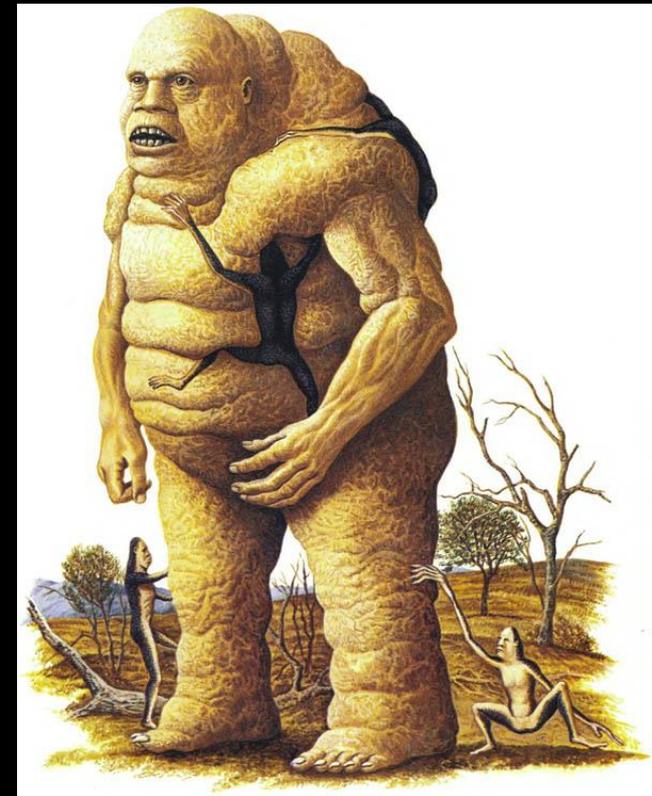


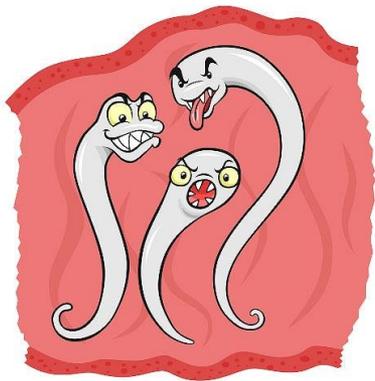
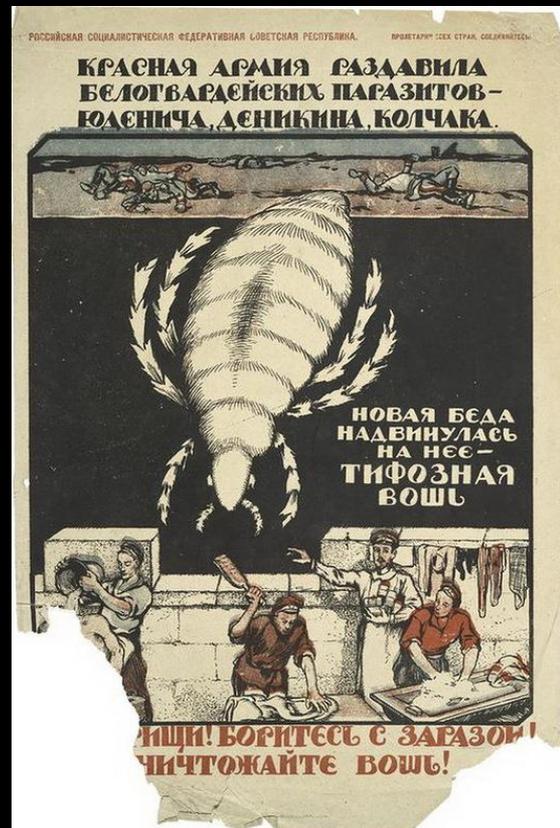
21.02 в 16.00  
Конференц-зал ИЦИГ

Мария Орлова  
ТГУ, ТюмГУ

## Дело «хозяйское»

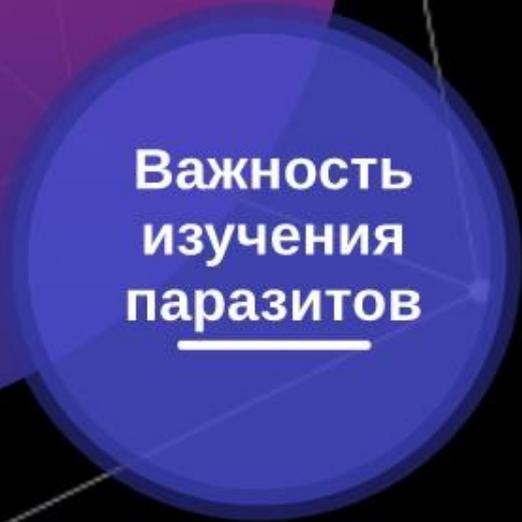
От чего зависит  
зараженность паразитами?







# Паразитологические исследования



Важность  
изучения  
паразитов

**В 2015 году три Нобелевские  
премии были вручены  
паразитологам**



## Полезные свойства паразитов



Из слюны иксодовых клещей выделен белок, препятствующий миокардиту - воспалению сердечной мускулатуры (from bug to drug)

Преступников идентифицируют по крови, выпит...

# Преступников идентифицируют по крови, выпитой комарами

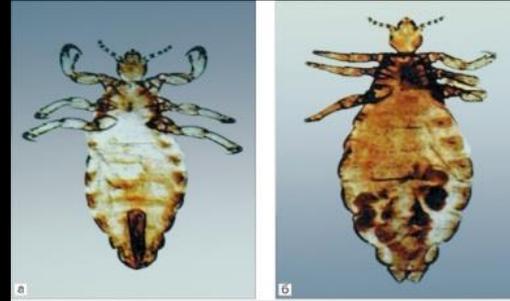
Комар переваривает человеческую кровь сравнительно медленно, поэтому образец крови сохраняет необходимые для анализа свойства до двух суток. Следы крови позволяют точно идентифицировать тех, кто находился на месте преступления.



Yuuji Hiroshige et al.,  
2017 (Japan)

