

Первые результаты учета мелких млекопитающих с применением нейросетевых технологий: проблемы и перспективы

Куваева Е.И.¹(1 курс аспирантуры), Малкова Е.А.¹, Толкачев О.В.¹, Маклаков К.В.¹, Корепанова М.А.¹, Мануйлова Т.И.², Турыгина К.А.²
ИЭРиЖ УрО РАН¹, УрФУ²
katena.kuvaeva@mail.ru

Проект реализуется при поддержке Президентского фонда природы

Актуальность. Одной из тенденций современных исследований мелких млекопитающих является переход к неинвазивным методам исследования, в том числе, с применением нейросетевых технологий. Широко известен способ мониторинга специальными следовыми устройствами - тоннелями, трубками и т.д., однако видовая идентификация по данным этих методов зачастую затруднена.

Цель: сравнить результаты учета мышевидных грызунов и буроzubок, полученных двумя методами: 1) живоловом, 2) следовыми устройствами.

Материалы и методы. Исследование проведено в окрестностях д. Хомутовка, Свердловская обл. Отлов проводили с 02.08.2025 по 11.08.2025, чередуя живоловки Longworth и следовые устройства в одних и тех же точках. Активация осуществлялась в 19:00, проверка - в 09:00. Картриджи со следами заклеивали скотчем, сканировали после окончания полевого сезона и загружали в нейросетевую модель для определения вида.

Мы использовали **нейросетевую модель** от компании Ultralytics YOLO26m (архитектура семейства YOLOv-style) для детекции и классификации отпечатков лап на изображениях. Для обучения модели был подготовлен датасет сканов следовых картриджей для 3 родов: *Apodemus* (*Apodemus uralensis* Pallas, 1811), *Clethrionomys* (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780 + *Cl.rutilus* Pallas, 1779) и *Sorex* (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758 + *S.caecutiens* Laxmann, 1788). Отпечатки лап целевых видов собирались в условиях полевой лаборатории. Обучающая (1536 картриджей) и тестовая (192 картриджей) выборки были разделены по особям. Итоговая точность классификации на тестовой выборке порядка 95%.

Статистическая обработка данных проведена в среде v.4.5.3 (R Core Team, 2026). Индексы кластеризации и коэффициенты ассоциации получены методом SADIE (Spatial Analysis by Distance Indices) и отрисованы с помощью пакета eiphy.

