

Население хищных герпетобионтов (жуков-жужелиц (Coleoptera: Carabidae) и пауков (Arachnida: Aranei)) Юго-Западного Таймыра и его биоиндикационное значение



Любечанский Илья Игоревич
Институт систематики и экологии животных
СО РАН, Новосибирск

Цель:

оценка индикационной способности хищных герпетобионтов (жуков-жужелиц и пауков) и выявление наиболее чувствительных параметров структуры их сообществ для субарктических районов Западной и Средней Сибири.

Задачи:

1. Выявить население хищных герпетобионтов отдельных локалитетов , расположенных на разных расстояниях от промышленных объектов в Норильском промышленном районе и на прилегающих к нему территориях (окрестности города Дудинка, левобережье Енисея).
2. Проанализировать данные по параметрам видового богатства и разнообразия сообществ и по динамической плотности ключевых видов жуков-жужелиц и пауков.
3. Оценить степень кумулятивного воздействия промышленных и инфраструктурных объектов на окружающие экосистемы в зависимости от расстояния до них.
4. Оценить влияние загрязнения конкретными химическими элементами и веществами на указанные параметры сообществ.

Методы

В 2022 и 2023 гг. проведено комплексное обследование территорий окрестностей Норильска и левобережья Енисея (Большая Норильская экспедиция)

В данном докладе представлены результаты почвенно-зоологических исследований макрофауны и анализов загрязняющих веществ в почвах полигонов.

Макрофауна собрана почвенными ловушками в июле 2022 г. и июне-июле 2023 г.

Анализ почвенных образцов выполнен в сертифицированной лаборатории Института почвоведения и агрохимии СО РАН. Определялось содержание веществ:

S-SO₄, содержание нефтепродуктов, pH

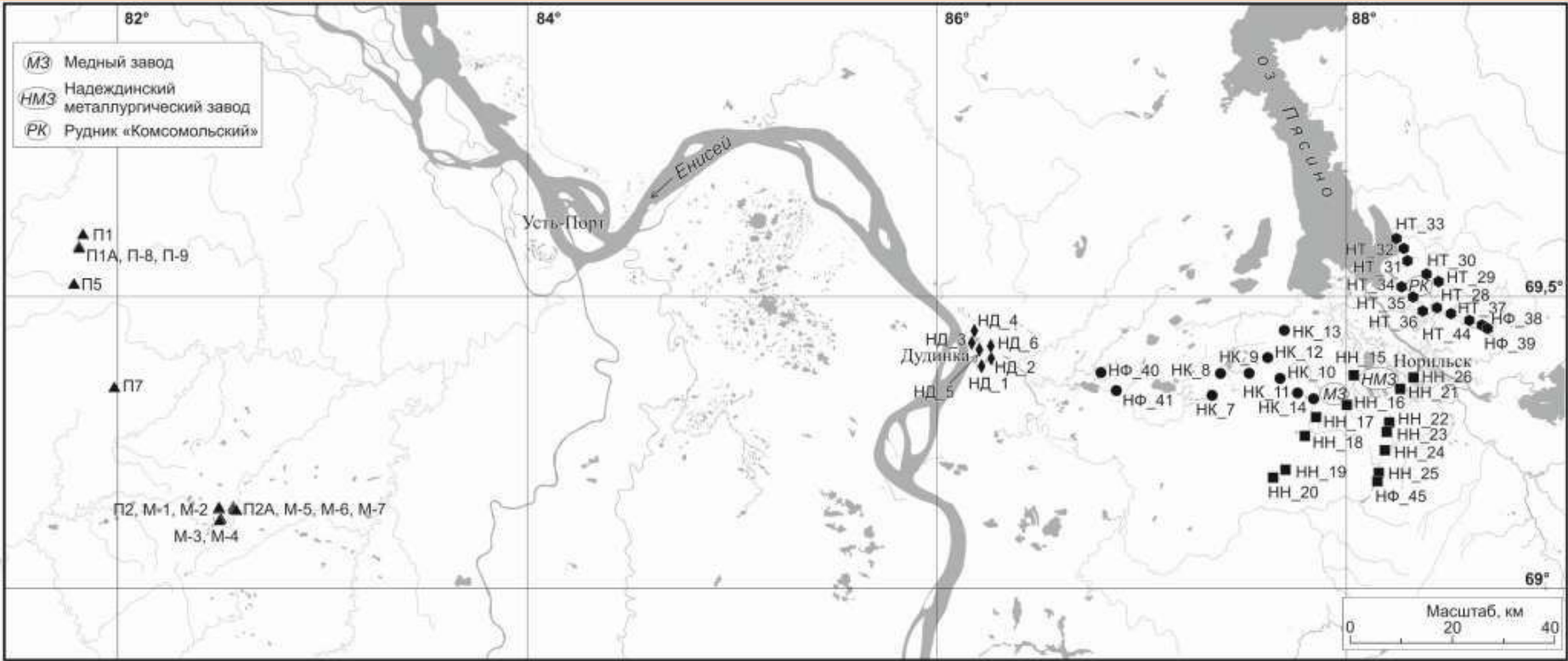
Содержание металлов: Ni, Cu, Co, Cr, Cd, Pb, Mn, Zn, Hg, As, Sb, V

- Проанализированы данные с 58 полигонов (56 – в 2022 г., 20 – в 2023 г.).

