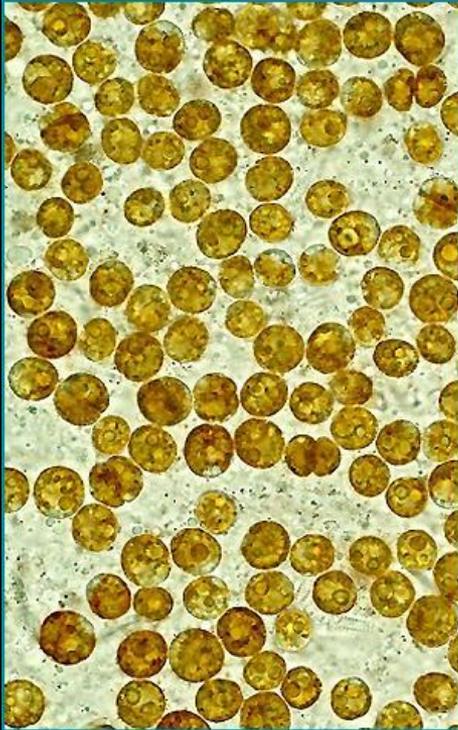
- **Внутриклеточное сожительство одноклеточных водорослей с беспозвоночными животными**
- **Внутриклеточное сожительство бактерий с беспозвоночными животными**
- **Сожительство между морскими животными**

Внутриклеточное сожительство одноклеточных водорослей с беспозвоночными

- Protozoa: Radiolaria
- Porifera
- Coelenterata: Hydrozoa
- Coelenterata: Scyphozoa
- Coelenterata: Anthozoa
- Ctenophora
- Plathelminthes: Turbellaria
- Annelida: Polychaeta (*Eunice*)
- Mollusca: Bivalvia (*Tridacna*, *Hyppopus*)
- Tunicata



Симбиотические водоросли



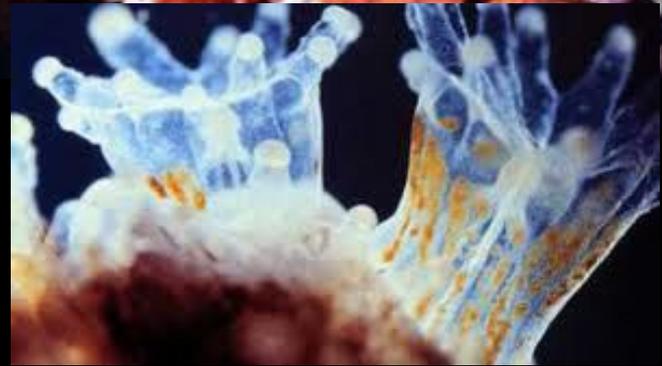
- «Зоохлореллы» и «зооксантеллы» – пирофитовые водоросли вида *Symbiodinium microadriaticum*
- В естественных условиях не встречаются в свободном состоянии
- Размножаются делением клетки пополам, а, кроме того, периодически клетка распадается на множество зооспор (без оболочки, но со жгутиками), которые заселяют молодых хозяев



- Симбиотические водоросли поглощают продукты обмена, выделяют кислород, ускоряют рост мадрепоровых кораллов, а также защищают хозяев от заселения и поедания другими организмами
- Хозяева-кораллы регулируют скорость деления водорослей в своих тканях