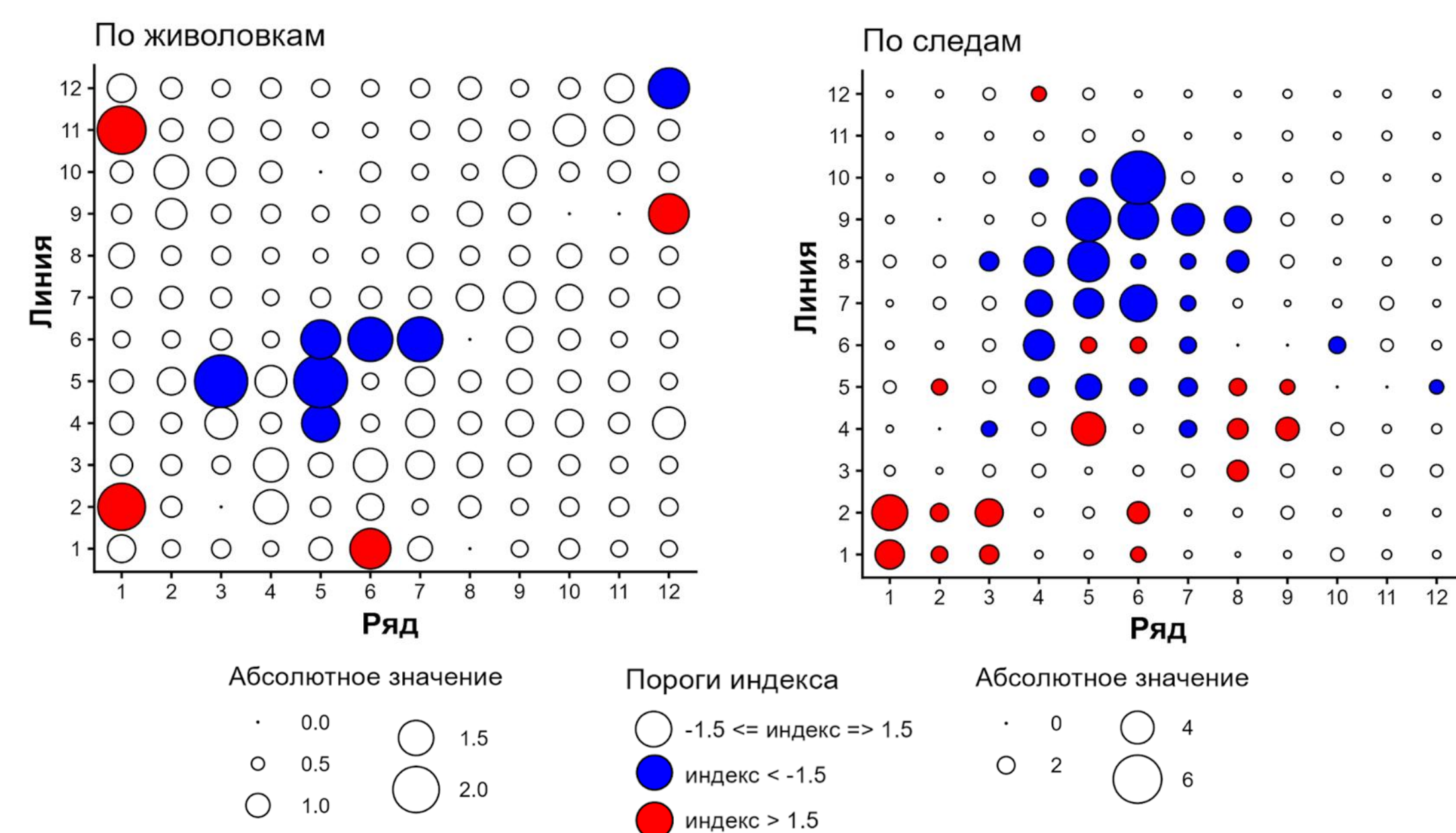


Рис. 1. Локальные индексы кластеризации активности лесных полевков для каждой точки экспериментальной площадки по итогам 4 проверок живоловок (слева) и следовых устройств (справа). Красные точки обозначают область агрегации, наиболее часто посещаемую зверьками; синие точки соответствуют малопосещаемой области.

Выявлена ассоциация точек активности лесных полевков по данными ловушек и следовых устройств (коэффициент корреляции по индексам кластеризации $R=0,18$ при $P<0,03$)