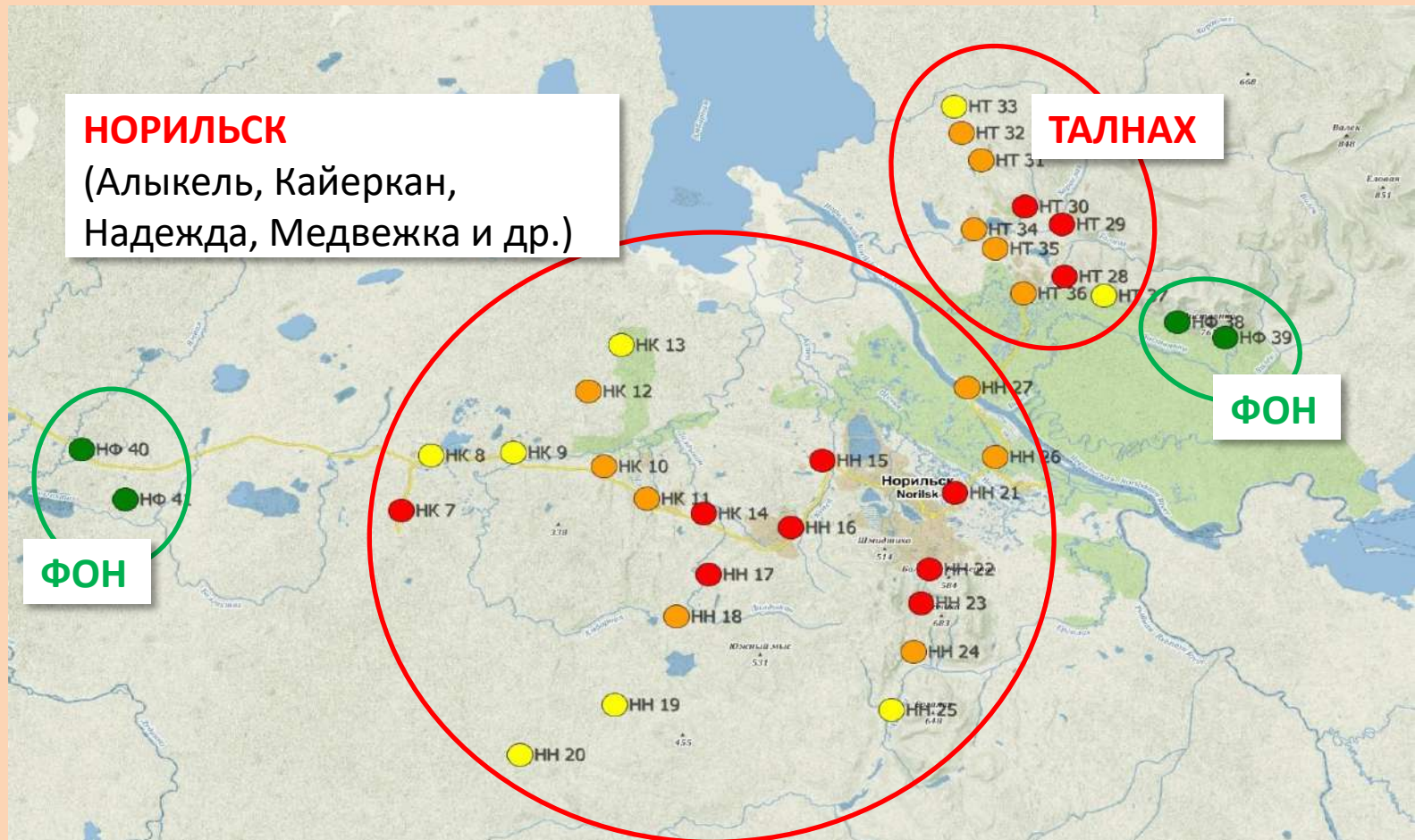
Данные за два года имеются для 18 полигонов.

- Оработано более 10 000 ловушко-суток.
- Всего на обследованной территории собрано 4839 экземпляров жуужелиц:
из них 1402 экз. в 2022 г. и 3437 экз. в 2023 г.
- Пауков – величины аналогичного порядка.
- Отмечено 75 видов жуужелиц и 119 видов пауков.