# Исучаемый объект

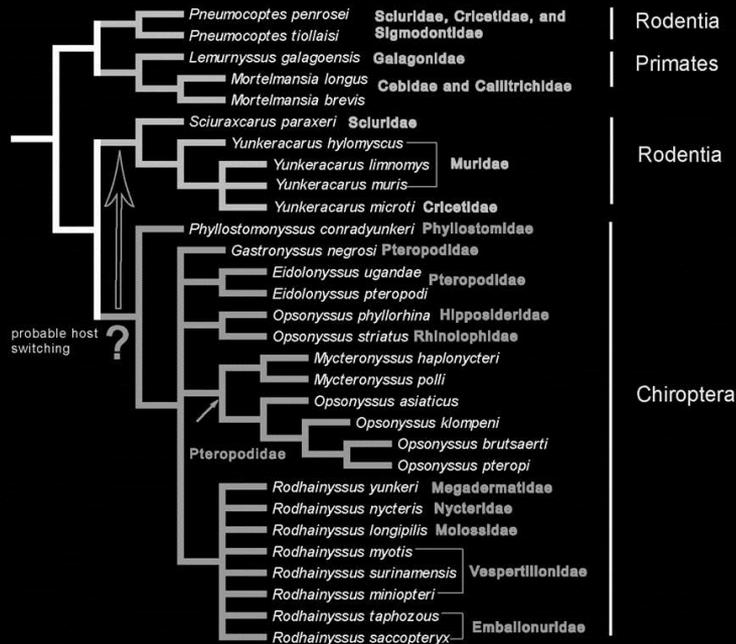
- Эктопаразиты теплокровных позвоночных



# Исучаемое явление

- Зараженность в качественном и количественном отношении

# Качественные аспекты зараженности паразитами



# Формирование фауны паразитов: филогения vs ЭКОЛОГИЯ

Немного истории

Примеры  
успешных  
реконструкций

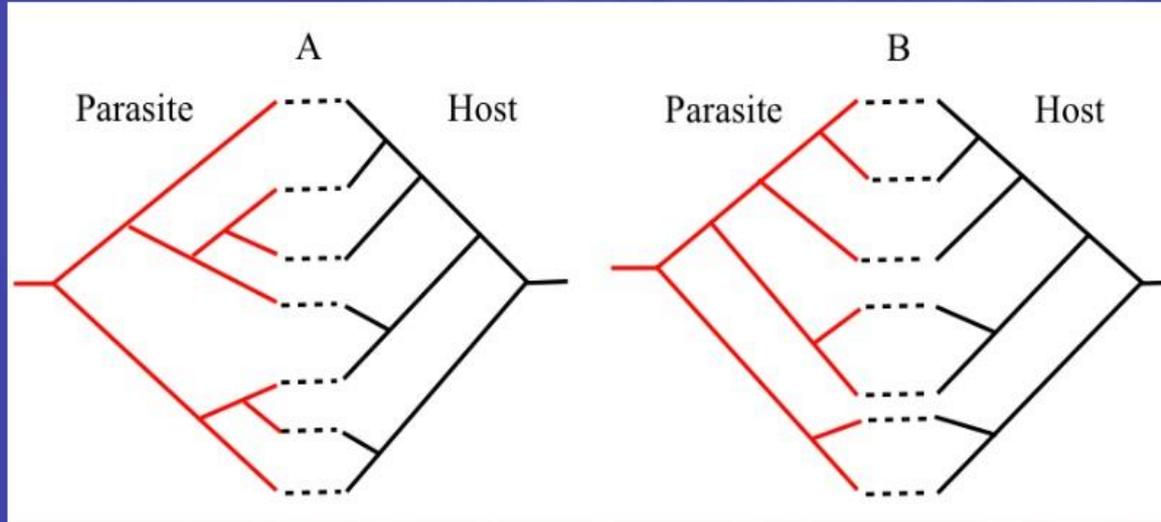
Примеры  
успешных  
реконструкций

# Немного истории

Правило Фаренгольца (H. Fahrenholz, 1913) гласит: паразит и хозяин имеют общую эволюционную историю.

Современная трактовка:

Данные молекулярно-генетических исследований паразитов могут дополнить данные молекулярно-генетических исследований их хозяев



Условия конгруэнтности филогенетических деревьев:

1. Постоянный паразитизм
2. Передача в процессе контакта "body to body":
  - а) Родители - потомство
  - б) Сексуальные партнеры
  - в) контакт "Хищник - жертва" - исключение из правила Фаренгольца!



**Juvenile anisakine parasites  
from the coelacanth  
*Latimeria chalumnae*  
Thoney & Hargis, 1991**

**Правило Шидата:  
более архаичный  
хозяин несет  
более архаичных  
паразитов**

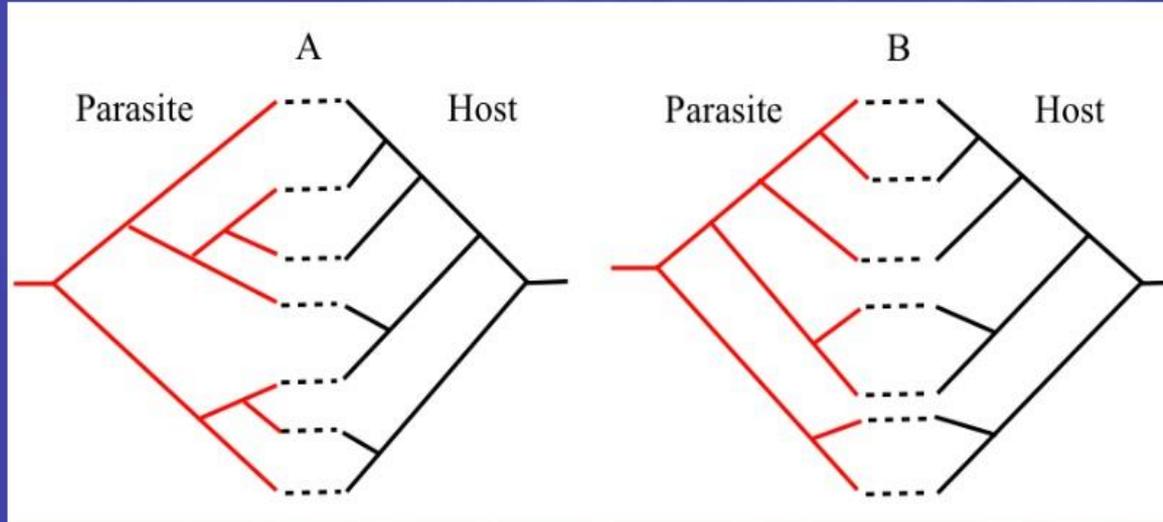


# Немного истории

Правило Фаренгольца (H. Fahrenholz, 1913) гласит: паразит и хозяин имеют общую эволюционную историю.

Современная трактовка:

Данные молекулярно-генетических исследований паразитов могут дополнить данные молекулярно-генетических исследований их хозяев

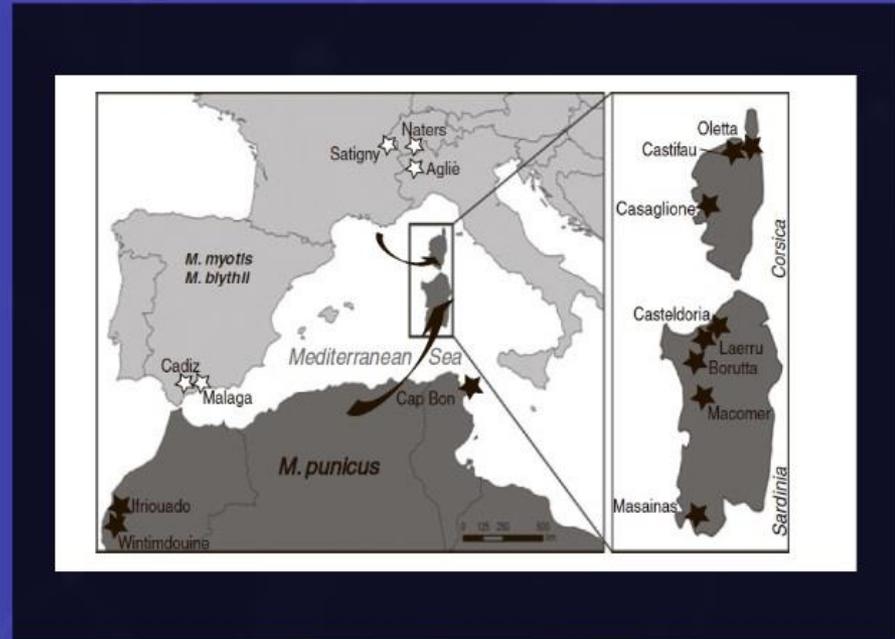


Условия конгруэнтности филогенетических деревьев:

1. Постоянный паразитизм
2. Передача в процессе контакта "body to body":
  - а) Родители - потомство
  - б) Сексуальные партнеры
  - в) контакт "Хищник - жертва" - исключение из правила Фаренгольца!