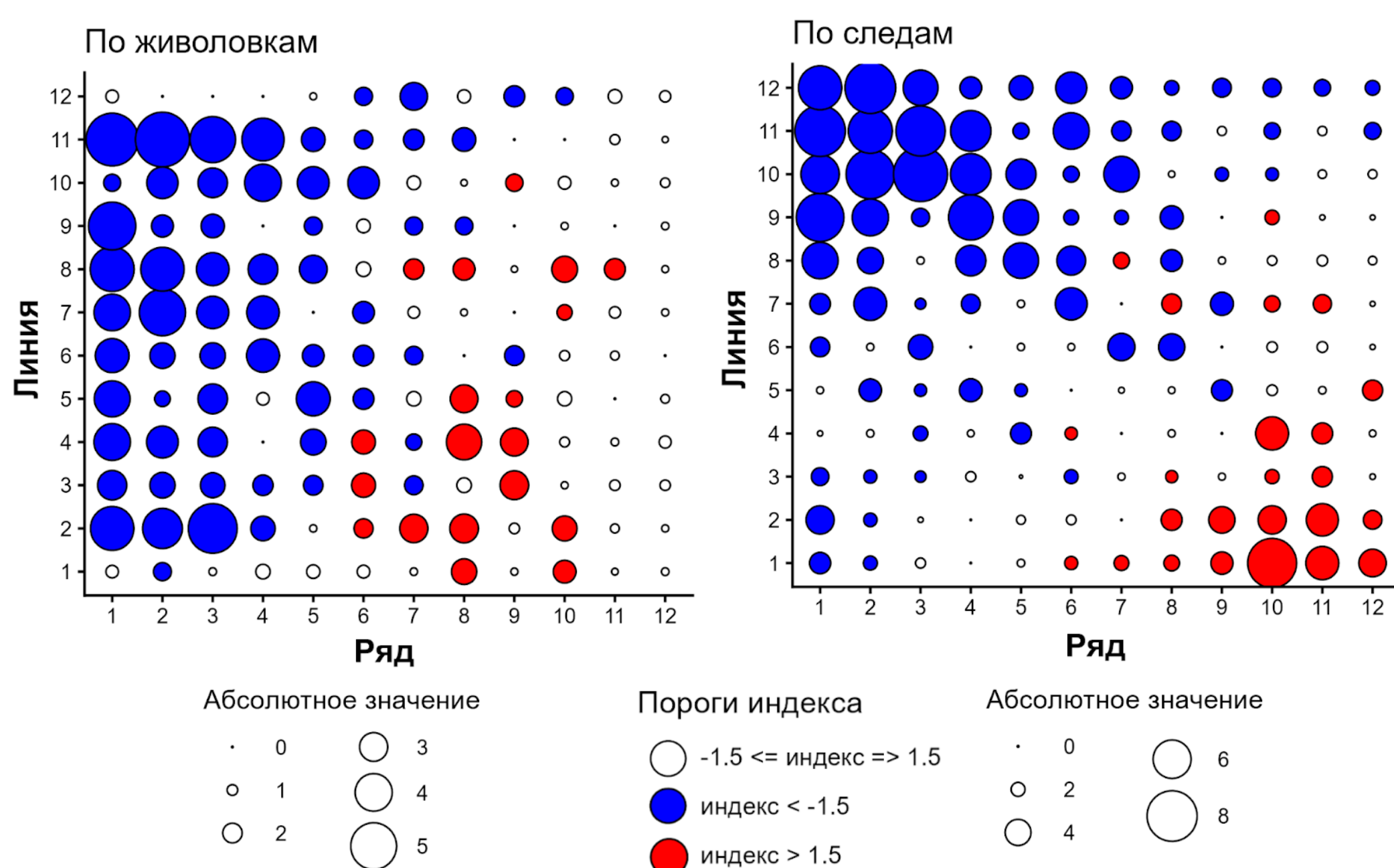


Рис. 2. Локальные индексы кластеризации активности *Apodemus uralensis* для каждой точки экспериментальной площадки по итогам 4 проверок живоловок (слева) и следовых устройств (справа).

Ассоциация точек активности *A. uralensis* более выражена, чем для лесных полевков ($R=0,51$, $P<0,001$).

Оба метода показывают сходные области экспериментальной площадки, посещаемые и избегаемые целевыми видами.



Результаты: При промышленном усилии 1452 устройство-ночей зафиксировано 335 заходов зверьков. За 4 ночи 173 зверька посетило живоловки; следовые тоннели были посещены 162 раза.

Рис. 3. Структура сообщества по следам (4 ночи)