Полигоны, на которых проводилось исследование в 2022 – 2023 гг.
(Норильский промышленный район и левобережье Енисея)



Географическое положение полигонов Норильского промышленного района



Цвет значков отражает предполагаемую степень воздействия:
красный – значительное; оранжевый – среднее; желтый – незначительное;
зеленый – эталонный участок (фон).

Никелевый завод (ныне закрыт) и разрез



Ландшафты окрестностей Норильска



Предгорья плато Путорана (Талнах)



Рудник «Скалистый» (Талнах)



Берег р.Амбарная (Норильск, Кайеркан)



Фоновая точка НФ 38 (Талнах)

Установка почвенных ловушек на полигоне НК-8





- Полигон с сильным техногенным воздействием НН 17

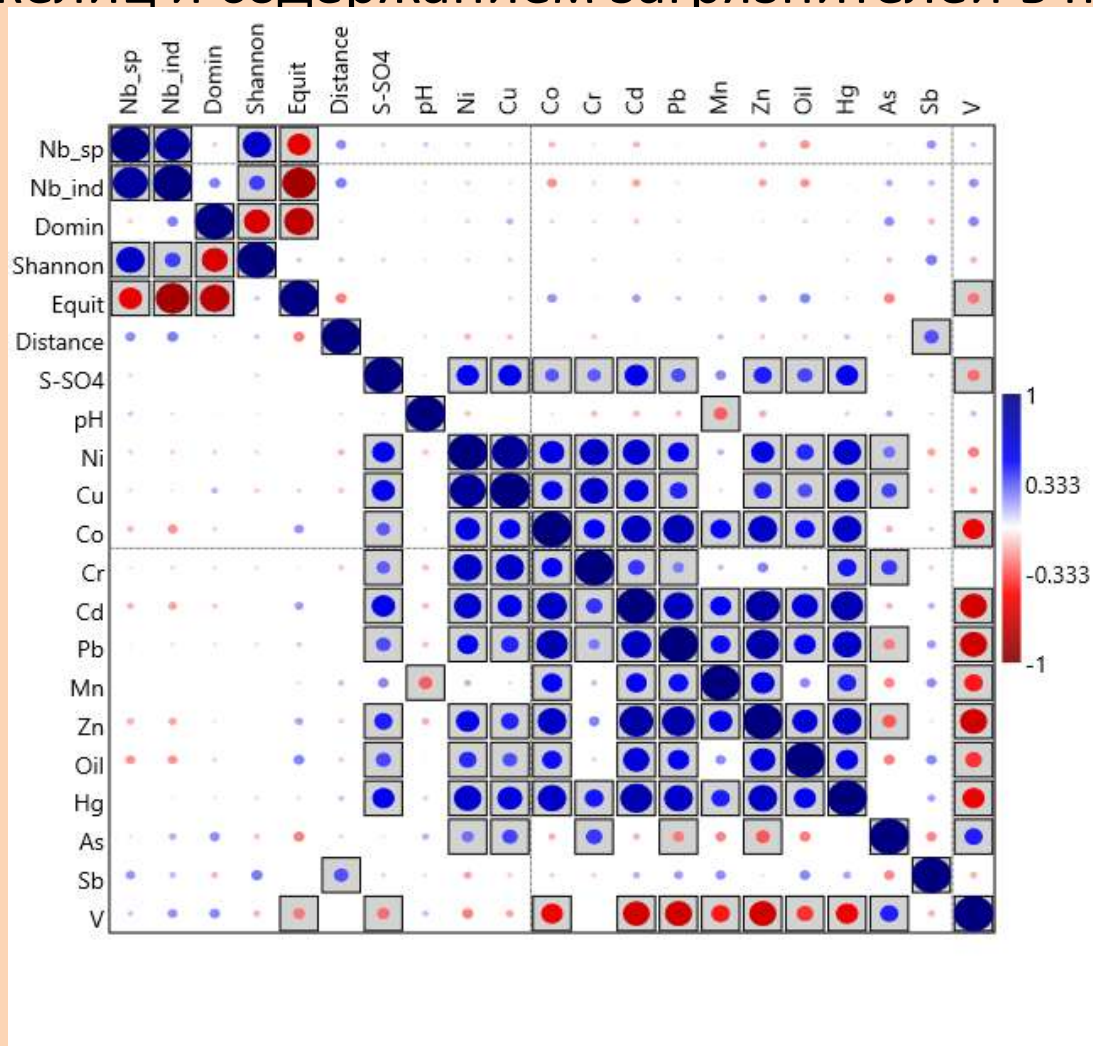


- Полигон с сильным техногенным воздействием НН 22



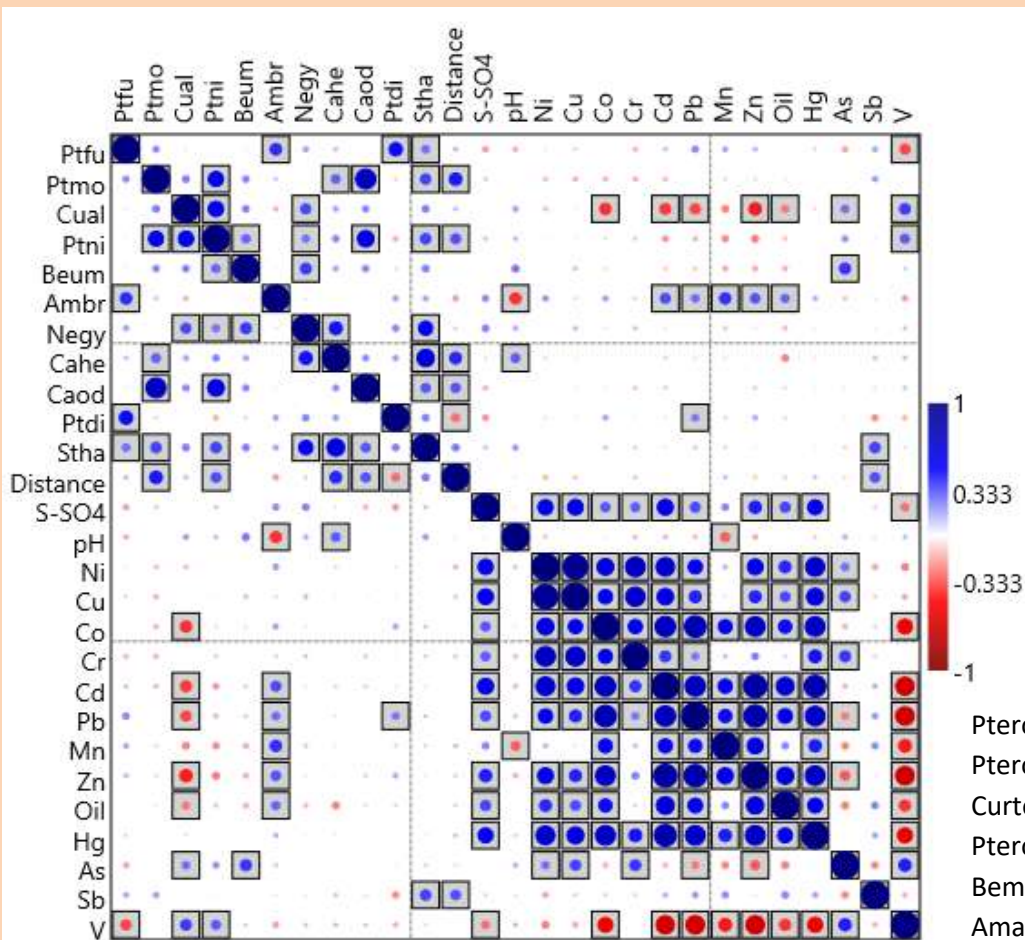
- Полигон с сильным техногенным воздействием НТ 28

Ранговая корреляция Спирмена между параметрами сообществ жуужелиц и содержанием загрязнителей в почве



Nb_sp – число видов Nb_ind – общая плотность, Domin – обратный индекс Симпсона, Shannon – индекс Шеннона, Equit – выровненность.
Distance – расстояние до источника загрязнения.

Ранговая корреляция Спирмена между плотностью многочисленных видов жужилиц и химическим загрязнением почвы