Голожаберный
моллюск захватывает
зооксалтеллы при
питании актиниями



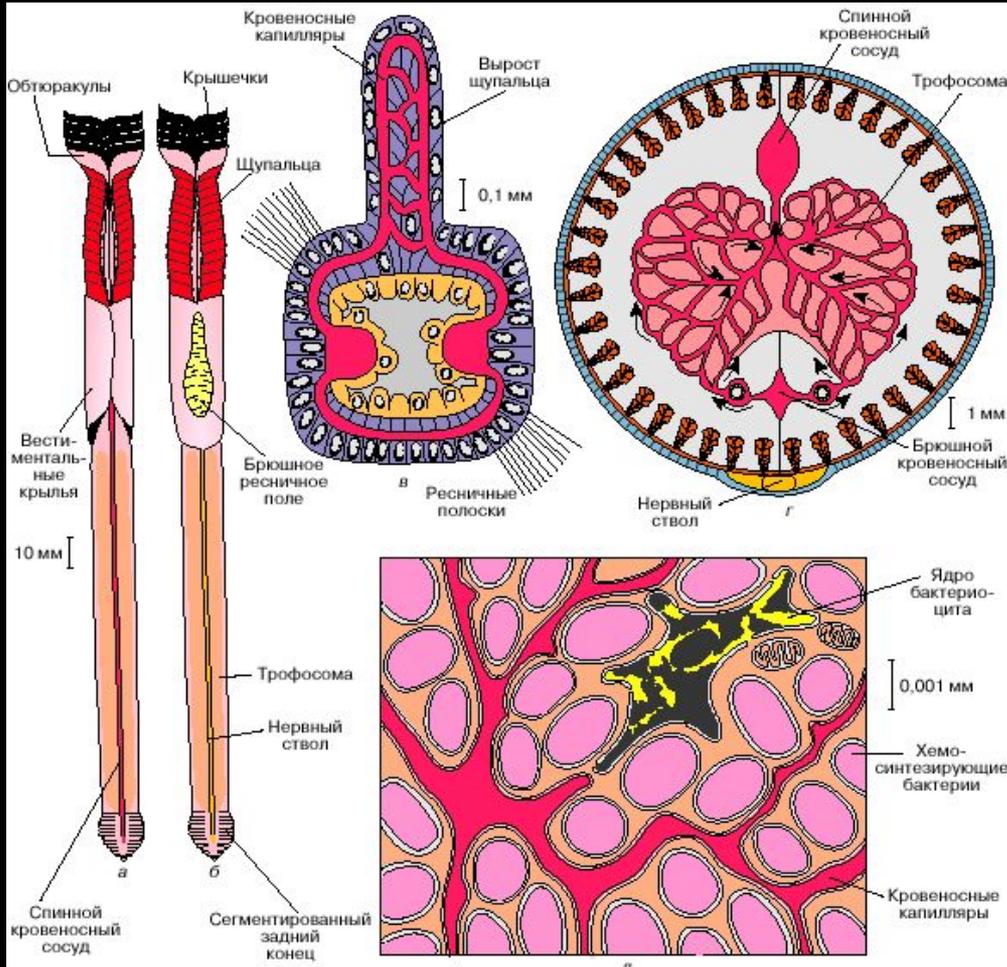
Некоторые водоросли
выделяют терпены –
вещества, препятствующие
заражению микроорганизмами
и предотвращающие
оседанию других животных на

Внутриклеточное сожительство бактерий с беспозвоночными животными

- Nematoda
- Polychaeta: Vestimentifera
- Polychaeta: Alvinellidae
- Bivalvia: *Calyptogenia*
- Bivalvia: *Bathymodiolus*