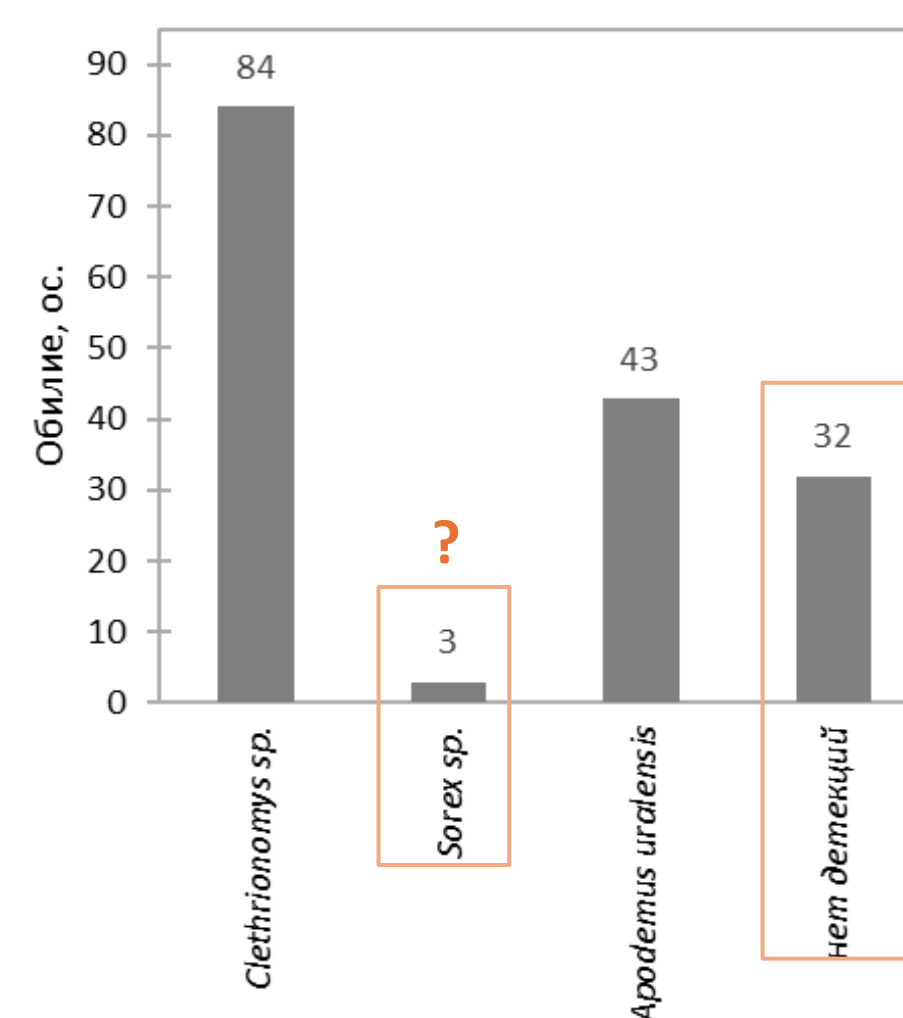
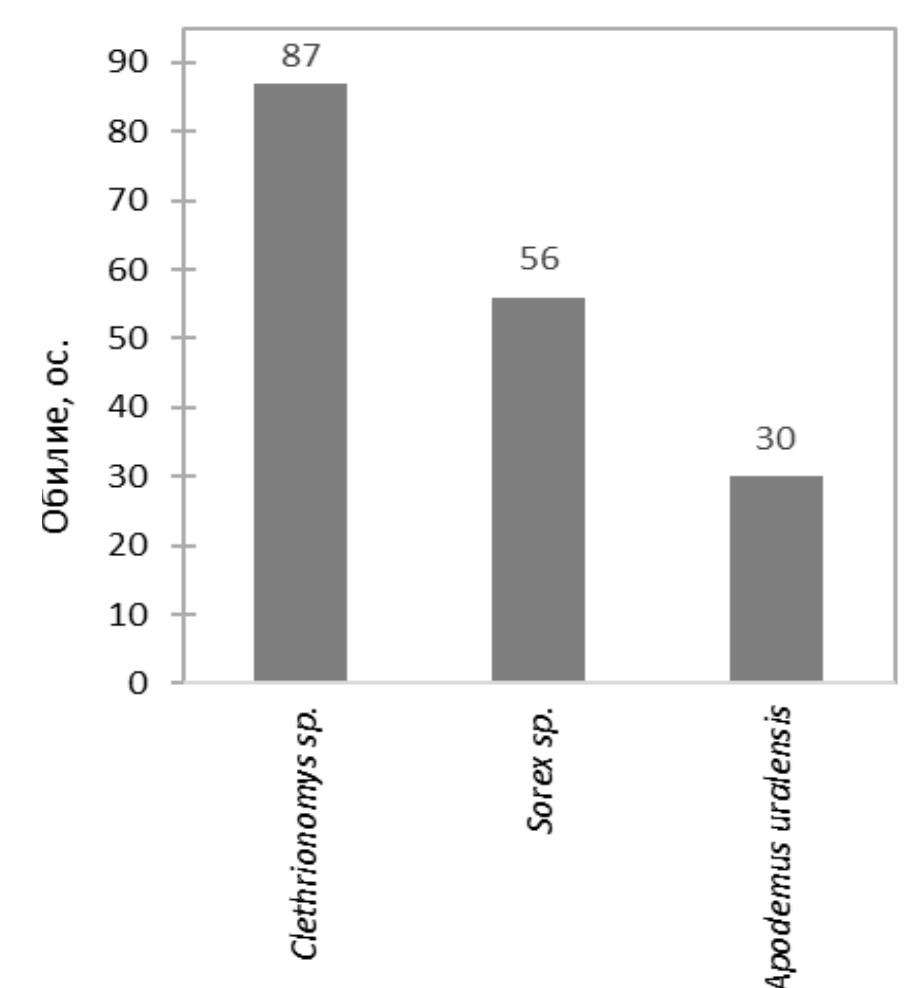


