

Насекомые, вылетающие из почвы: разнообразие, обилие, изотопный состав

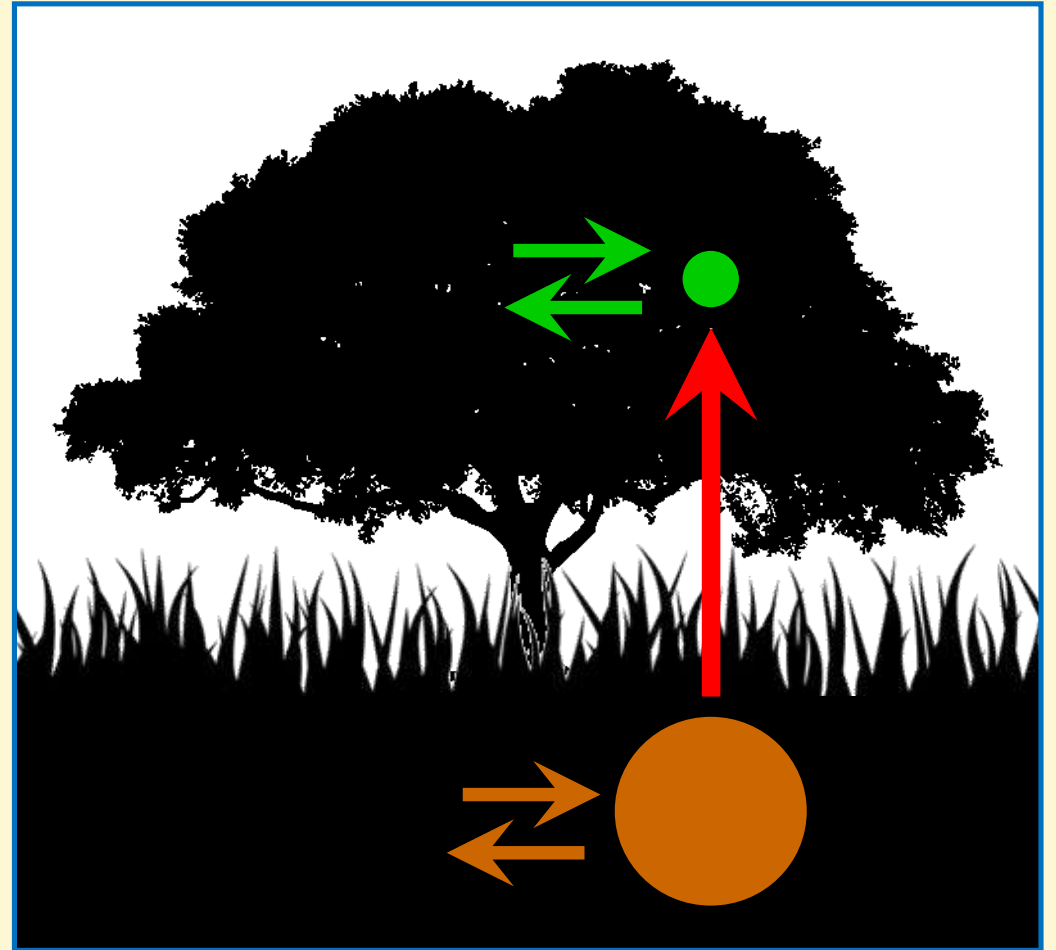
Виноградов Д.Д., Кривошеина М.Г.,
Цуриков С.М., Тиунов А.В.
ИПЭЭ РАН, Москва



Екатеринбург, 2026

Детритная субсидия

- Почвенная (в основном **детритная**) и наземная (в основном **пастбищная**) части пищевых сетей традиционно изучаются по отдельности
- Биомасса животных из детритного блока может поступать в наземный → взаимное влияние
- Такой поток биомассы называют **детритной субсидией**



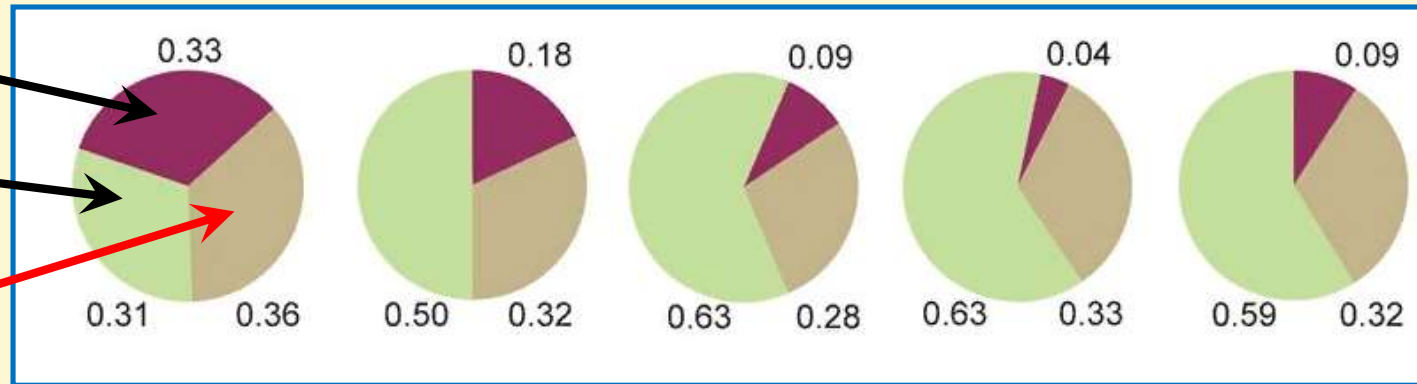
Пути поступления биомассы из почвы в наземный блок

- Животные, обитающие в разных средах на разных стадиях развития: *насекомые*
 - Почвенные животные, покидающие почву, жертвы наземных хищников: *дождевые черви, крылатые термиты и пр.*
-
- Специализированные наземные хищники: *вальдшнепы, панголины и пр.*
 - Хищники-генералисты: *насекомоядные птицы, пауки-тенетники и пр.*



Функциональная значимость детритной субсидии

Другие пауки
Пастбищные ПС
Детритные ПС



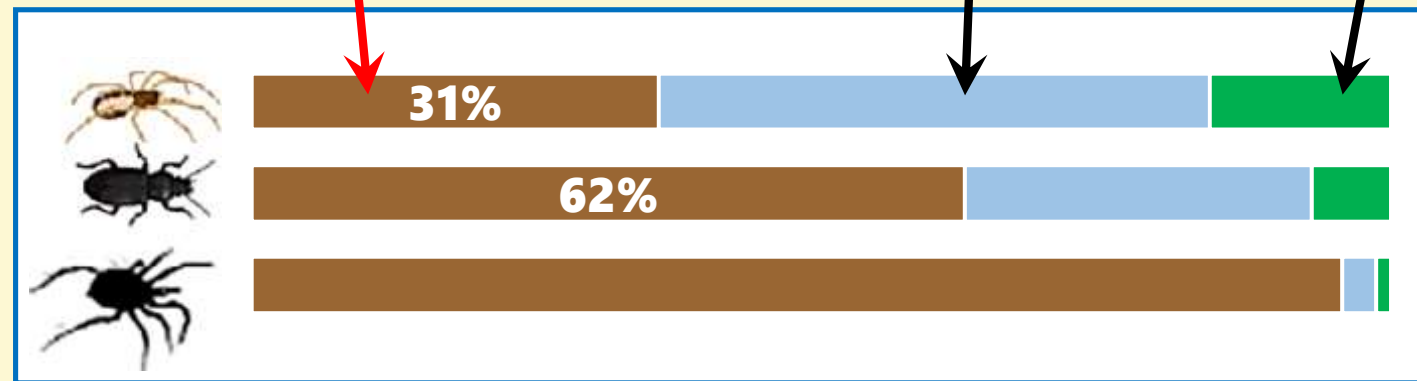
Рацион пауков в травянистых сообществах (Perkins et al., 2018)