- Гидротермальные сообщества

Вестиментиферы



Двустворчатые моллюски

Calyptogena magnifica



Есть редуцированная пищеварительная система
Миксотрофный тип питания

Ассоциации между морскими многоклеточными животными

- Защитный мутуализм



Рак-отшельник с
актиниями



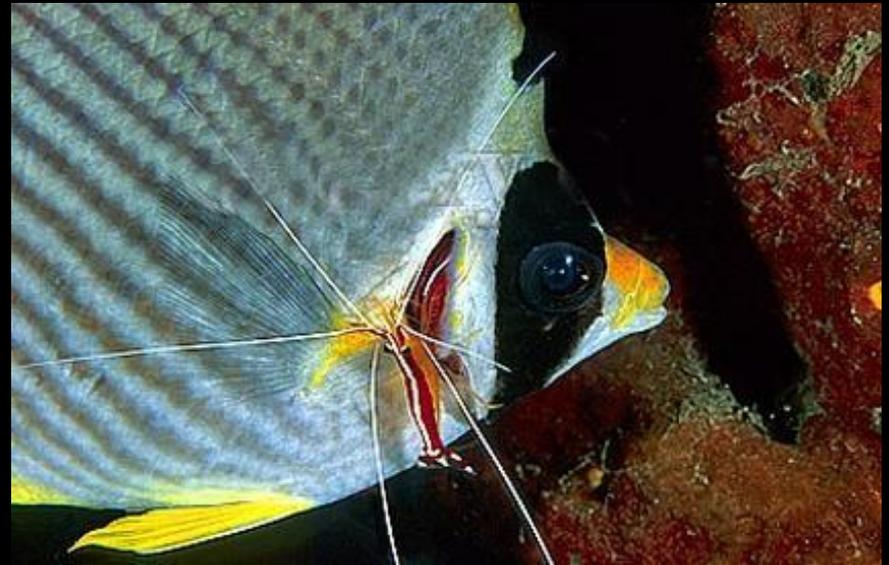
Amphiprion sp. в актинии



Семейство Chaetodontidae

Ассоциации между морскими многоклеточными животными

- Санитарный мутуализм



Креветки-чистильщики из семейства
Nipolytidae

Санитарный мутуализм – рыбы-чистильщики



Представители рода
Lambroides

«Санитарные
станции»



Ассоциации между морскими МНОГОКЛЕТОЧНЫМИ ЖИВОТНЫМИ

- Трофический мутуализм



Креветки *Periclimenes* sp. в актиниях

Комменсализм

- Хозяин используется в качестве убежища, средства перемещения, а также создает условия для жизни симбионтов



Рыба *Diademichthys lineatus* среди игл морского ежа *Diadema setosum*



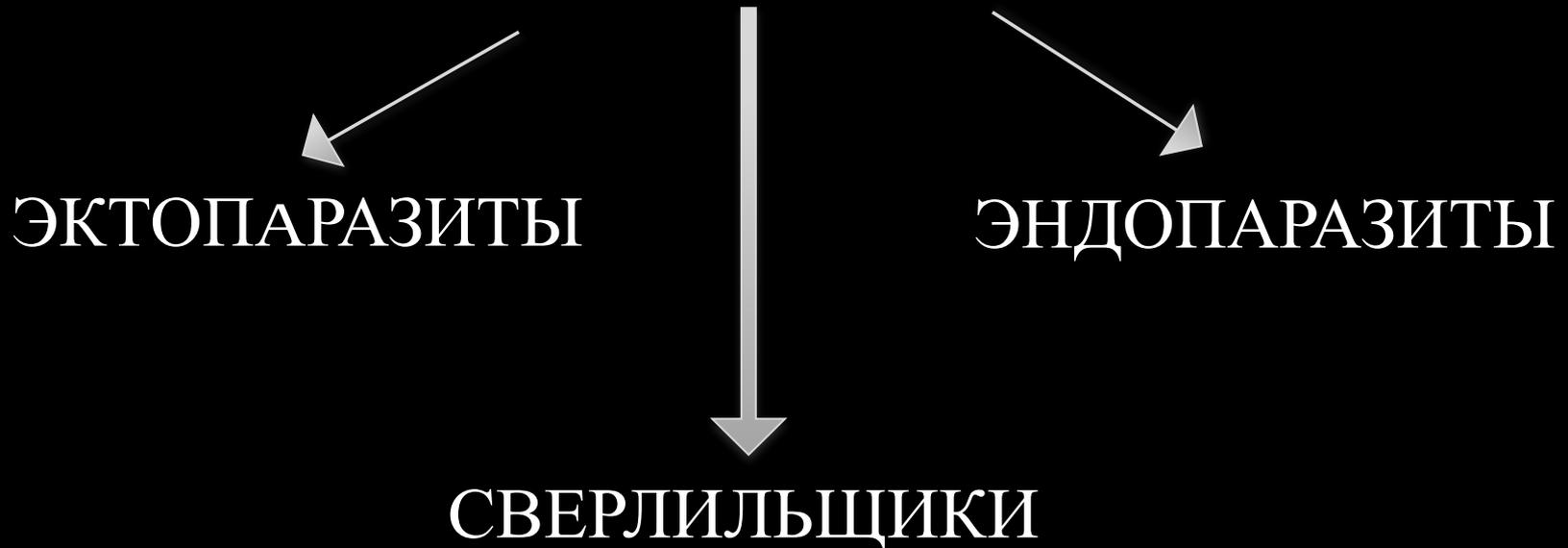
Креветка *Periclimenes*
sp. среди игл ежа
Diadema setosum