Рис. 4. Структура сообщества по данным отловов живоловками (4 ночи)



В 32 случаях модели не удалось обнаружить следы заходившего животного. Мы выделяем 3 основных причины:

1. Овертрекинг (большое количество следов с сильным наложением друг на друга)
2. Повреждения картриджа при хранении
3. Высыхание чернил

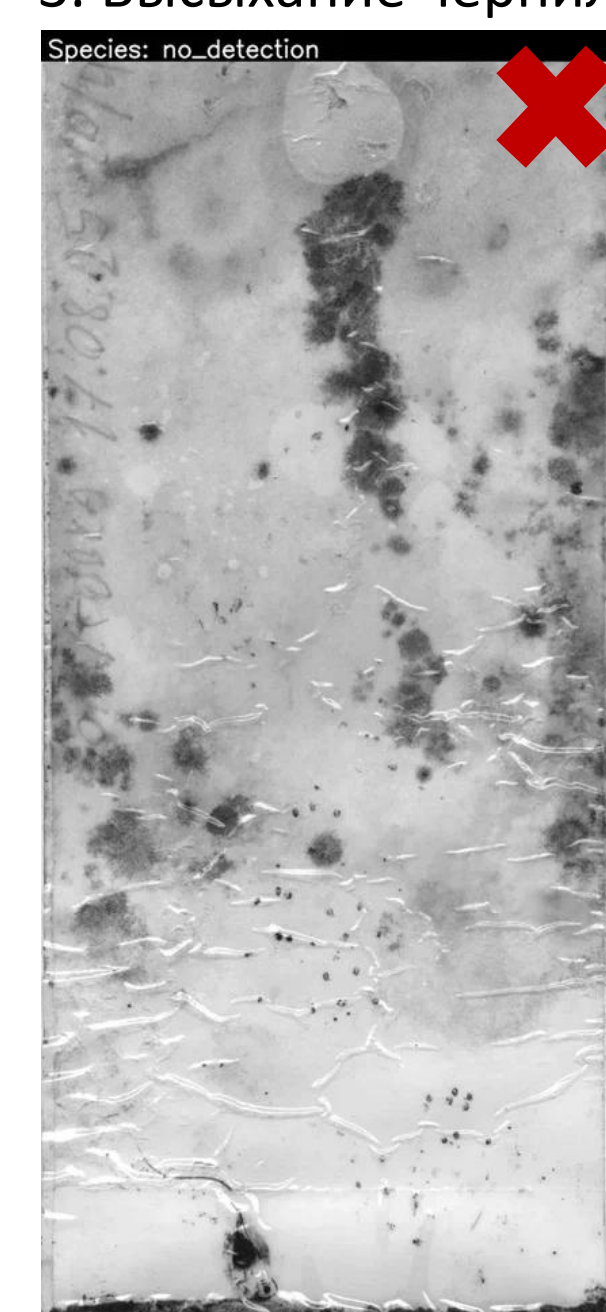


Рис. 5. Поврежденный при хранении картридж без детекций

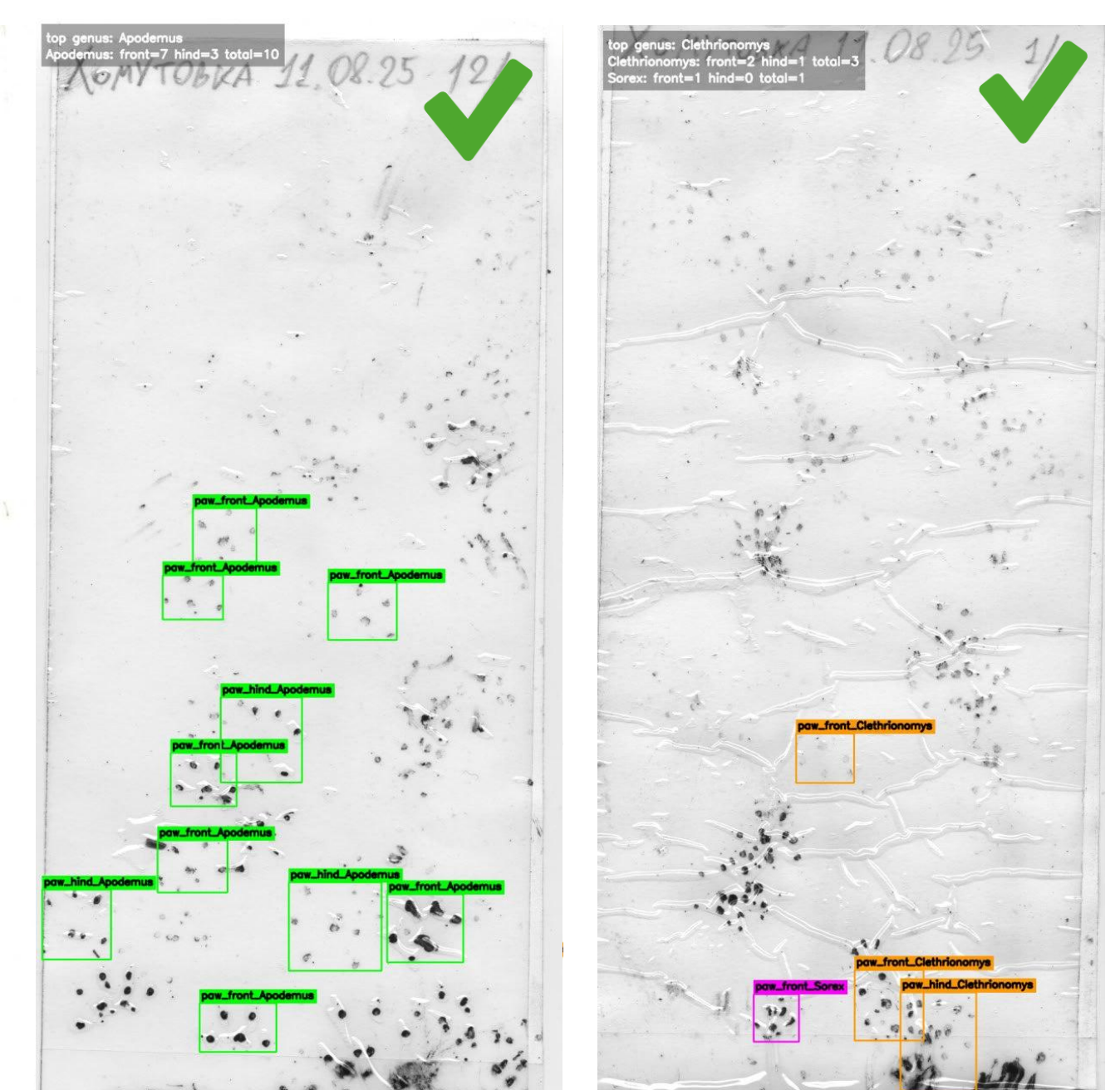


Рис. 6-7. Картриджи с детекциями, полученные в полевом эксперименте

Проблема	Возможное решение
Малое количество заходов буроzubок в следовые устройства	- Добавление рыбной муки к стандартной приманке - Изучение реакции целевых видов на следовые устройства с помощью фотоловушек
Повреждения картриджа при хранении	- Переход на фотографирование картриджей без фиксации скотчем
Овертрекинг	- Использование следовых устройств, исключающих повторное посещение и длительное нахождение зверька внутри
Высыхание чернил	- Более частая замена картриджей, использование масла надлежащего качества