# Примеры реконструкций с использованием паразитологических данных

Исследование динамики ареала вида-хозяина  
(Bruyndonckx et al., 2010)



Магрибская ночница  
*Myotis punicus*



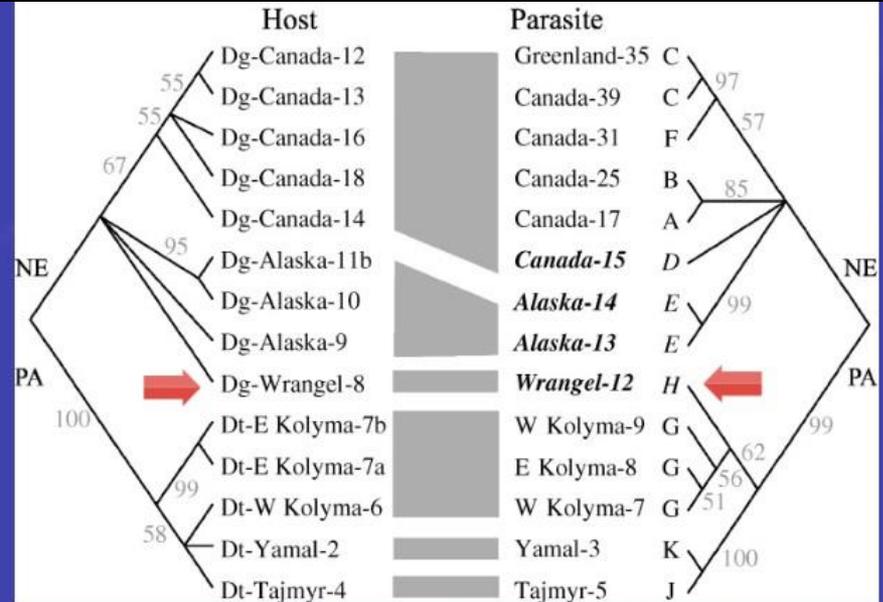
*Spinturnix myoti*  
(Acari: Mesostigmata)



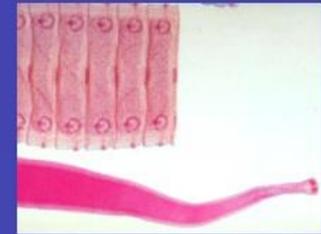
Большая ночница  
*Myotis myotis*

# Примеры реконструкций с использованием паразитологических данных

Исследование динамики ареала вида-хозяина  
(Wickström et al., 2003)



*Dicrostonyx*  
(Mammalia:  
Rodentia)



*Paranoplocephala*  
(Cestoda:  
Cyclophyllidea)



# Примеры успешных реконструкций с использованием паразитологических данных

## Изучение истории человека (Kittler et al., 2003)

Человеческая вошь разделилась на два подвида:

*Pediculus humanus capitis* и *P. humanus corporis*

72,000 ± 42,000 лет назад



Это время совпадает с периодом, когда человек покинул Африканский континент и, вероятно, начал носить одежду

# Стрегглинг!

Случайный перенос паразита на несвойственного хозяина (Hopkins, 1939)

Немного истории

Нет такой проблемы!

Филогения птиц и паразиты

Новый вид перьевого клеща (Astigma...

# Немного истории

Явление стреглинга впервые описано Дж. Хопкинсом в 1939 году. До сих пор теоретических обобщений на эту тему крайне мало...

1939

G.H.E. Hopkins



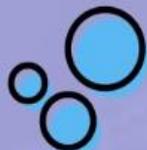
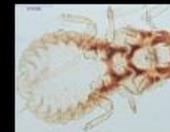
L. Rozsa



2004

1993

Whiteman et al.



# Нет такой проблемы!

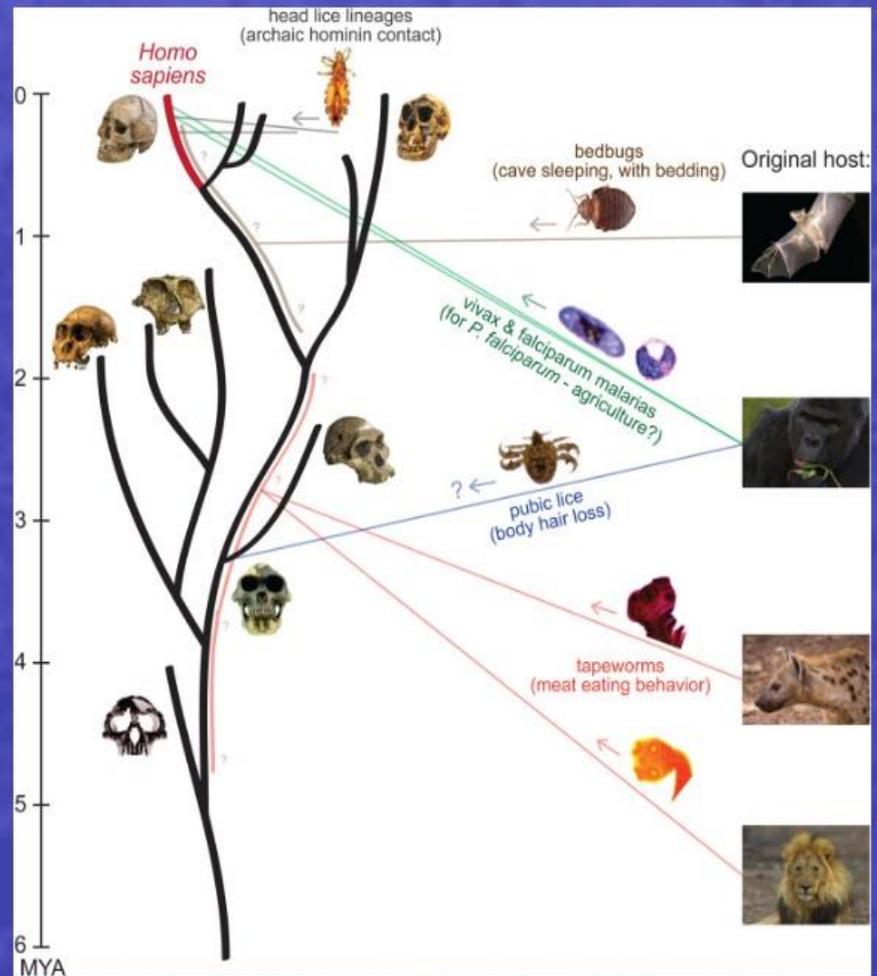
Случайные находки паразитов на несвойственных хозяевах традиционно:

а) игнорируются;

б) упоминаются, но не анализируются;

Позиция многих классических пособий по паразитологии: стрегглинг крайне редок, ведет к гибели специфичного паразита и не может быть началом освоения нового вида в качестве хозяина.