Ресурсы почвы

Ресурсы поверхности почвы

Ресурсы крон

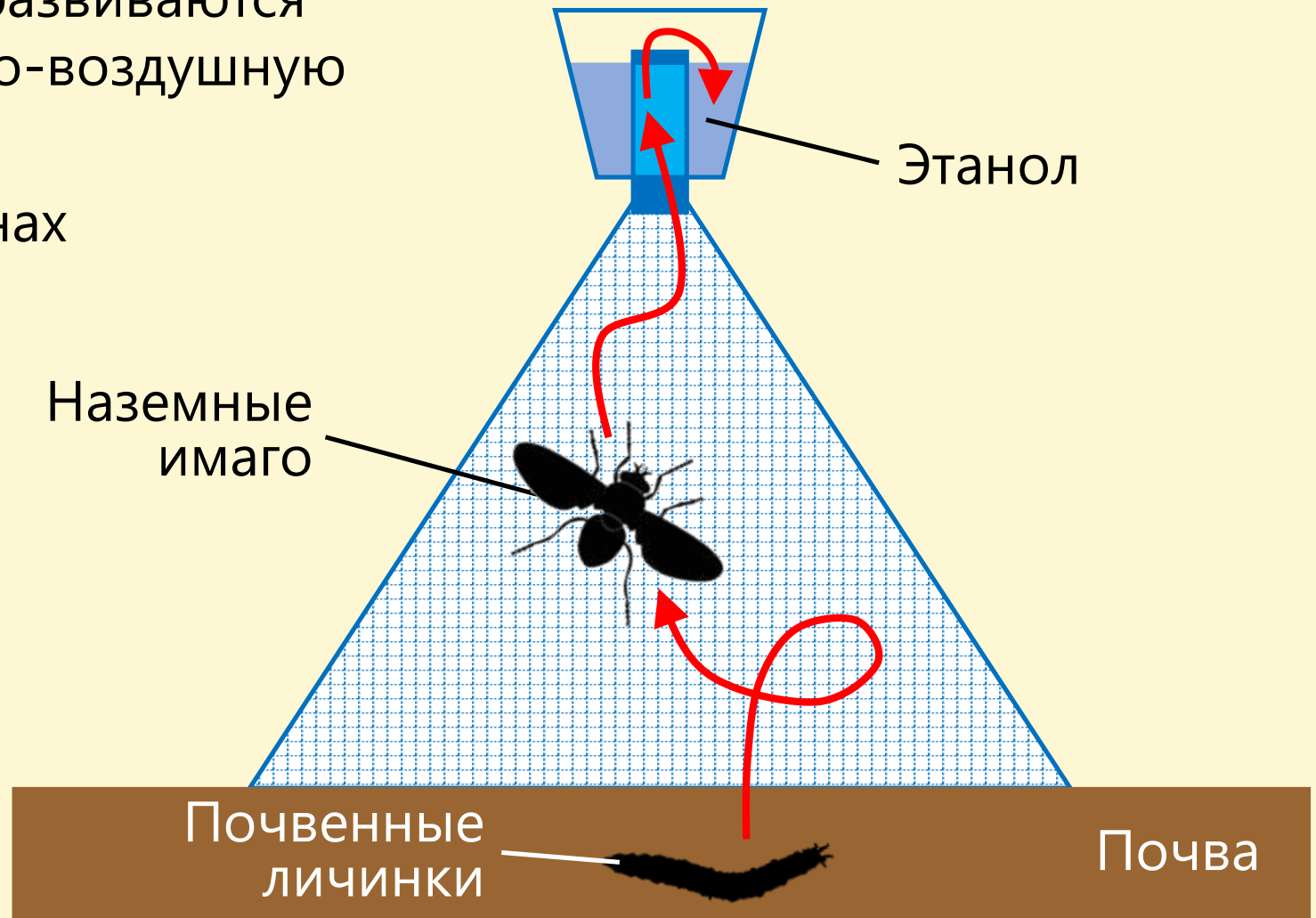
Хищники крон
Хищники поверхности почвы
Хищники почвы



Энергетический бюджет хищников (Yi et al., 2025)

Методы: эмерджентные ловушки

- Ловят насекомых, которые развиваются в почве и выходят в наземно-воздушную среду на взрослой стадии
- Всего 128 проб в разных зонах
- + 40 почвенных проб



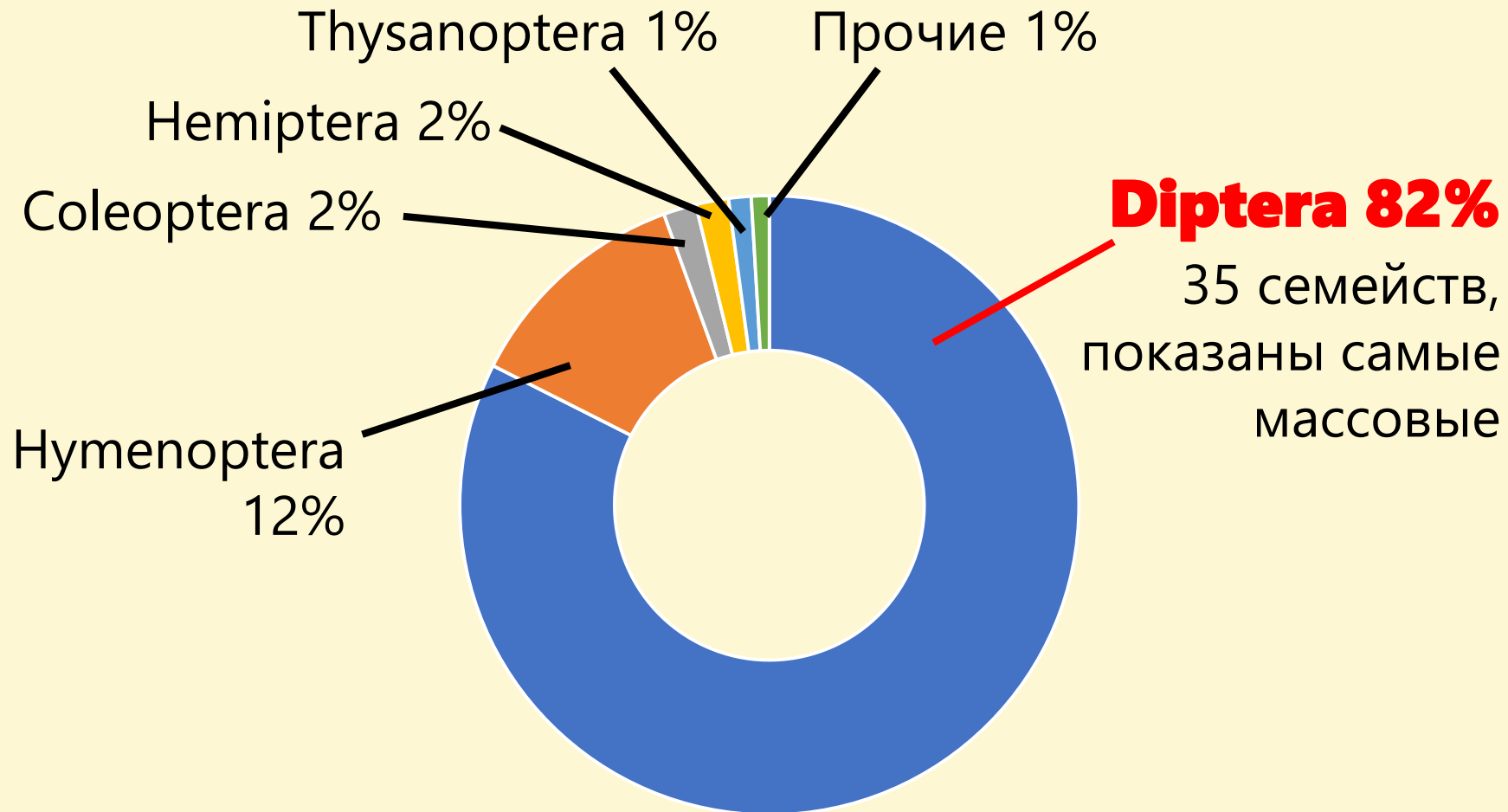
Регионы работы

- **Хибины** (Мурманская область, ПАБСИ, горная тундра)
- **Белое море** (Карелия, ББС МГУ, тайга)
- **Малинки** (биостанция ИПЭЭ РАН, Москва, хвойно-широколиственный лес)
- **Бидуп** (Вьетнам, горный тропический лес и редколесье)
- **Каттьен** (Вьетнам, муссонный тропический лес)