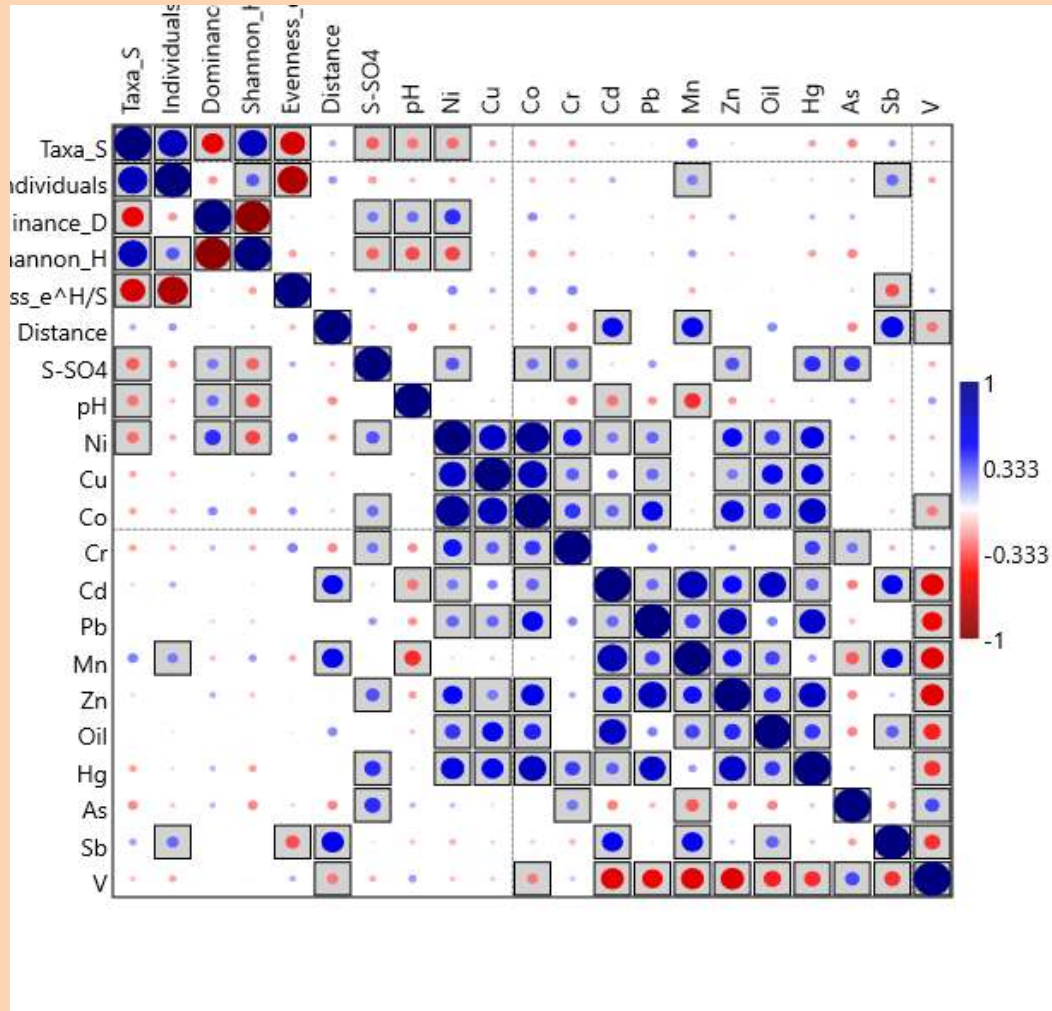


- Pterostichus (Cryobius) fulvescens (Motschulsky, 1844)
Pterostichus (Petrophilus) montanus (Motschulsky, 1844)
Curtonotus alpinus (Paykull, 1790) / C. ?bokori (Csiki, 1929)
Pterostichus (Cryobius) nigripalpis (Poppius, 1906)
Bembidion (Asioperyphus) umiatense Lindroth, 1963
Amara (Celia) brunnea (Gyllenhal, 1810)
Nebria (Boreonebria) gyllenhalii (Schönherr, 1806)
Carabus (Morphocarabus) henningi Fischer von Waldheim, 1817
Carabus (Morphocarabus) odoratus septentrionalis Breuning, 1932
Pterostichus (Petrophilus) dilutipes (Motschulsky, 1844)
Stereocerus haematopus (Dejean, 1831)