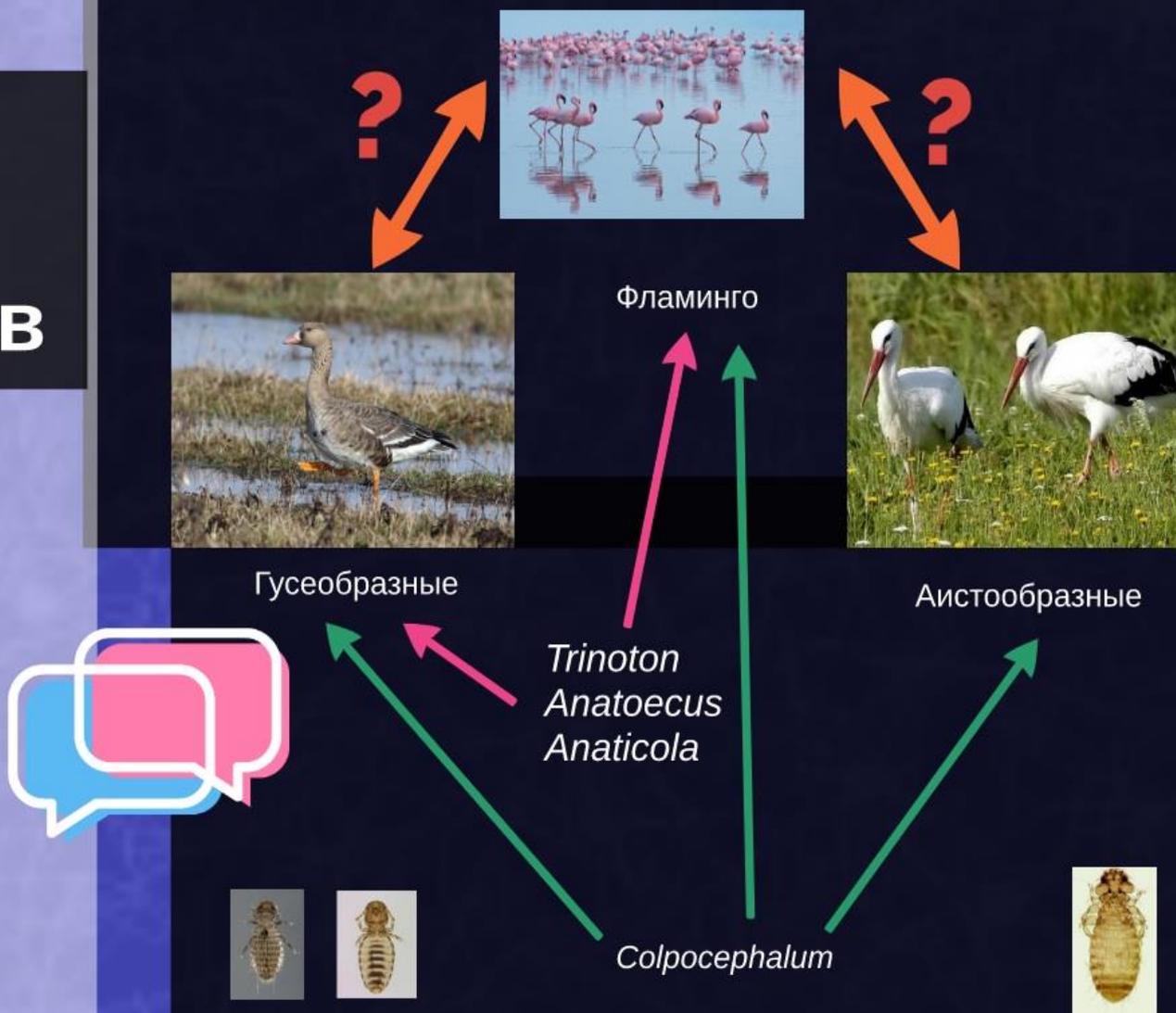
## А между тем...



# Филогения птиц и их эктопаразитов

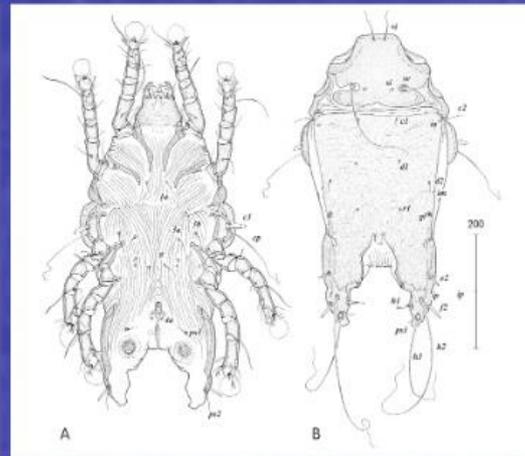
Три из четырех родов пухоедов, паразитирующих на фламинго, - общие с гусеобразными.

Однако молекулярно-генетический анализ демонстрирует родство фламинго и аистообразных!



# Новый вид перьевого клеща (Astigmata: Pterolichidae) с разноклювой гуйи (Dabert, Alberti, 2008)

Перьевого клеща гуйи принадлежит роду, свойственному кукушкообразным. Между тем, сама гуйя относится к отряду воробьинообразных



*Coraciacarus muellermotzfeldi* sp. nov.



# Что делать и кто виноват?

Что  
способствует  
стрегглингу?

Резюме

**Важнейший  
фактор,  
пособствующий  
стрегглингу -  
сокращение  
численности  
вида-хозяина и  
вымирание его  
специфичной  
паразитофауны**

1. Вошь *Lutridia exilis* исчезла с территории Великобритании после того, как численность популяции ее хозяина - выдры - пережила резкое сокращение во второй половине XX века (Jefferies, Hanson & Lyal, 1989).



2. Пухоеды калифорнийского кондора *Gymnogyps californianus* (крайне редкого эндемика юго-западной части США), вероятно, уже вымерли (Koh и др., 2004).



**Предпочтения  
постоянных  
эктопаразитов в  
отношении  
хозяев**

---





Гладконосые летучие мыши Vespertilionidae

Эктопаразиты летучих мышей: постоянные и фазовые

Кровососущие мухи



Блохи



Гамазовые клещи



Размер тела хозяина

Физиология хозяина (иммунный статус, п...

Упитанность хозяина

Поведение хозяина

# Филогенетический аспект

**Правило Эйхлера:** большее количество видов паразитов имеет большая по численности видов группа хозяев.

В Палеарктике наибольшее количество паразитов рукокрылых насчитывается у семейства гладконосые *Vespertilionidae*, а внутри него – у рода ночницы *Myotis*.



# Размер тела и упитанность хозяина

Литературные  
данные

Гамазовые  
клещи рода  
*Spinturnix*

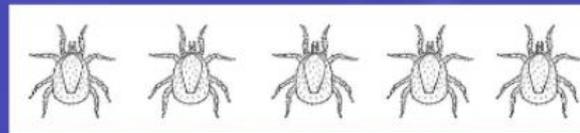
Упитанность  
хозяина

# Литературные данные

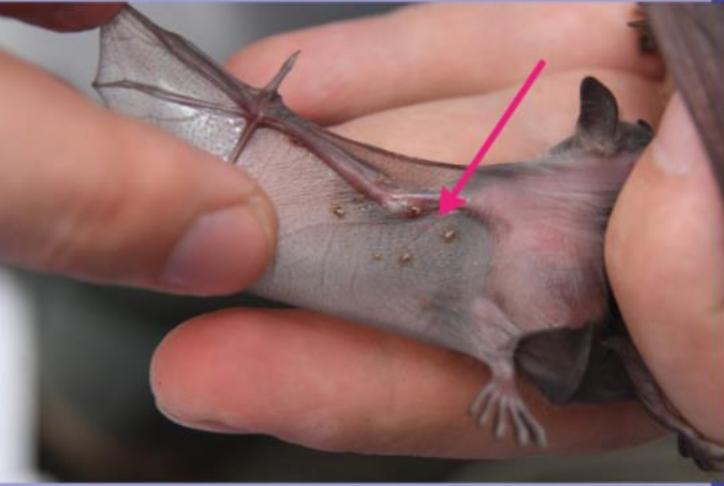
Poulin, 1995;  
Rozsa, 1997

Размеры тела положительно коррелируют с зараженностью эктопаразитами у многих групп позвоночных животных.

Внутри одного рода большей интенсивностью заражения характеризуются более крупные виды.



Гамазовые клещи р. *Spinturnix*



Длина предплечья, мм	34-39	36-42	43-49	53-63	57-66
Масса тела, г	6-9	6-10	13-25	16-30	16-40

$r_{xy}=0,99$



# Упитанность хозяина

Тенденция предпочтения паразитами хозяев с низкой упитанностью объясняется тем, что особи с низкой упитанностью располагают меньшими ресурсами для выработки полноценных механизмов защиты от паразитов (Sheldon, Verhulst, 1996; Norris, Evans, 2000; Alonso-Alvarez, Tella, 2001; Martinet al., 2006).

Для постоянных паразитов летучих мышей отмечается прямая зависимость между упитанностью и зараженностью (Webber et al., 2015)

# 2

## Физиология хозяина (иммунный статус, пол, возраст)

Литературные  
данные

Пол и возраст

Прямое  
влияние  
половых  
гормонов

# Иммунный статус

1. Паразиты-гематофаги выбирают хозяев с более низким иммунным статусом (Roberts et al. 2004; Bize et al., 2008), либо вырабатывают приспособления, уменьшающие иммунный ответ (Ribeiro, 1995; Wikel, 1999)



Высокая зараженность определенных возрастных категорий, характеризующихся низкой иммунокомпетентностью, – прежде всего, новорожденных особей (Nelson, Demas, 1996)

2. Обнаружение рецепторов для половых гормонов в клетках иммунной системы (лимфоцитах, гранулоцитах и макрофагах) иллюстрирует строгую взаимосвязь эндокринных факторов и иммунитета (Klein, 2000), что в конечном счете отражается и на антипаразитарных иммунных механизмах.