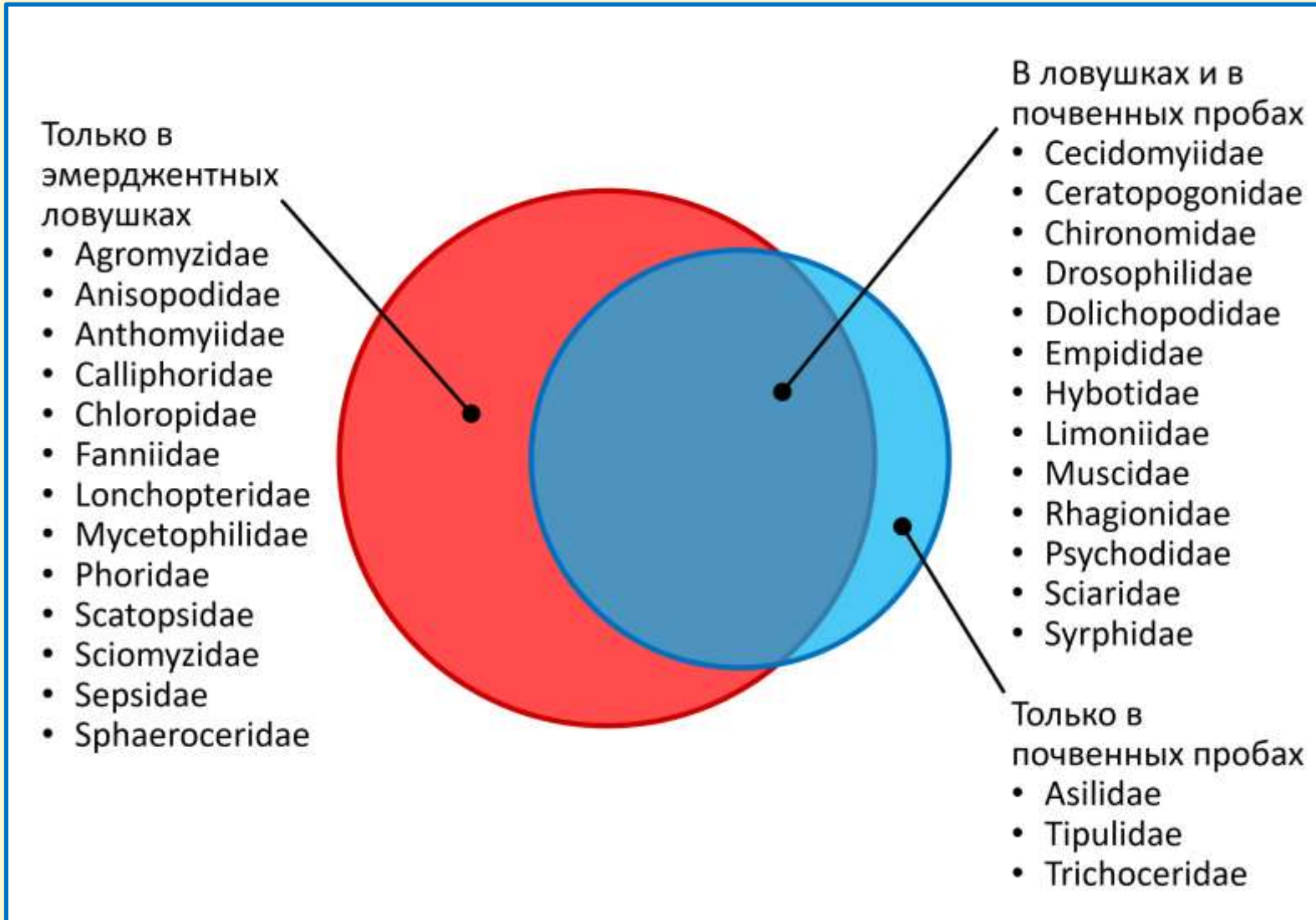


Вылетающие насекомые

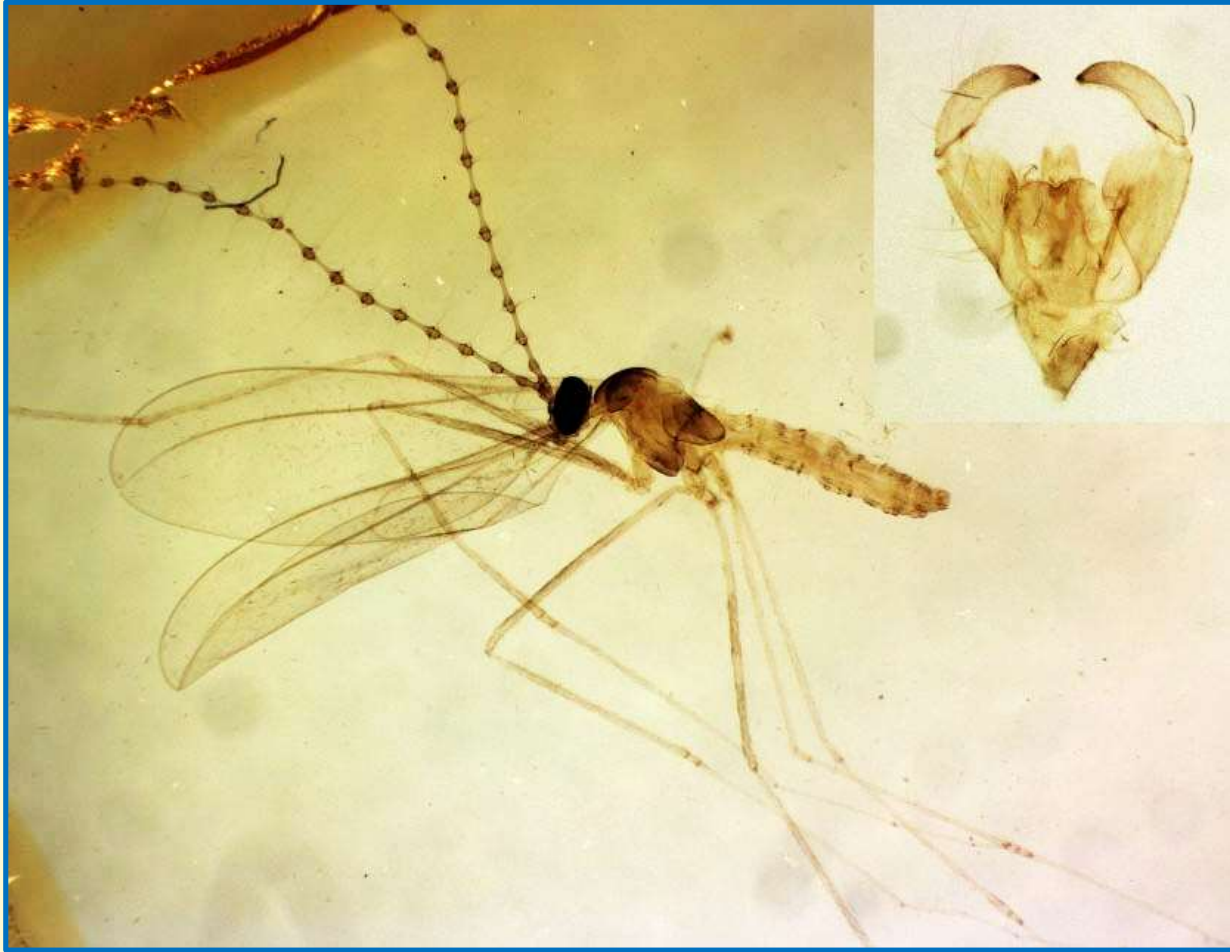
Доли от общей численности



Разнообразие двукрылых



← Семейства двукрылых, отловленных с помощью **эмерджентных ловушек** и выделенных из **почвенных проб** с помощью эклекторов (Малинки, 2022 год)



Camptomyia drymophila (Cecidomyiidae)

Фото: М.Г. Кривошеина

Разнообразие двукрылых

В эмерджентных ловушках – три
новых вида для Европейской
части России

Cecidomyiidae:

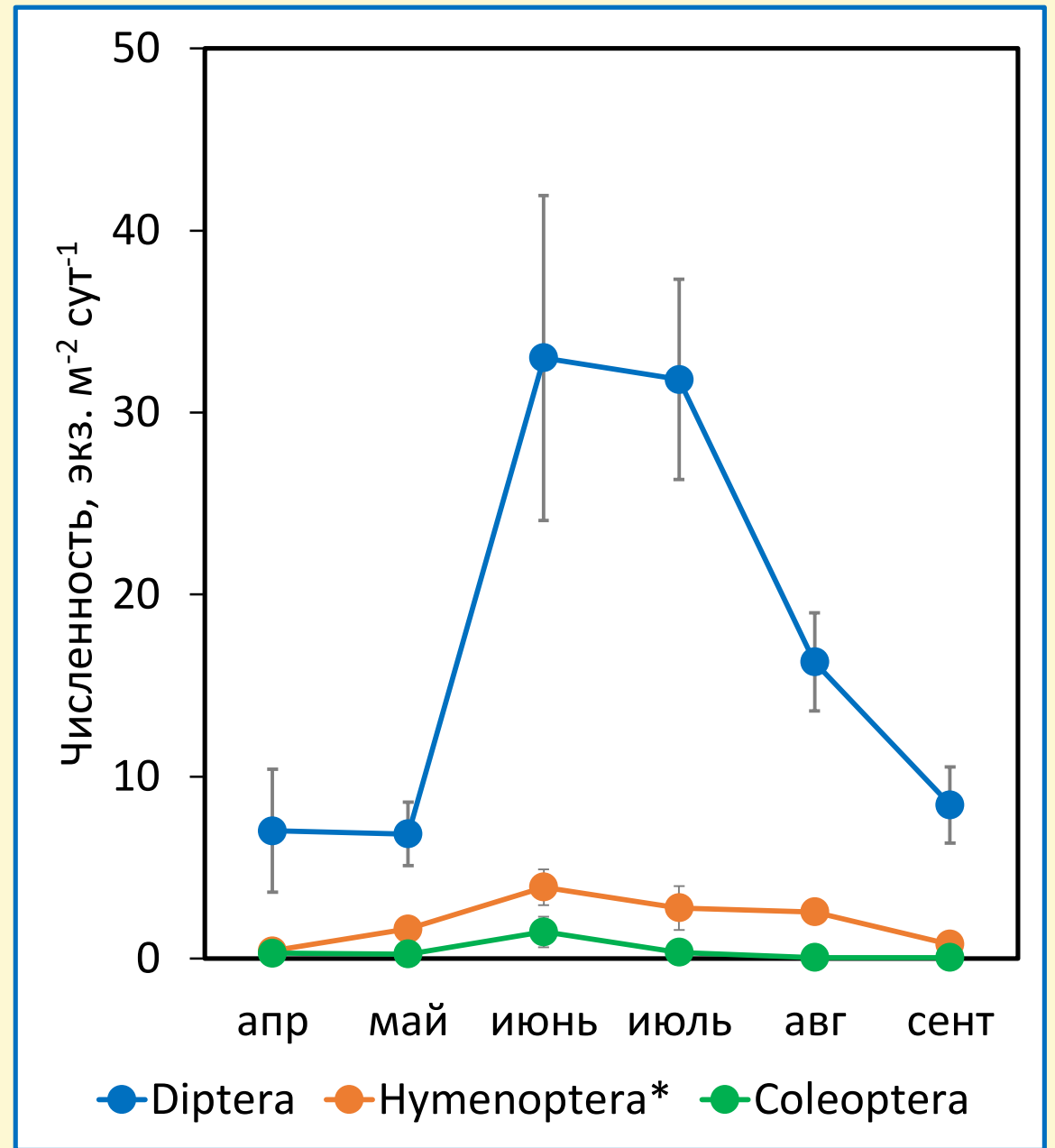
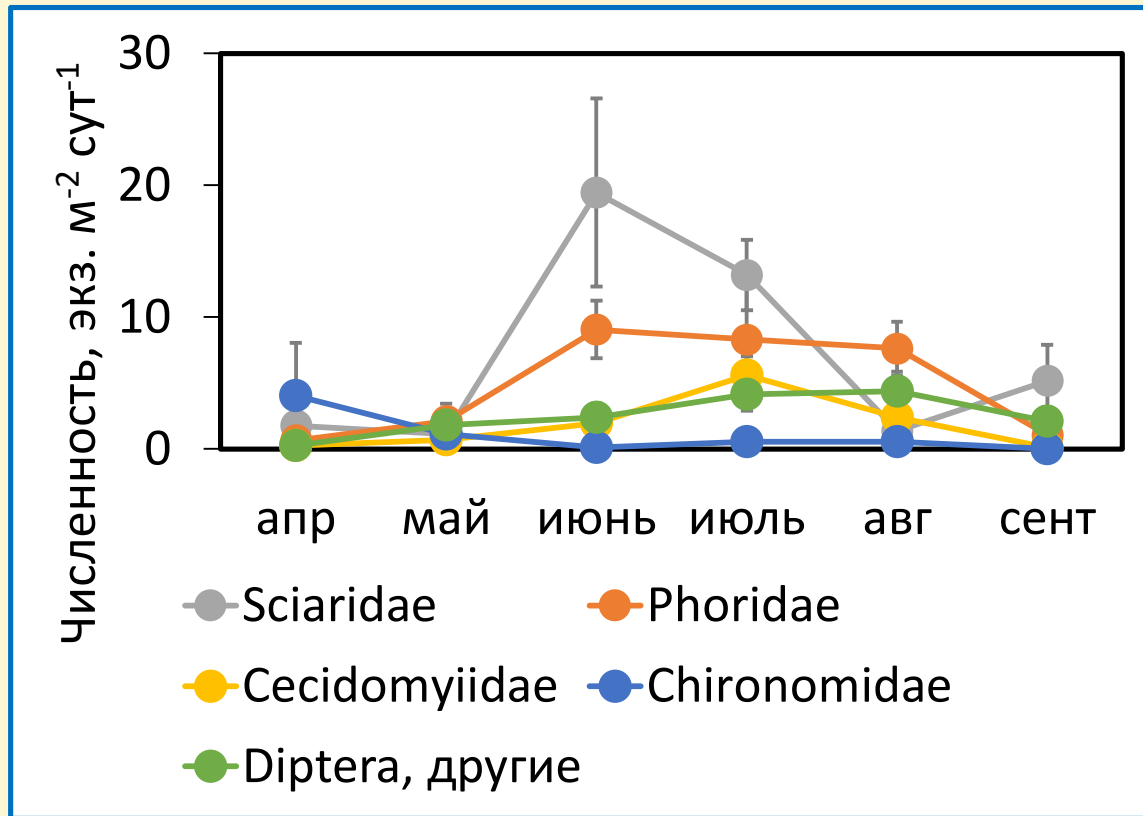
- *Camptomyia drymophila*

Chironomidae:

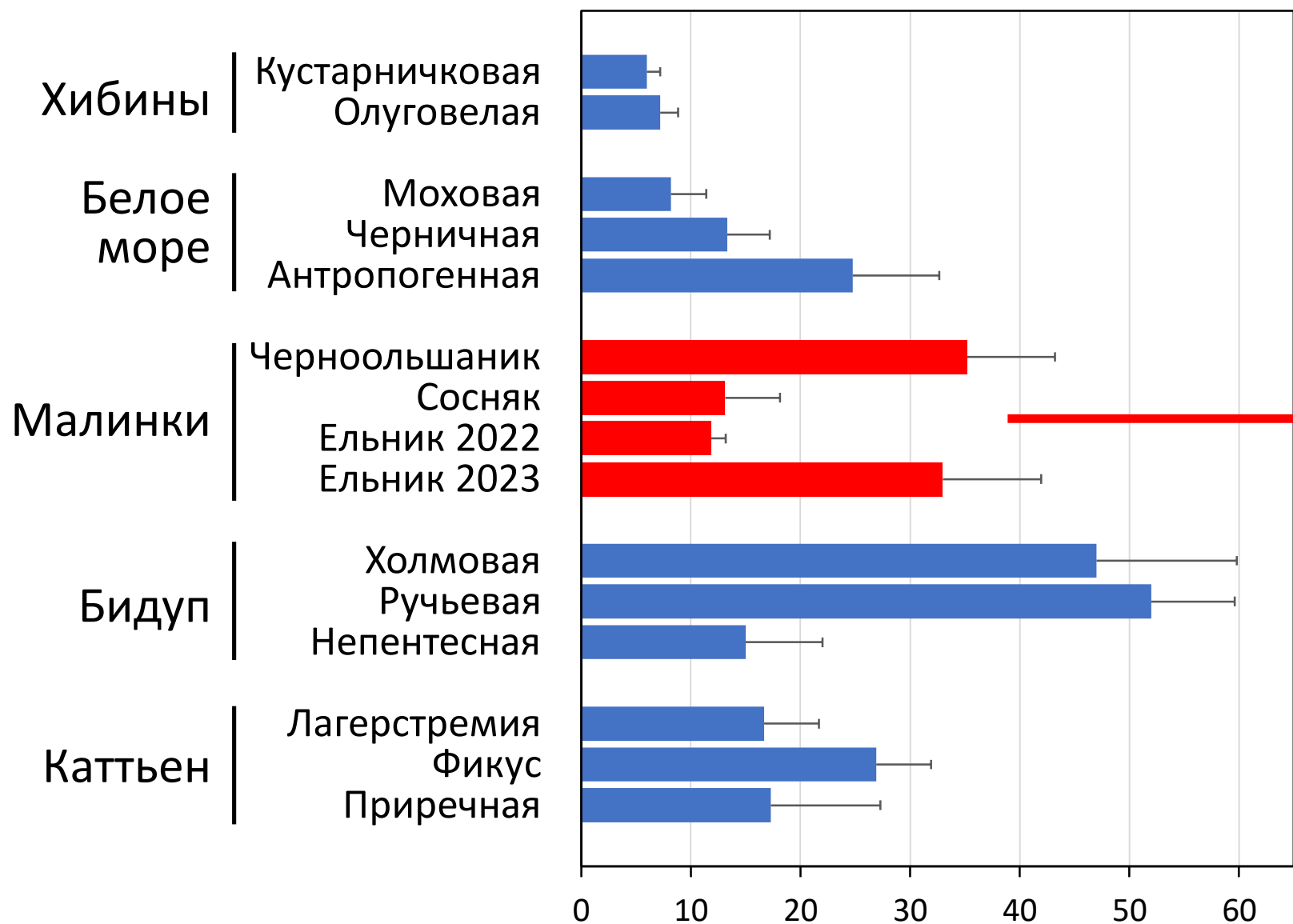
- *Gymnometriocnemus brumalis*
- *Gymnometriocnemus kamimegavirgus*