Ptfu
Ptmo
Cual
Ptni
Beum
Ambr
Negy
Cahe

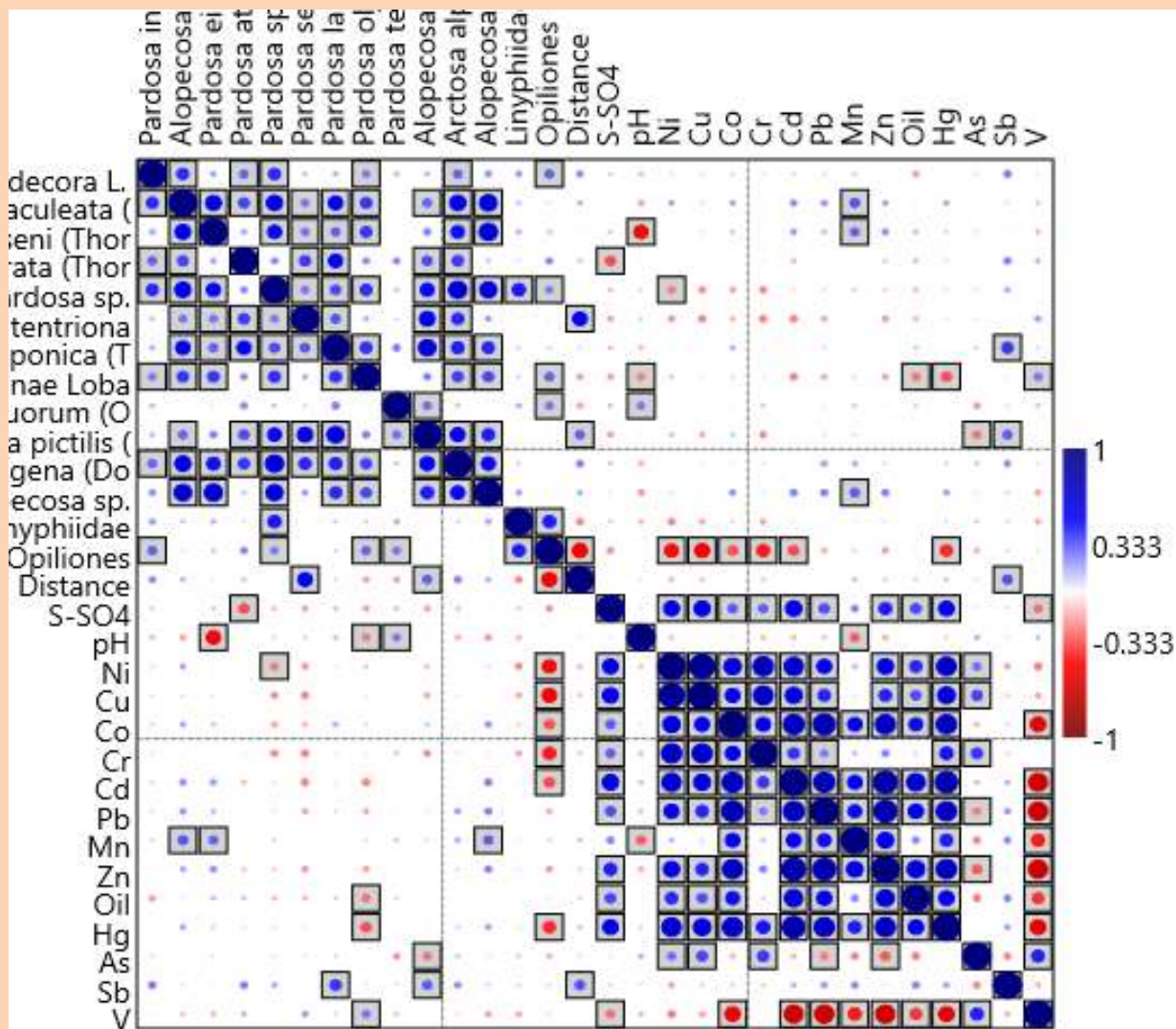
Caod
Ptdi
Stha

Ранговая корреляция Спирмена между параметрами сообществ пауков и содержанием загрязнителей в почве



Taxa – число видов Individuals – общая плотность, Domin – обратный индекс Симпсона, Shannon – индекс Шеннона, Equit – выровненность.
Distance – расстояние до источника загрязнения.

Ранговая корреляция Спирмена между плотностью многочисленных видов пауков и химическим загрязнением почвы



Индикаторные виды жуков-жужелиц на полигонах Норильского промышленного района и его окрестностей

Общее видовое богатство жужелиц составило 76 видов (в 2022 г. – 66, в 2023 г. – 59 видов). Это составляет около половины фауны жужелиц, известной для Северной Сибири.

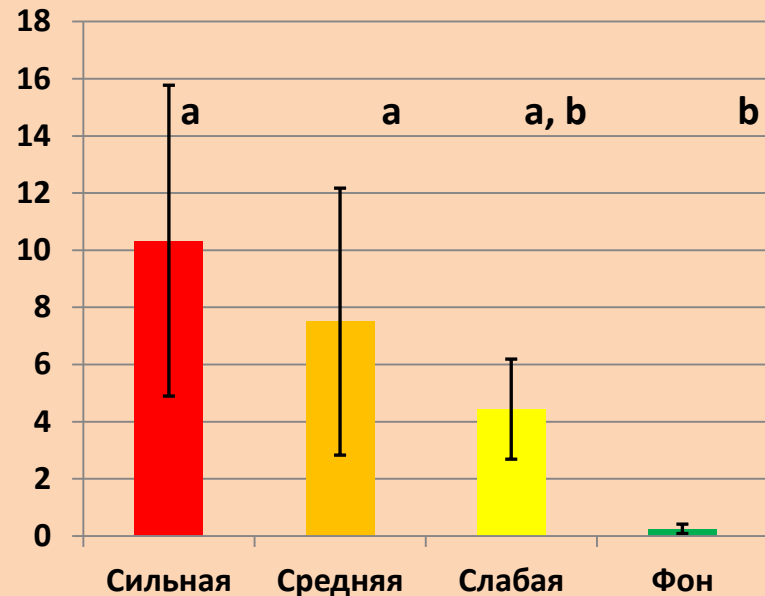
Доминирующими видами жужелиц в 2023 г. оказались Птеростихус монтанус (суммарная динамическая плотность по всем полигонам 261 экз. на 100 лов.-сут., максимум на полигоне НН_25 – 163 экз. на 100 лов.-сут.), Птеростихус фульвесценс (218 экз. на 100 лов.-сут., максимум на полигоне НК_11 – 40 экз. на 100 лов.-сут.) и Птеростихус нигрипальпис (149 экз. на 100 лов.-сут., максимум на полигоне НН_16 – 52 экз. на 100 лов.-сут.) Индикаторные виды жужелиц приведены в таблице.