Неравное распределение особей паразитов между полами видов-хозяев

# Пол и зараженность

В научной литературе описано около 60 видов паразитов, для которых доказано неравное распределение особей паразитов между полами видов-хозяев, причем для большинства из них (50) указано предпочтение самцов (Klein, 2004), вплоть до более высокого уровня смертности у самцов в популяциях млекопитающих, обусловленного их большей зараженностью (Owens, 2002).



Иммunosuppressивное действие тестостерона ведет к повышению интенсивности заражения у многих видов позвоночных (Cox, John-Alder, 2007; Decristophoris et al., 2007; Folstad, Karter, 1992; Folstad et al., 1989; Mougeot et al., 2004, 2006; Saino et al., 1995).

Прямая связь между уровнем тестостерона и интенсивностью паразитарных инвазий - ключевой момент, объясняющий половые различия в зараженности (Gear et al., 2009; Hughes and Randolph, 2001; Klein et al., 2004; Zuk and McKean, 1996).



*Tamiasciurus hudsonicus* (Erxleben, 1777)



*Tragelaphus strepsiceros* Pallas, 1776



Виды семейства  
Gerbillinae



*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758



# Пол и зараженность

Прогестерон (гормон, способствующий наступлению беременности и вынашиванию плода) подавляет выработку антител и, следовательно, способен быть причиной большей восприимчивости беременных самок к паразитарным инвазиям (Furukawa et al., 1984; Toder et al., 1984; Baley, Schacter, 1985; Miller, Hunt, 1996; Savita, Rai, 1998; McKay, Cidlowski, 1999)

Однако, другими авторами отмечено иммуностимулирующее действие эстрогенов (их высокая концентрация в ряде экспериментов положительно коррелировала с устойчивостью самок лабораторных мышей к некоторым паразитам) (Alexander, 1988; Rajan et al., 1994).





©2013 S.V. Kraskov

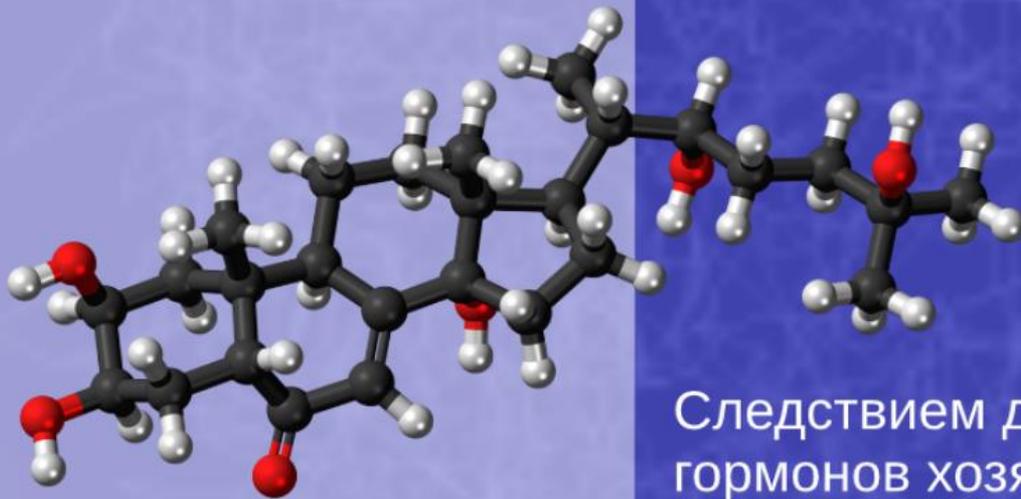


Летучие мыши семейства Vespertilionidae



## Прямое влияние половых гормонов хозяина на репродукцию паразита

Для значительного количества членистоногих эктопаразитов показана возможность **стимуляции** процессов размножения и роста/линьки **стероидными гормонами позвоночного-хозяина** (Lawrence, 1991; Escobedo et al., 2005)

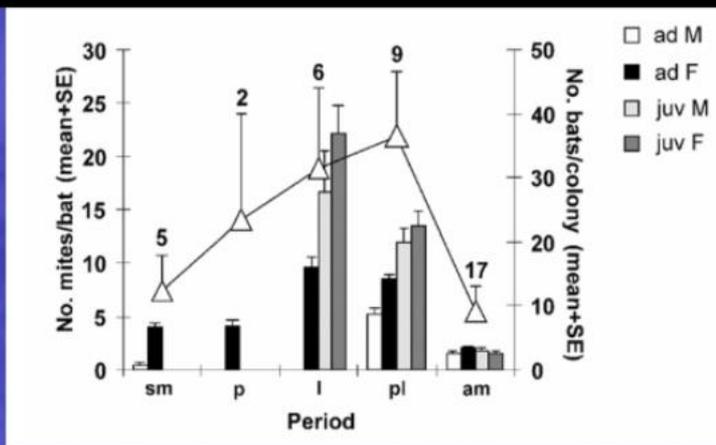


Экдизоны – стероидные гормоны, стимулирующие яйцепродукцию, линьку и метаморфоз членистоногих

Следствием данного действия половых гормонов хозяина на эктопаразита может являться **синхронизация** их жизненных циклов (Foster, 1969).

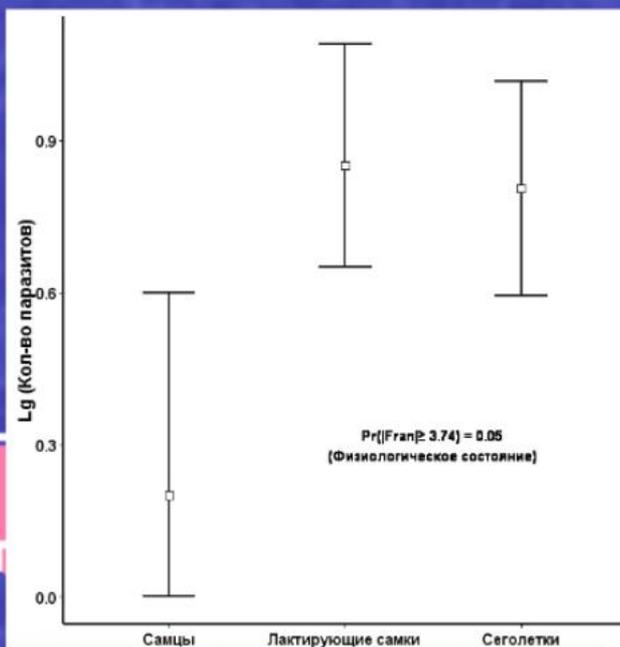
# Влияние пола и возраста хозяина на его зараженность

Для паразитов летучих мышей описано выраженное предпочтение ювенильных особей и самок хозяев



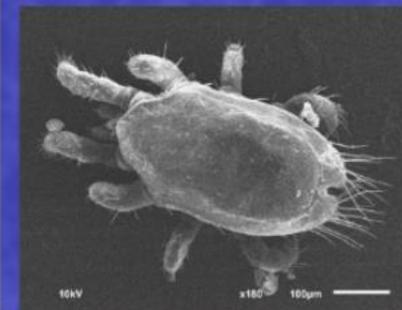
## Семейство Spinturnicidae

Луцан, 2006 (водяная ночница и гамазовые клещи *Spinturnix andegavinus* Deunff, 1977)