Обилие двукрылых

Малинки, смешанный лес



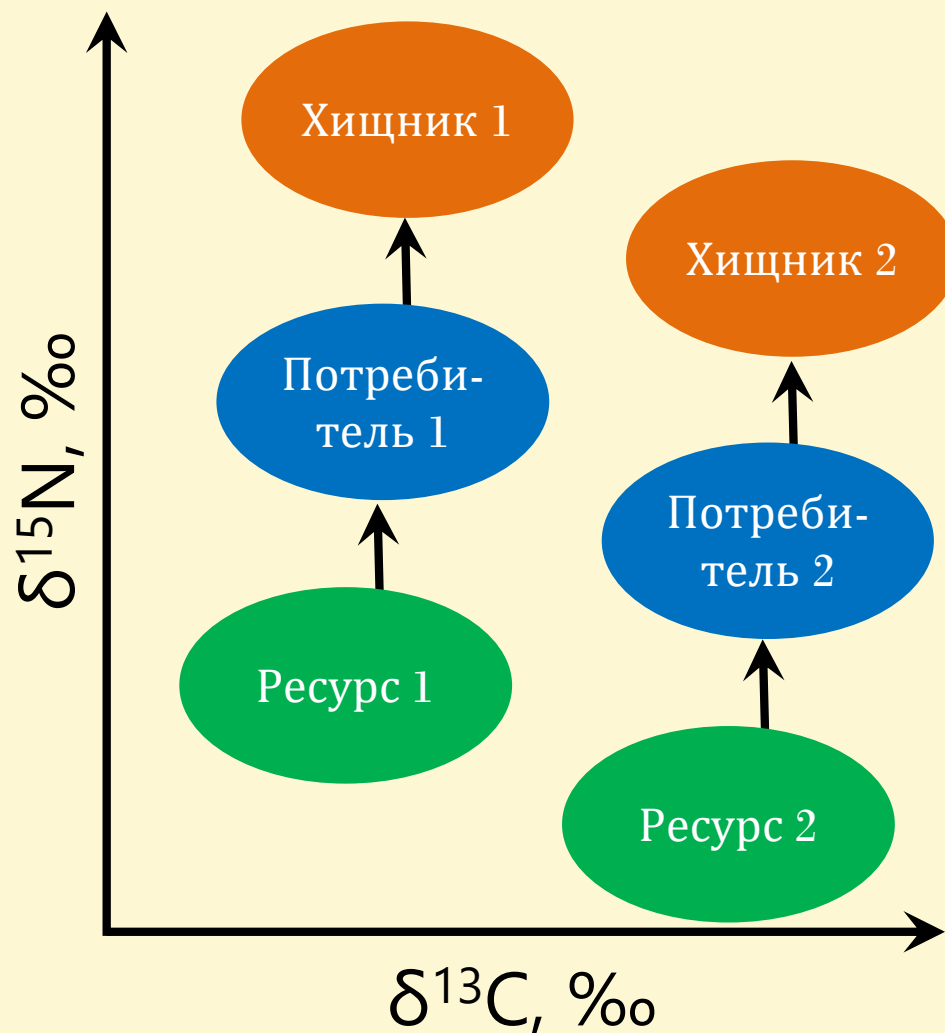
Обилие двукрылых



Пиковая численность двукрылых, экз. м⁻² сут.⁻¹

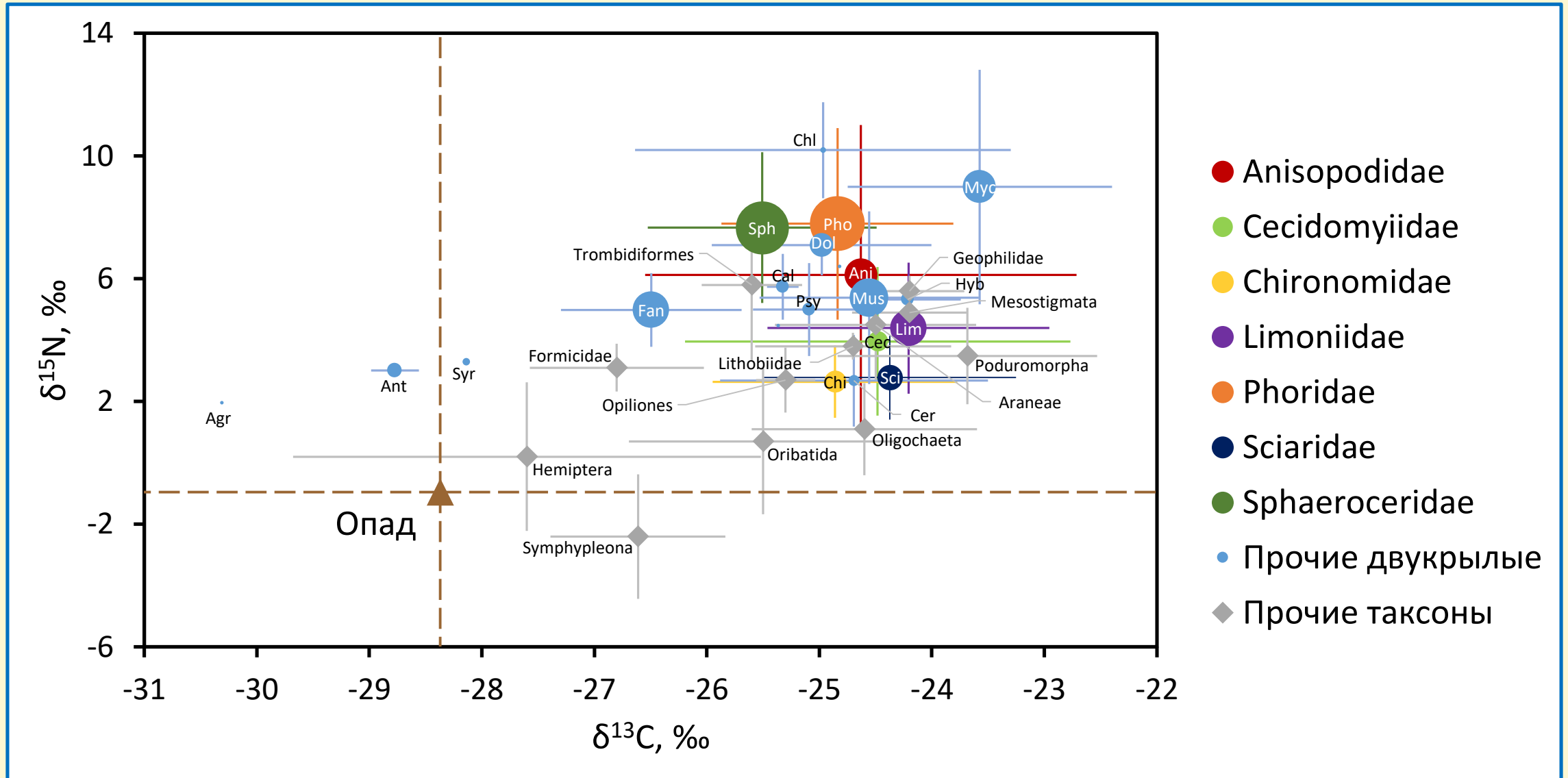
Малинки,
суммарно за год:
1000-3600 экз. м⁻²