Рыбка *Sararus hotei*,
обитающая в
голотуриях



ПАРАЗИТИЗМ

Тесная и специфическая связь между паразитом и жертвой

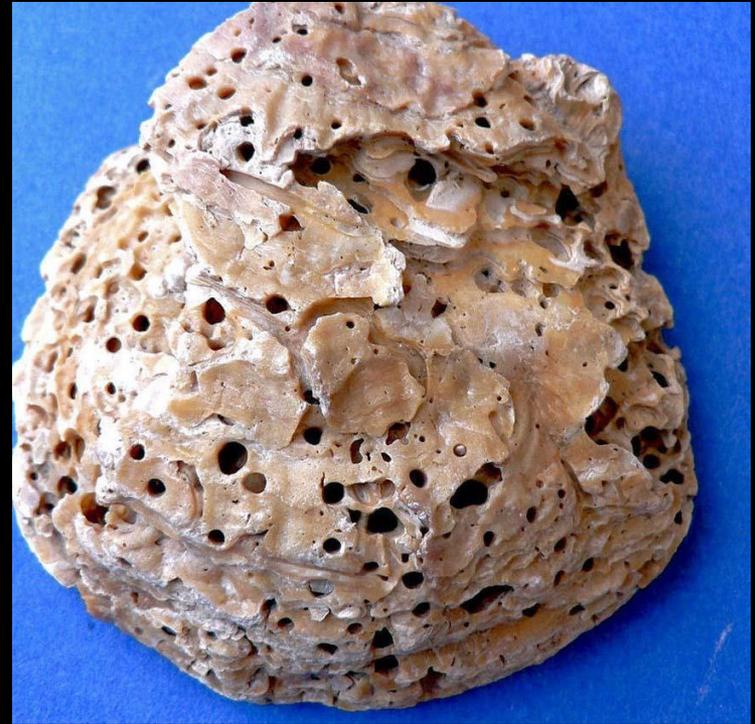


- Паразитизм сходен с хищничеством в получении преимущества одним видом за счет другого вида.

Сверлильщики



Моллюски *Lithorhaga lithorhaga* в
твёрдом коралле



Отверстия, сделанные
губками в раковине
устрицы

Сверлильщики



Разрушение раковины
Haliotis rufescens,
вызванное
деятельностью полихет-
сверлильщиков

- Биоэрозия
- Серьезные финансовые потери может вызвать массовое развитие сверлильщиков в хозяйствах по разведению МОПЮСКОВ

ЭКТОПАРАЗИТИЗМ

Пиявки,
прикрепившиеся к
морской собачке
Meiacanthus grammistes



Паразитическая
изопода *Суматоида*
на рыбе



Клептопаразитизм (=трофический паразитизм): креветка *Athanas ornithorhynchus* на офиуре *Macrophiotrix longipeda*



Брюхоногие моллюски семейства Eulimidae – специализированные паразиты иглокожих



Annulobalcis vinarius



Stilapex montrouzieri



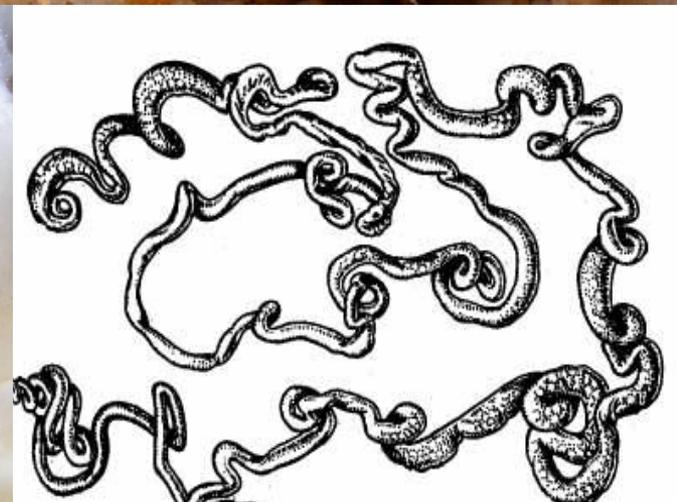
Melanella sp.