## Семейство Macronyssidae

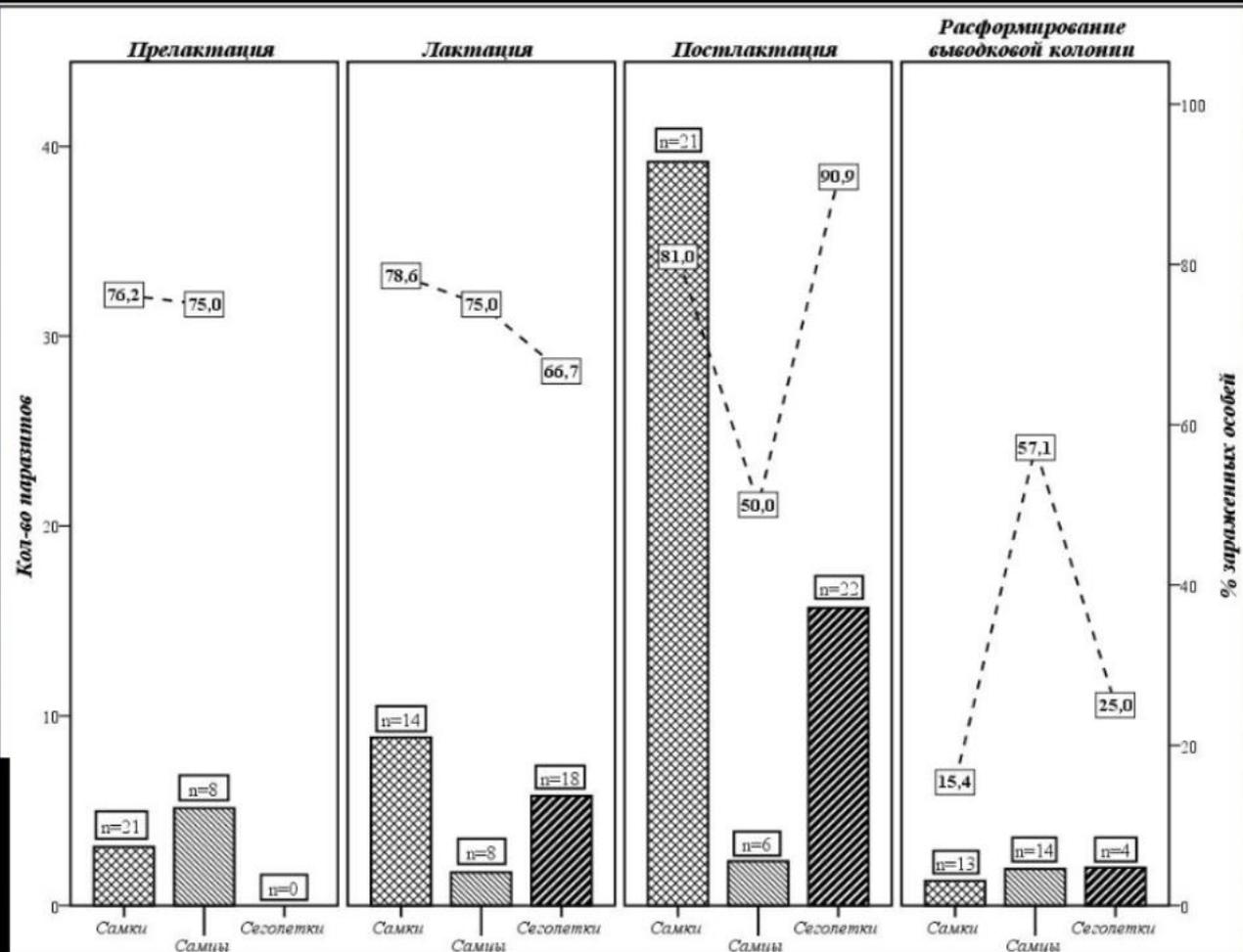
Прудовая ночница и гамазовые клещи *Macronyssus corethroproctus* (Oudemans, 1902)