Методы: изотопный анализ

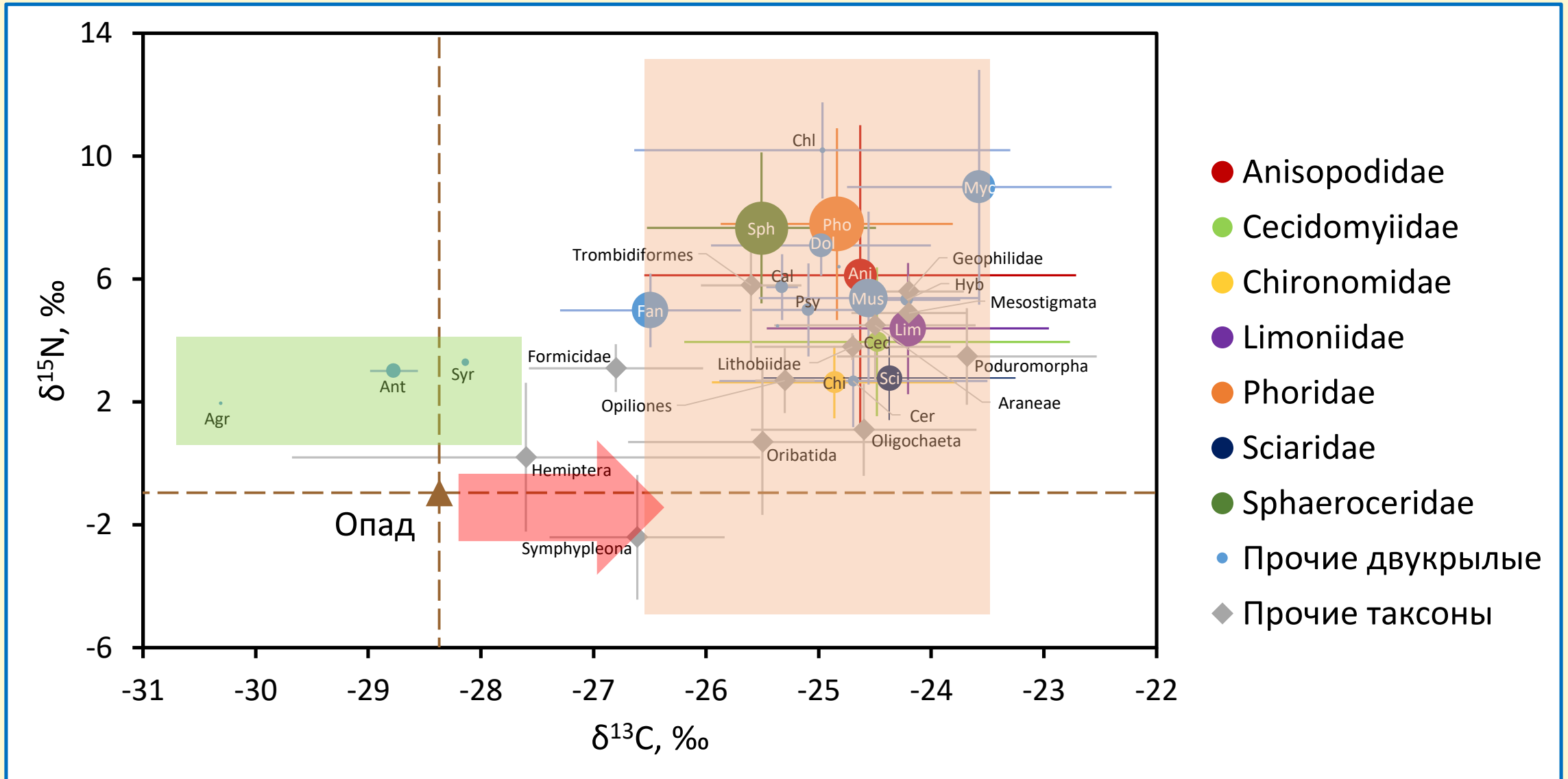


- Образцы животных и опада: соотношение изотопов $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$
- Результаты представлены в виде тысячных долей отклонения от стандарта: $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ (‰)
- $\delta^{13}\text{C}$ указывает на пищевые ресурсы, $\delta^{15}\text{N}$ – на трофический уровень