Carabus henningi

Вид	Суммарная динамическая плотность	Корреляция со степенью воздействия	Уровень значимости
Куртонотус альпинус (2022)	93	0,56	0,02
Карабус хеннинги (2022)	39	-0,40	0,10
Птеростихус фульвесценс (2022)	24	-0,39	0,11
Куртонотус альпинус (2023)	99	0,49	0,03
Карабус трукатиколлис (2023)	57	-0,35	0,13
Птеростихус дилютипес (2023)	49	-0,39	0,09

Жужелица *Curtonotus alpinus*



Средняя численность жужелицы *Curtonotus alpinus* на полигонах с разной степенью антропогенного воздействия.

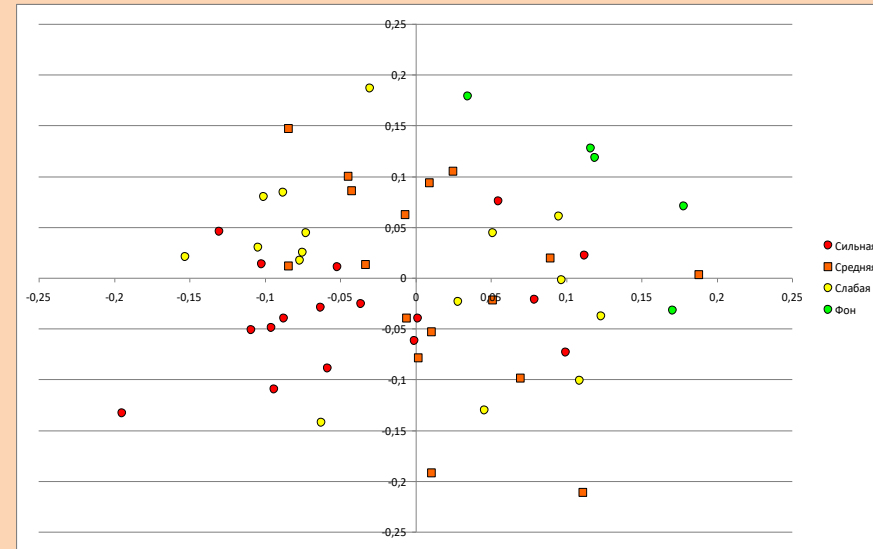
Таким образом, в Норильском дивизионе степень антропогенного воздействия, выраженная в удаленности от источника промышленного химического загрязнения, не влияет на показатели разнообразия и обилия сообществ жуков-жужелиц, населяющих эти полигоны. Вероятно, концентрация загрязняющих веществ на полигонах в местах учета жужелиц не достигает значений, способных существенно повлиять на свойства экологических сообществ этих напочвенных жуков. Однако, выявлен ряд видов жужелиц, постоянно присутствующих в сообществах беспозвоночных животных изученной территории в существенном количестве и при этом имеющих корреляционную связь со степенью антропогенного воздействия. Изменение динамической плотности этих, а также близких видов жужелиц позволяет вести индикацию и мониторинг состояния окружающей среды.

Жуки-жужелицы (Норильский дивизион)

В результате ординации полигонов по индексам сходства и общности населения жужелиц большинство полигонов с разной степенью антропогенного воздействия образовали континуум.

Это свидетельствует о слабой связи между структурой населения жужелиц и предполагаемой степенью воздействия.