# Влияние пола и возраста хозяина на его зараженность

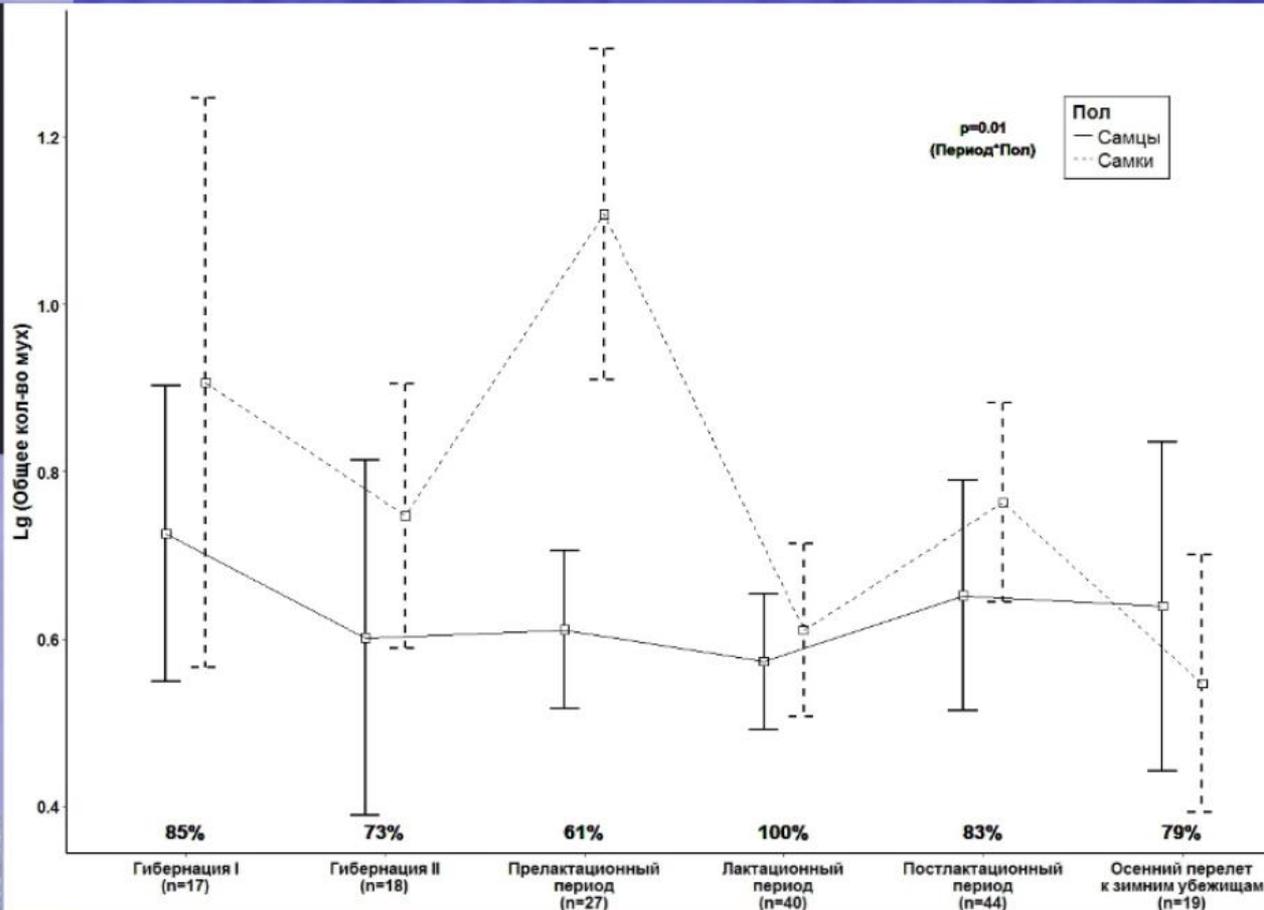


Семейство  
Macronyssidae



Двухцветный кожан и клещи *Steatonyssus spinosus*  
Willman, 1936

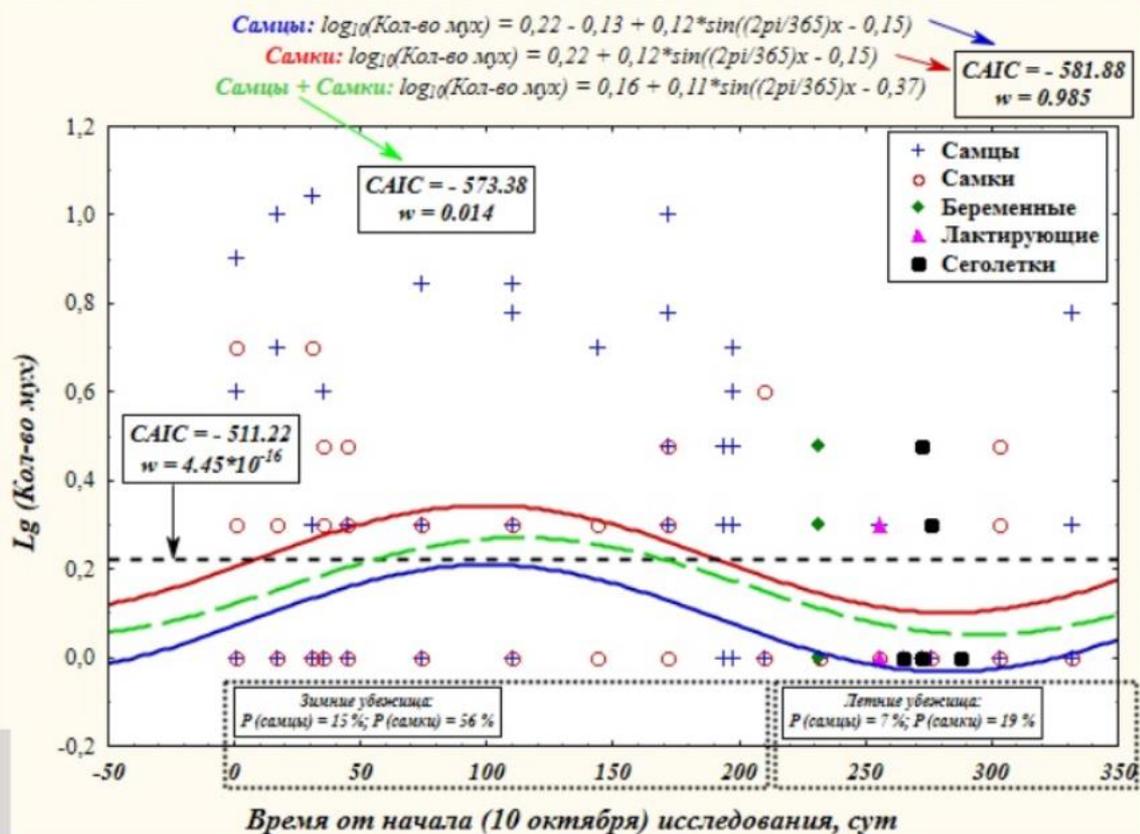
# Влияние пола и возраста хозяина на его зараженность



Восточная ночница и 3 вида мух-никтерибид

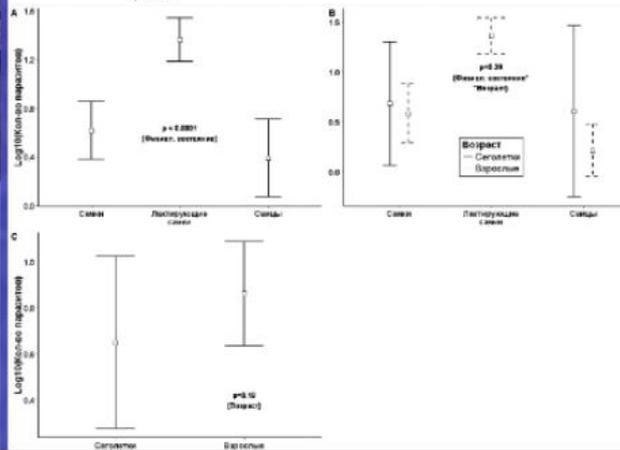
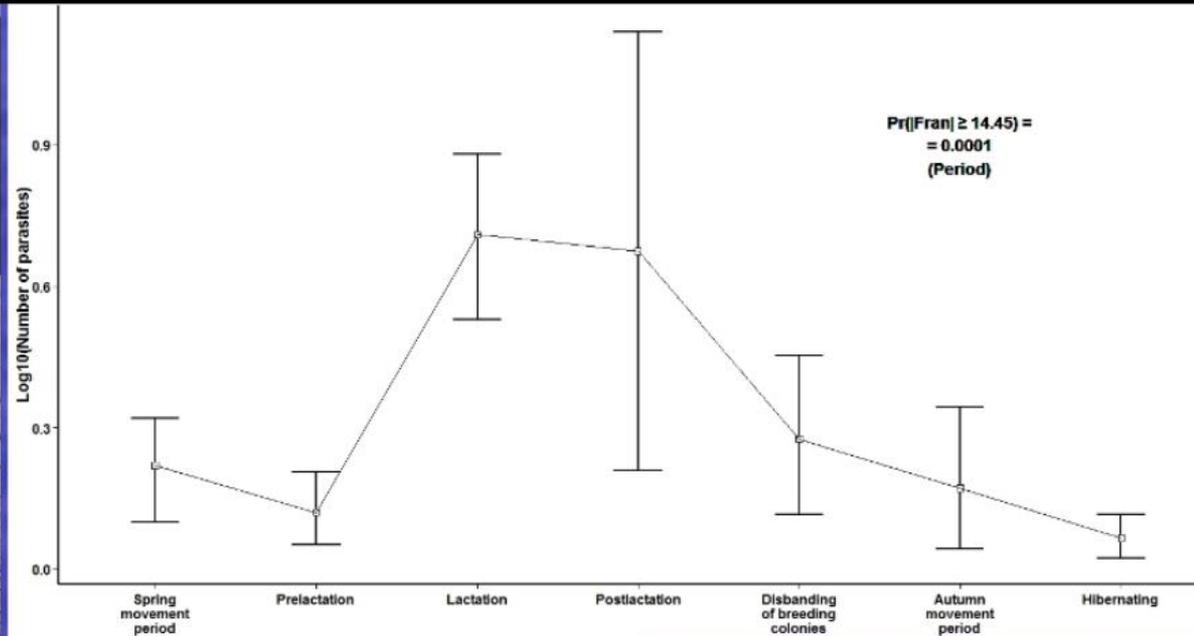