Echineulima mittrei

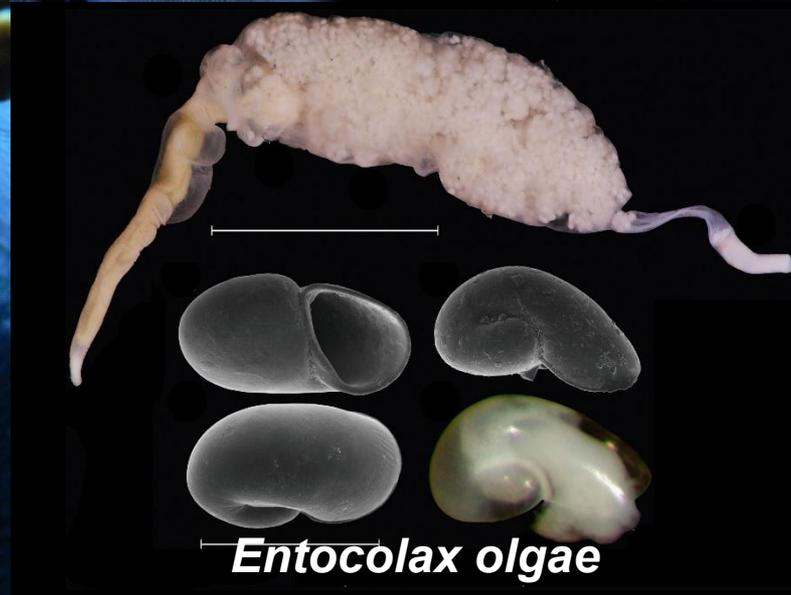


Stilifer variabilis



Parenteroxenos dogieli

Среди паразитических моллюсков встречаются разные экологические стратегии



Гиперсимбиоз



Stichopus chloronotus – ХОЗЯИН
1

Lissocarcinus orbicularis – СИМБИОНТ



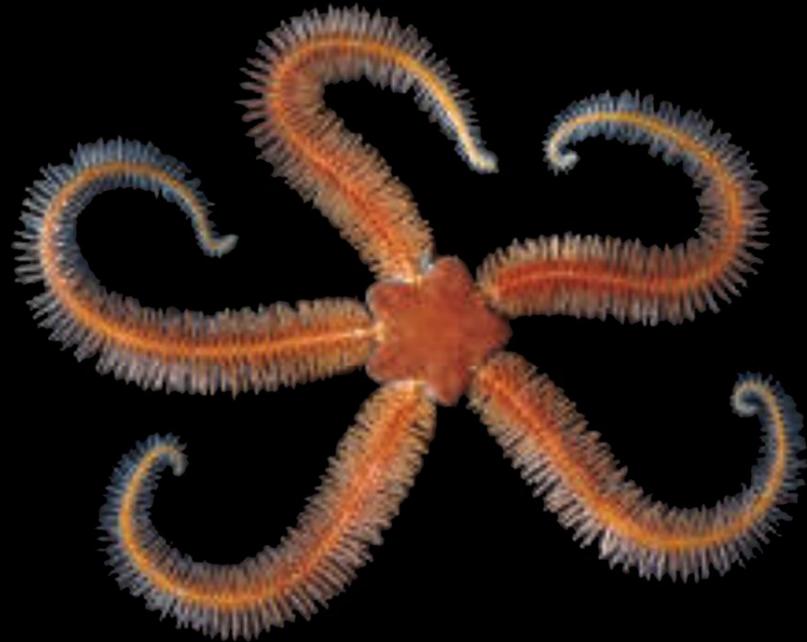
Симбионт 2 – корнеголовый рак
Heterosaccus ruginosus

Гиперсимбиоз



Мягкий коралл *Carijoa*
sp.