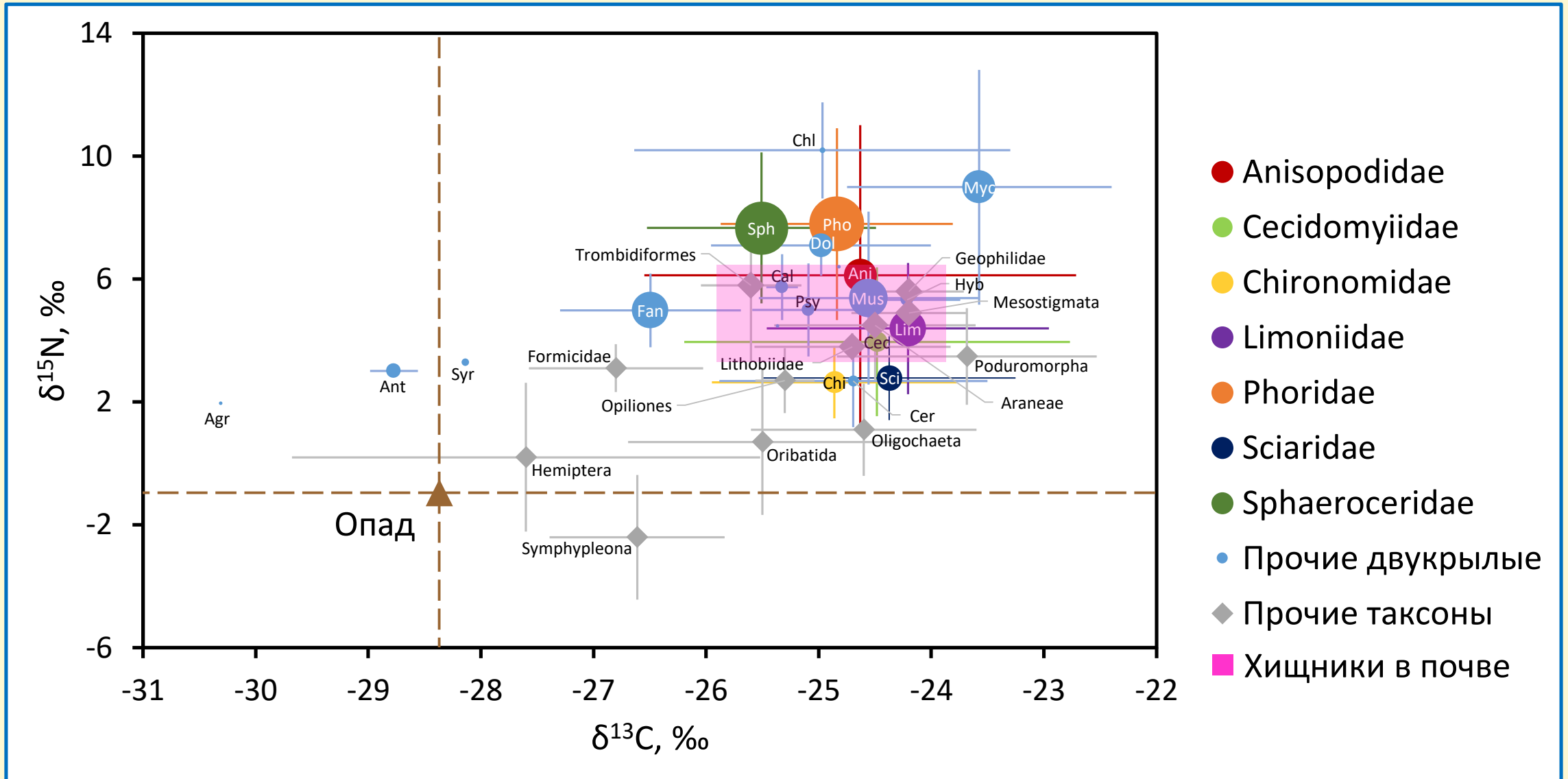
Вылетающие двукрылые: изотопный состав



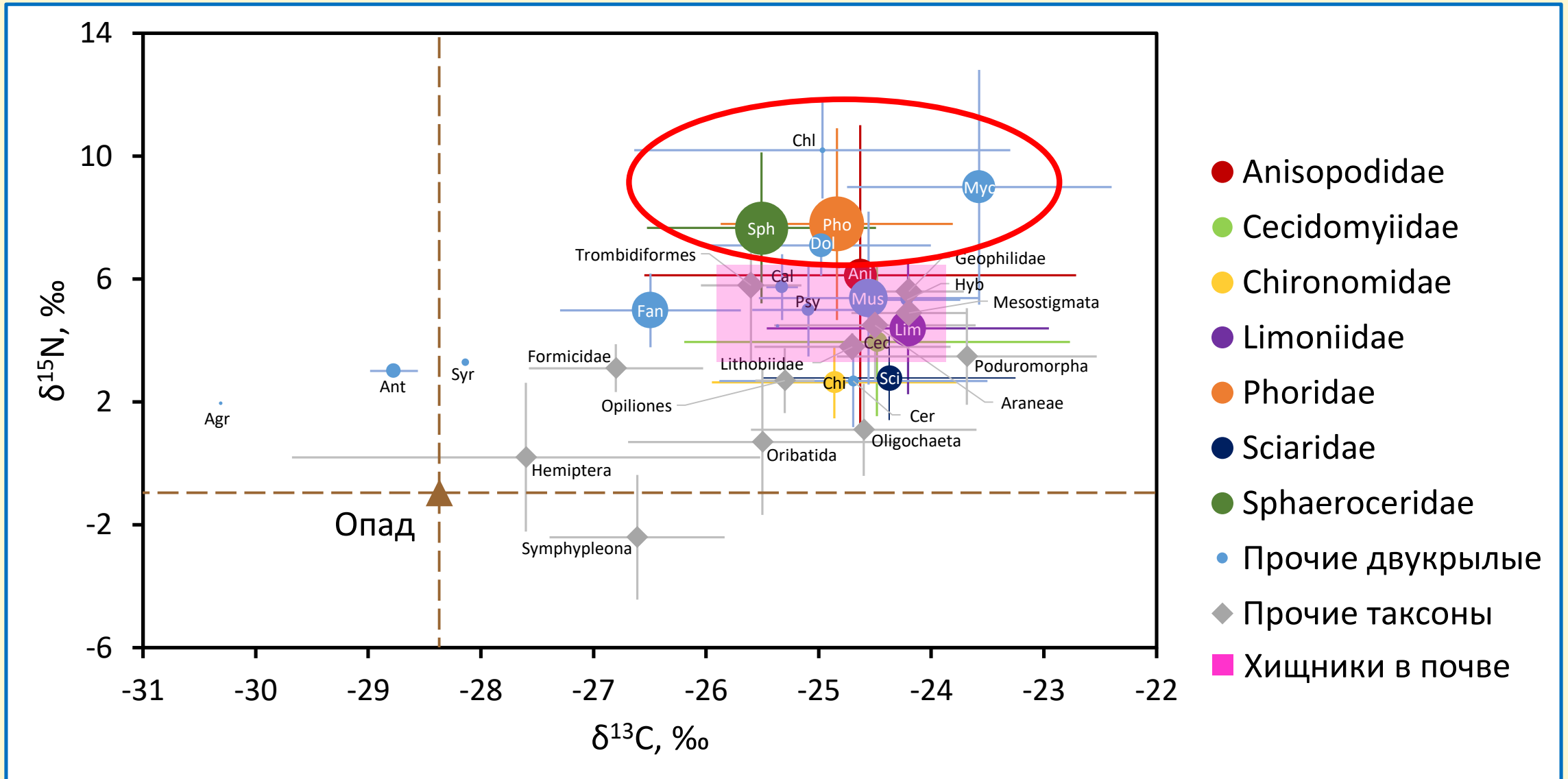
Вылетающие двукрылые: изотопный состав



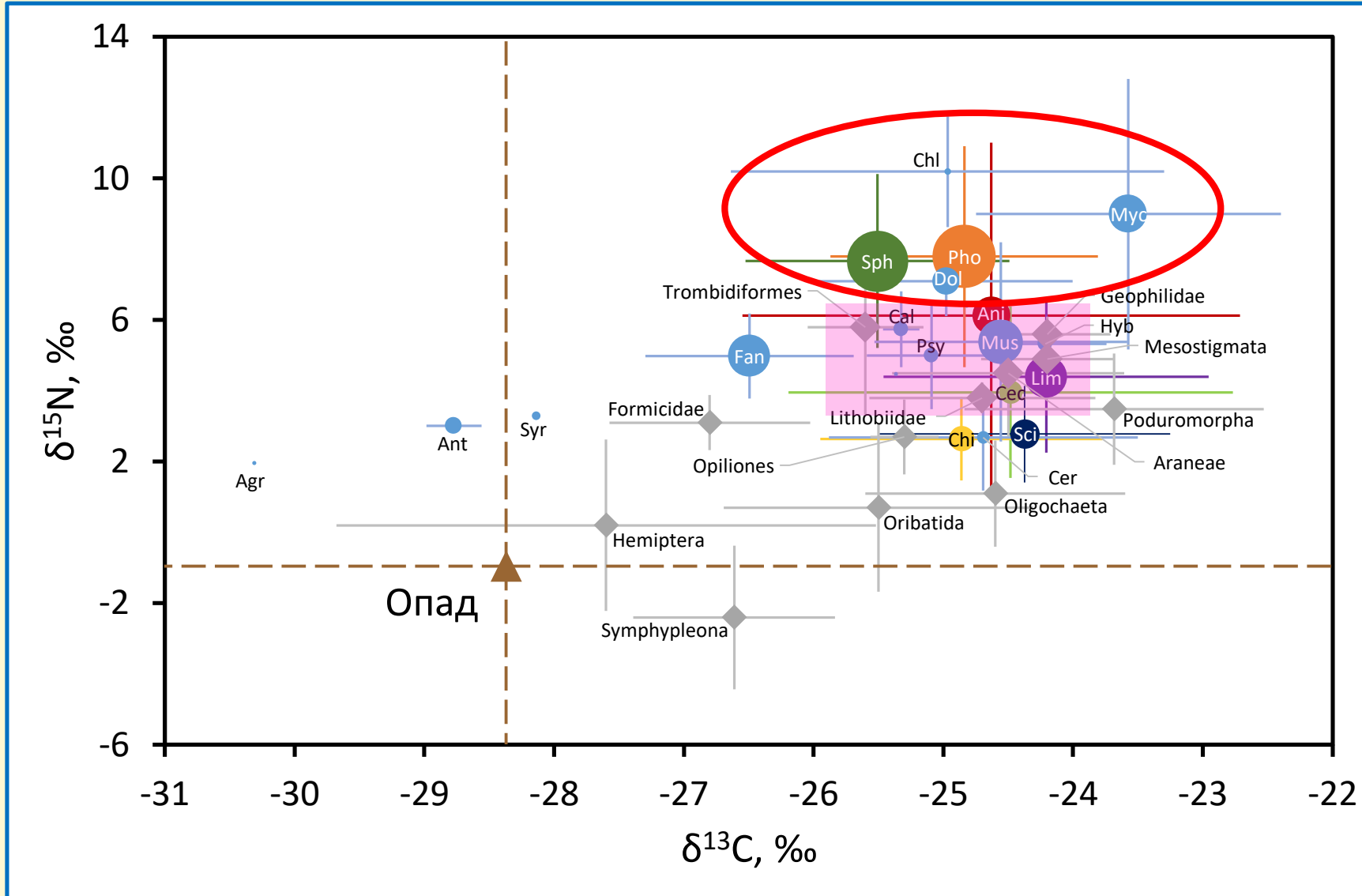
Вылетающие двукрылые: изотопный состав



Вылетающие двукрылые: изотопный состав



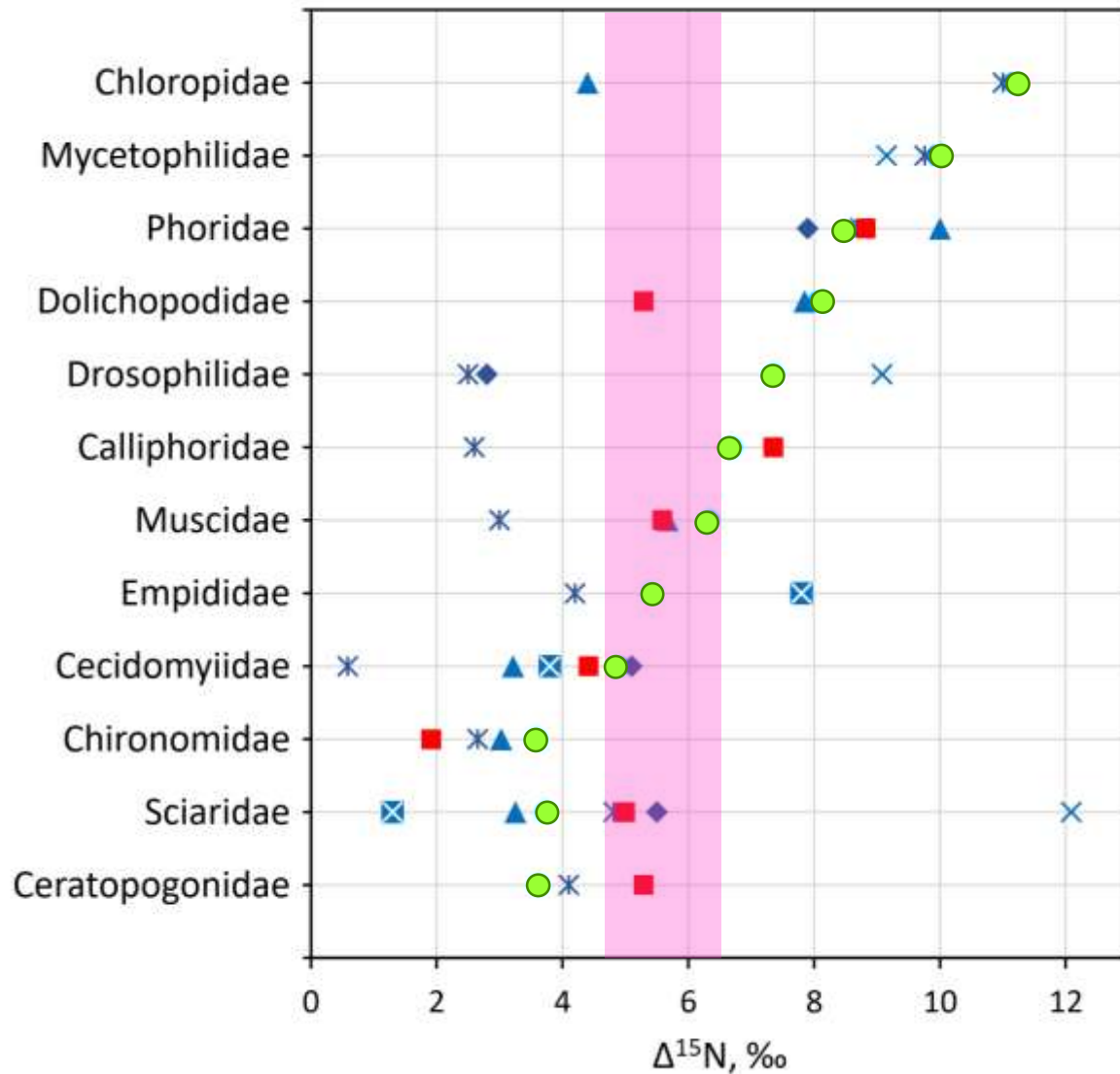
Вылетающие двукрылые: изотопный состав



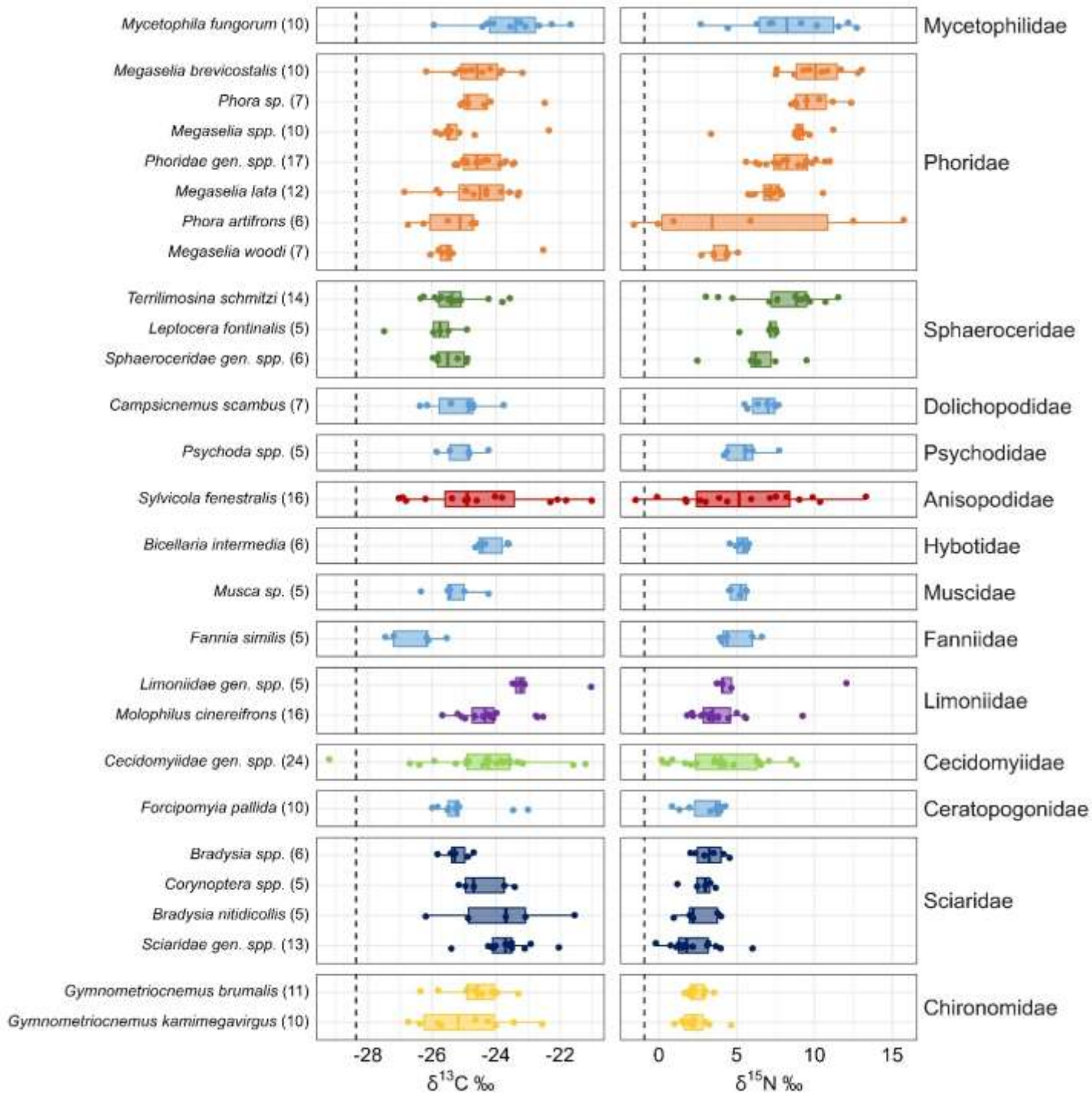
Возможные причины высоких значений δ¹⁵N двукрылых

1. Метаморфоз
2. Мицетофагия
3. Хищничество, паразитизм, некрофагия
4. Кoproфагия

Изотопный состав: сравнение с литературой



**Обогащение почвенных
двукрылых ^{15}N –
систематическое явление**

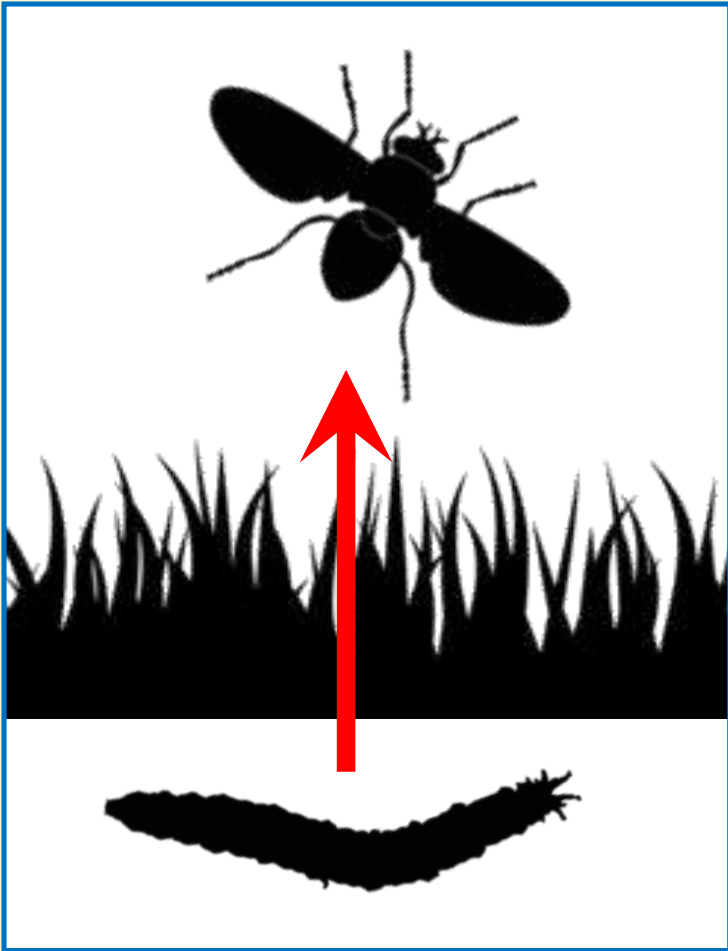


Вылетающие двукрылые: изотопный состав

Высокие разбросы значений $\delta^{15}\text{N}$ ($> 10\text{‰}$) у некоторых Anisopodidae, Phoridae, Mycetophilidae

Разнообразие значений $\delta^{15}\text{N}$ согласуется с разнообразием пищевых ресурсов

Заключение



1. Двукрылые доминируют в потоке насекомых, вылетающих из почвы в различных экосистемах
2. Интенсивность вылета двукрылых из почвы может составлять десятки особей и миллиграммы сухой биомассы в сутки
3. Вылетающие из почвы двукрылые имеют специфическую изотопную подпись с заметно повышенным относительно других почвенных беспозвоночных содержанием изотопа ^{15}N

Благодарности

- И.В. Сотникову
- О.Л. Розановой
- Б.Д. Ефейкину
- А.Г. Зуеву
- А.И. Зуевой
- В.А. Мохнаткину
- Н.Е. Вихреву
- Д.И. Гаврюшину
- А.Л. Озерову
- А.И. Шаталкину
- И.Я. Гричанову
- Н.П. Кривошеиной
- А.В. Полевому
- И.В. Шамшеву
- Е.И. Копеиной
- И.В. Палько
- Nguyễn Trung Đức
- А.Б. Цетлину
- ЦКП «Инструментальные методы в экологии» ИПЭЭ РАН
- Проект РНФ 22-14-00363

**Спасибо за
внимание**