# Влияние пола и возраста хозяина на его зараженность

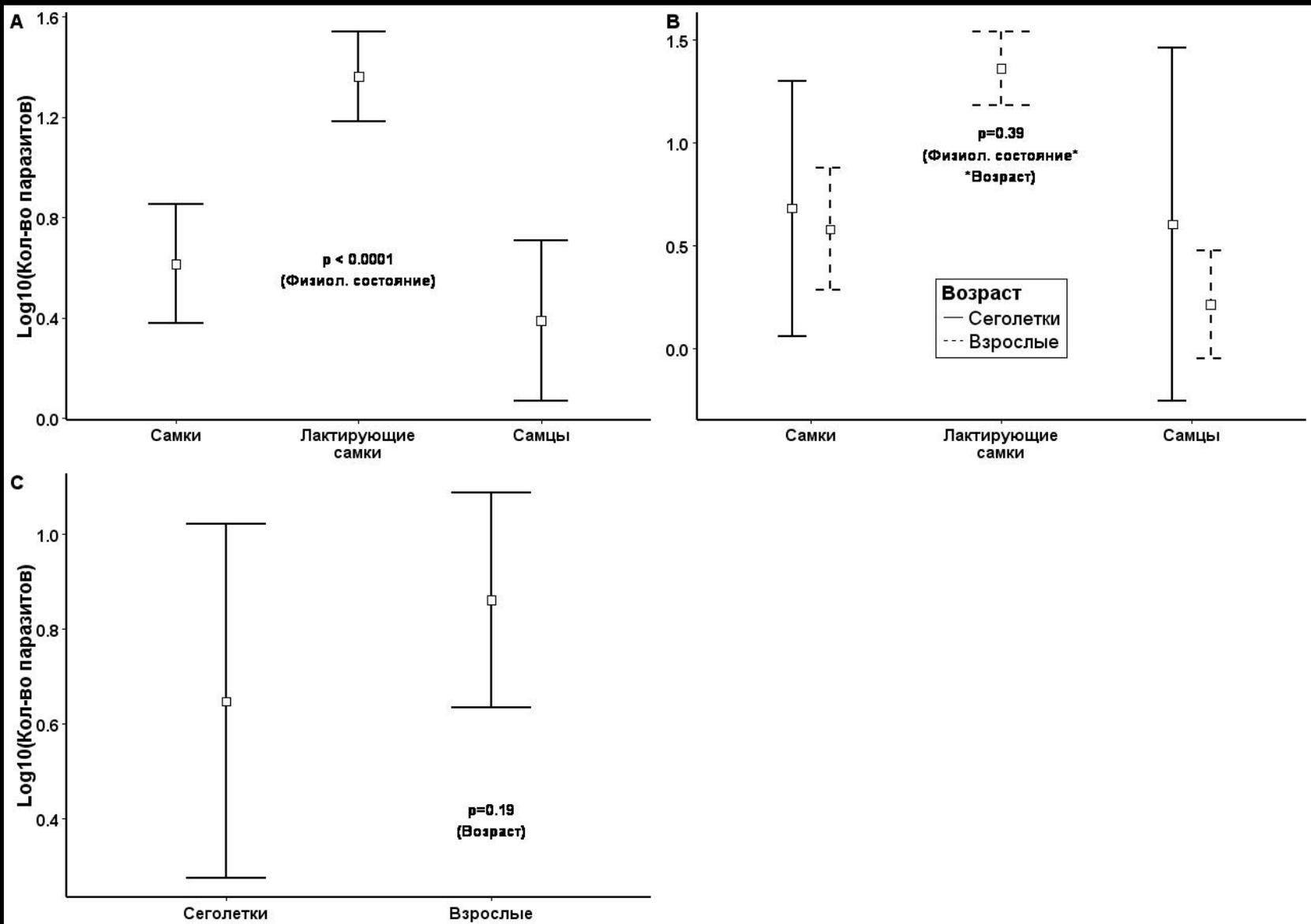


Прудовая ночница и муха-никтерибидда  
*Penicillidia monoceros* Speiser 1900

# Влияние пола и возраста хозяина на его зараженность



Блоха *Myodopsylla trisellis*  
и прудовая ночница



Блоха *Myodopsylla trisellis* и прудовая ночница (период лактации)

# 3 Поведение хозяина

Колониальность

Антипаразитарное  
поведение

## Поведение, способствующее заражению паразитами

Способность формировать  
крупные скопления  
(колонии) способствует  
повышению зараженности



# Антипаразитарное поведение

1. Выбор партнера для спаривания
2. Избегание зараженных групп сородичей
3. Чистка гнезд
4. Груминг
5. Частая смена убежищ



У самок бурого ушана в течение лактации груминг может сокращаться на 50% (как предполагают авторы, для компенсации возросшего расхода энергии) (McLean, Speakman, 1997)



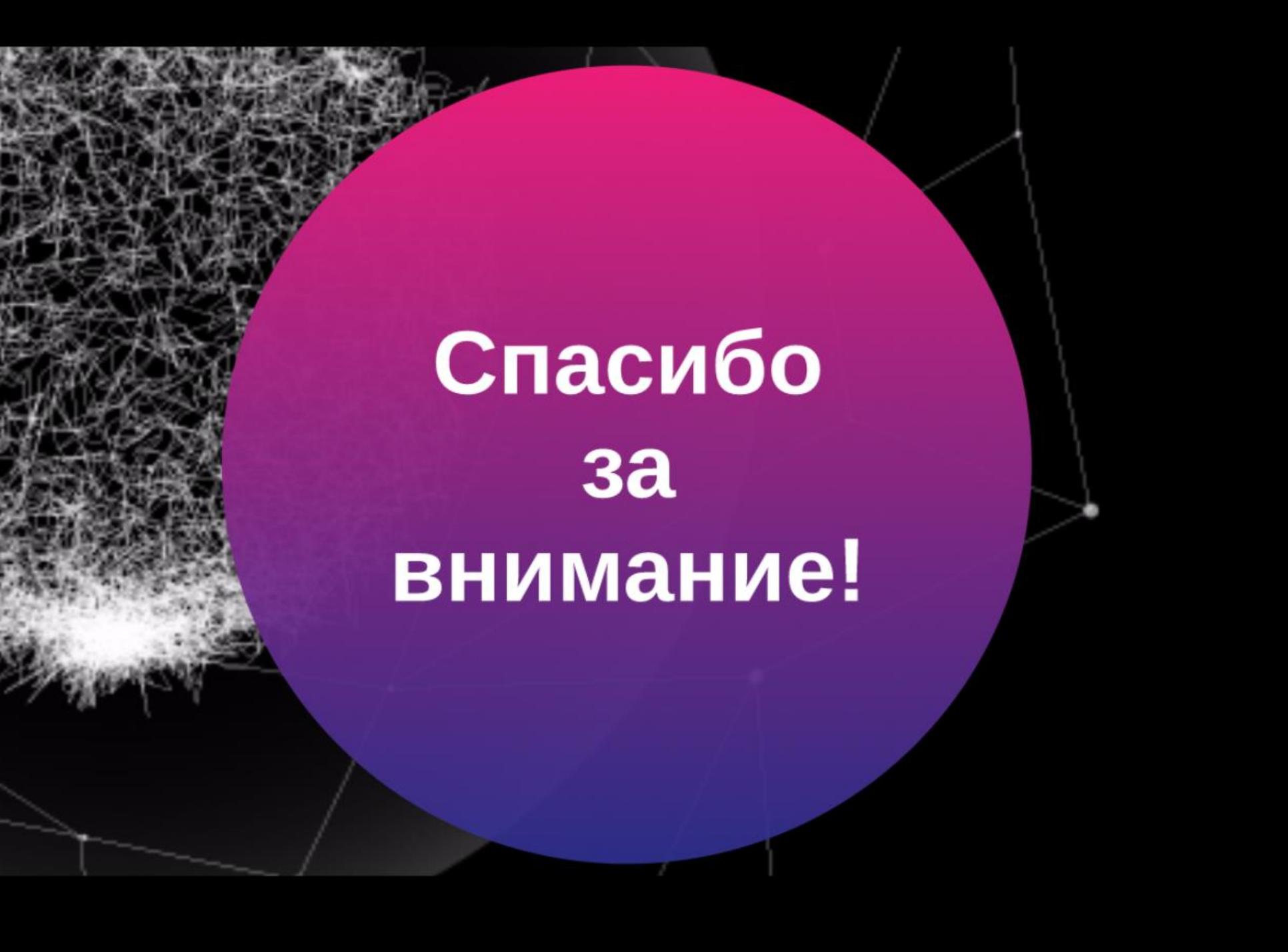
Груминг новорожденных детенышей еще очень несовершенен, что наряду с низким иммунным статусом обуславливает повышенную зараженность неполовозрелых особей (McLean, Speakman, 1997; Christie et al., 2000).

У летучих мышей смена убежищ существенно сокращает репродуктивный успех эктопаразитов, поскольку прерывает их жизненный цикл (Reckardt, Kerth, 2006; Bartonička, Gaisler 2007).

# Краткие итоги

- Формирование фауны эктопаразитов теплокровных позвоночных определяется филогенетическими и экологическими особенностями хозяев;
- Численно зараженность обусловлена размерными, физиологическими и поведенческими параметрами.





**Спасибо  
за  
внимание!**