Моллюск *Sticteulima* sp. на
офиуре *Ophiothrix* sp.



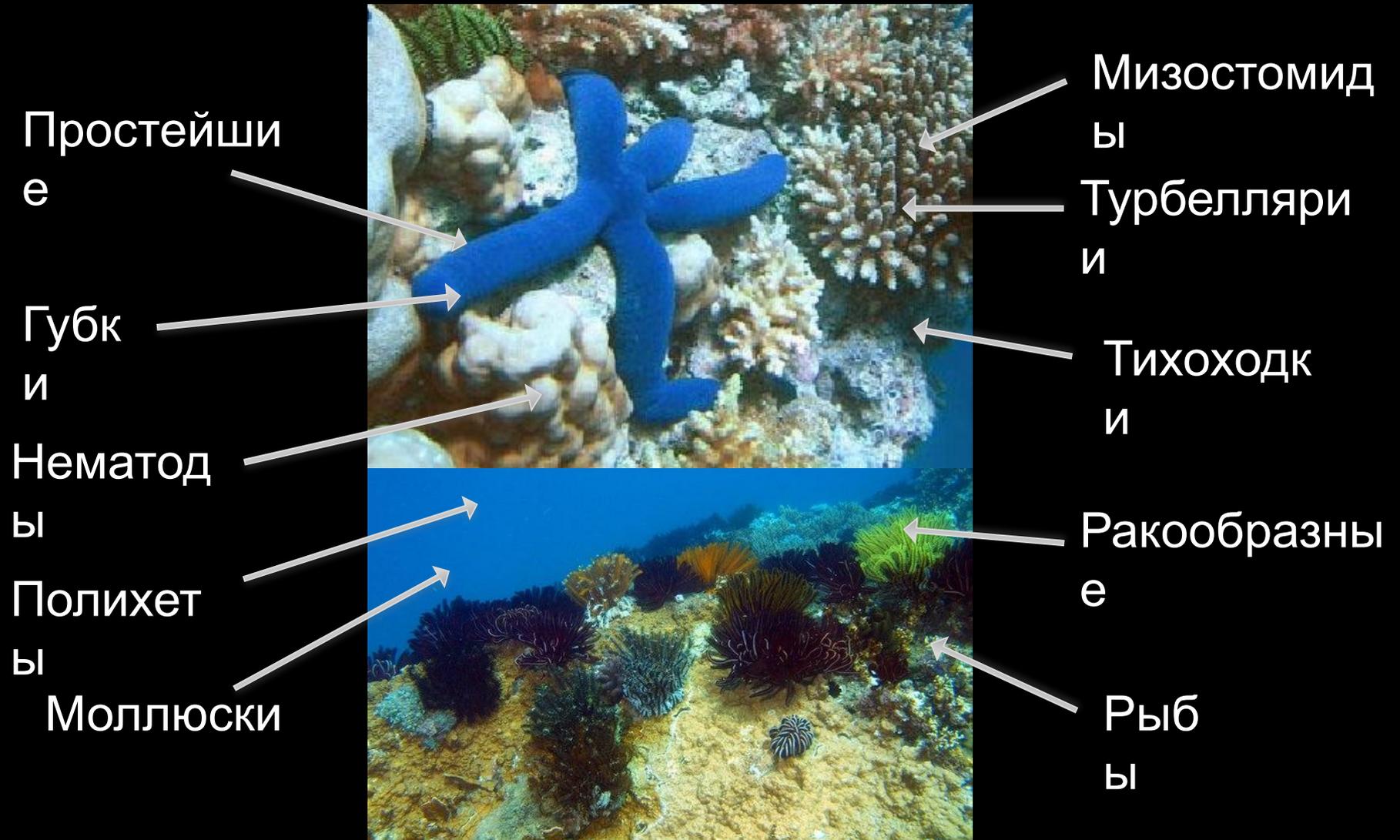
Сложные симбиотические ассоциации

1. Мадрепоровые кораллы



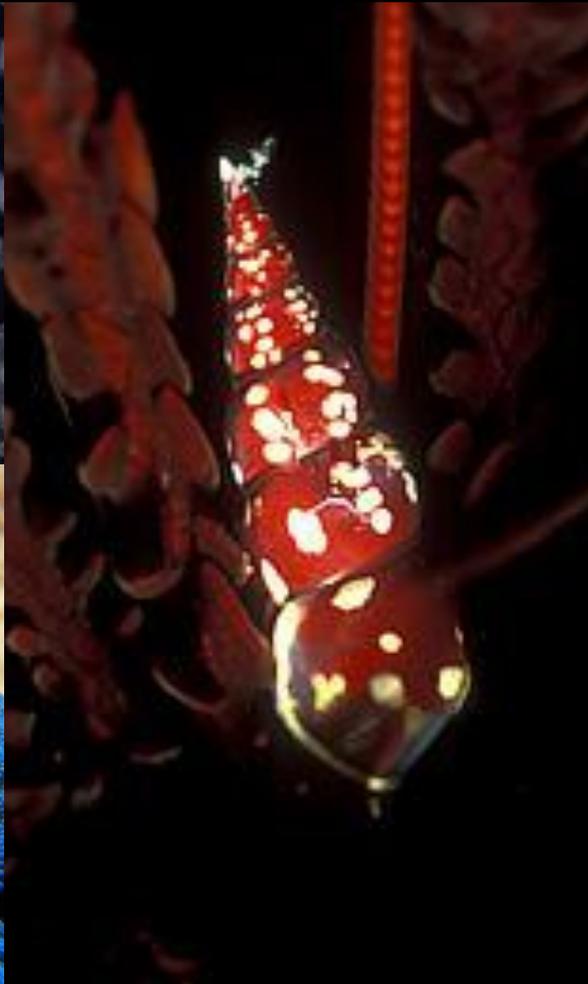
Сложные симбиотические ассоциации

2. Иголкожие



Сложные симбиотические ассоциации

2. Иголкожие



Топическая конкуренция



Annulobalcis vinarius



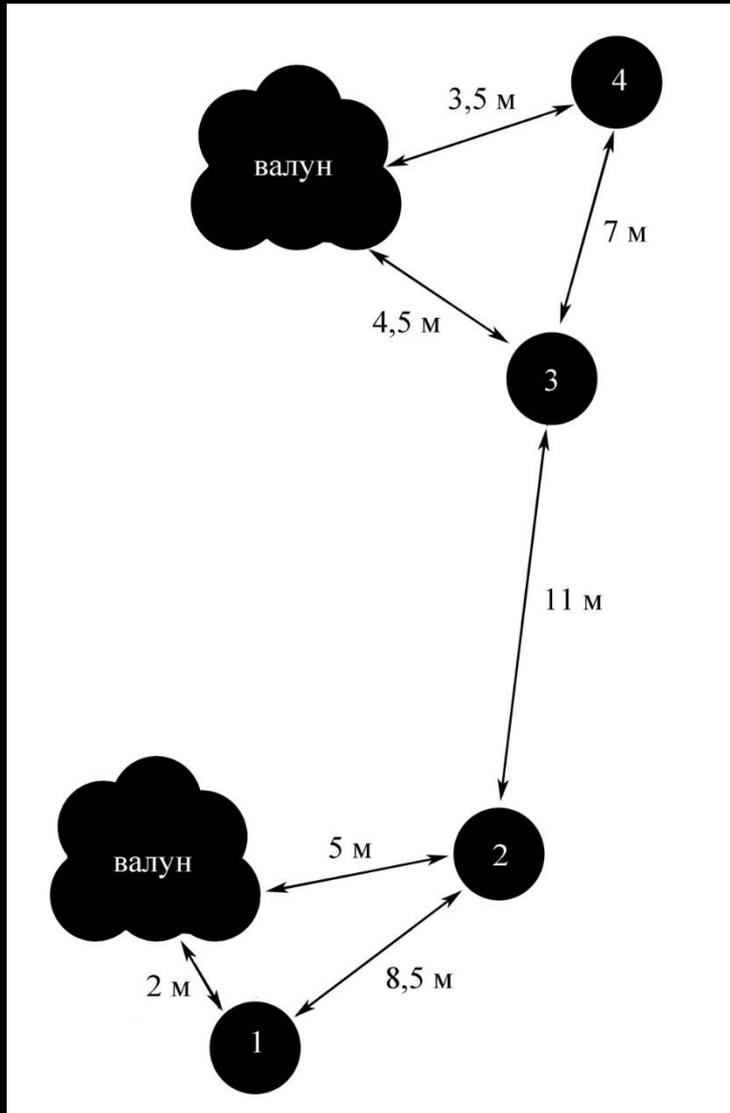
Gymnolophus obscura

- Из 810 исследованных морских лилий на 105 обнаружены брюхоногие моллюски (13%)
- На 146 других лилиях были встречены офиуры (18%)
- Отмечено лишь 6 случаев (0,74%) совместной встречаемости офиур и моллюсков

Морские эксперименты по репопуляции симбиотических организмов (на примере ассоциаций с бесстебельчатыми морскими лилиями *Himerometra robustipinna* (Crinoidea, Comatulida))



Схема расположения «клумб»



Постановка эксперимента: размещение морских лилий с ярлыками на «клумбу»

Первичное и вторичное сообщества симбионтов, ассоциированных с морскими лилиями *Himerometra robustipinna*

	Серия 1 (12 лилий)		Серия 2 (15 лилий)		Серия 3 (12 лилий)		Серия 4 (14 лилий)	
	Первично*	Через неделю	Первично*	Через 2 недели	Первично*	Через 3 недели	Первично*	Через месяц
Общее число симбионтов	151	20	138	35	150	41	176	42
Полихеты	112	14	105	32	103	40	119	36
Креветки	11	3	5	3	11	1	8	5
Галатеиды	27	2	24	0	32	0	45	0
Моллюски	0	0	0	0	0	0	0	1
Офиуры	1	0	4	0	4	0	4	0

* Первично – морские лилии *Himerometra robustipinna*, отобранные для эксперимента.

• Размещение морских лилий производилось на искусственно созданный субстрат («клумба») – для создания максимально изолированных условий.

Схема постановки садков



- Для изучения аспектов миграции симбиотических организмов были проведены эксперименты с заселением морских лилий в толще воды.
- Садки были размещены в толще воды на глубине 1,5-2 м над коралловыми рамками.

Садки (исследование заселения морских лилий симбионтами в толще воды)

Количество садков	Симбионты, собранные с исследуемых морских лилий первично	Симбионты, собранные с исследуемых морских лилий через 11 дней
8	Полихеты (22 экз.), креветки (6 экз.), галатеиды (5 экз.), моллюски (2 экз.)	Полихеты (3 экз.), креветки (66 экз.), галатеиды (2 экз.), моллюски (1 экз.)

- Животные, обнаруженные при повторном осмотре морских лилий, представляют собой вторичное симбиотическое сообщество, сформировавшееся заново на пустой особи хозяина.
- Полученные результаты подтвердили гипотезу о том, что макросимбионты способны перемещаться между хозяевами, совершая миграции, как по субстрату, так и в толще воды.

Практическое значение симбиоза

- Компоненты пищевых цепей:
~ 45-60% видов беспозвоночных животных, обитателей коралловых рифов – симбионты



- Индикаторы состояния среды



- Марикультура



- Зооторговля и туризм

A cluster of reddish-brown, feathery marine organisms, likely feather stars, resting on a sandy and pebbly seabed. The organisms have a central body with numerous long, thin, feathery arms extending outwards. The background is a mix of light-colored sand and small, dark pebbles.

Благодарю за
внимание!