Ординация полигонов по населению жужелиц (индекс Раупа-Крика, многомерное шкалирование)

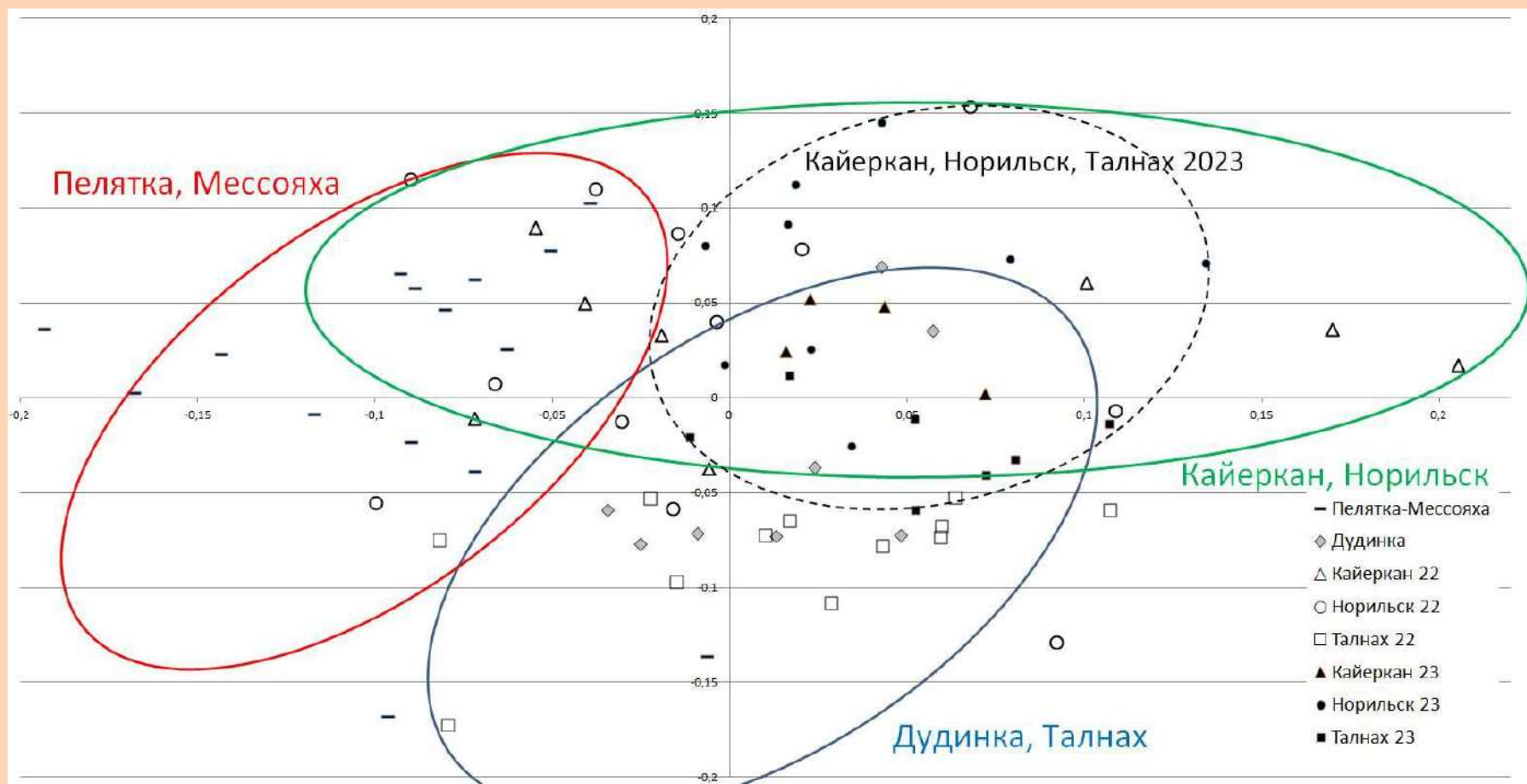


Индикационная способность

Для 4 видов жужелиц установлена отрицательная связь между их численностью и степенью воздействия промышленных объектов:

- Птеростихус (Криобиус) фульвесценс,
- Карабус хеннинги,
- Амара бруннеа,
- Птеростихус (Криобиус) бревикорнис.

Многомерное шкалирование сообществ жужелиц Норильского промышленного района и левобережья Енисея



Пауки (Норильский дивизион)

Индикационная способность

Выявлена **связь динамической плотности некоторых видов пауков со степенью воздействия.**

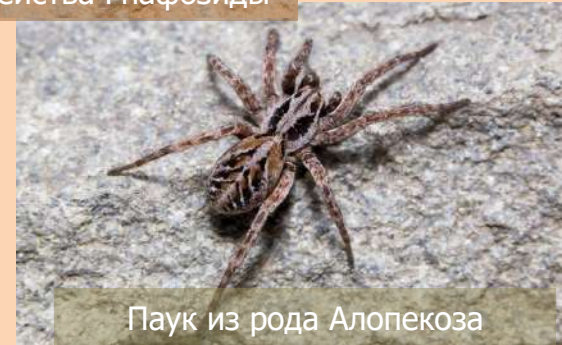
Пардоза индекора (*Pardosa indecora*) и

Алопекоса акулеата (*Alopecosa aculeata*) - сильная отрицательная корреляция

Эригоне ремота (*Erigone remota*) – менее выраженная положительная корреляция.

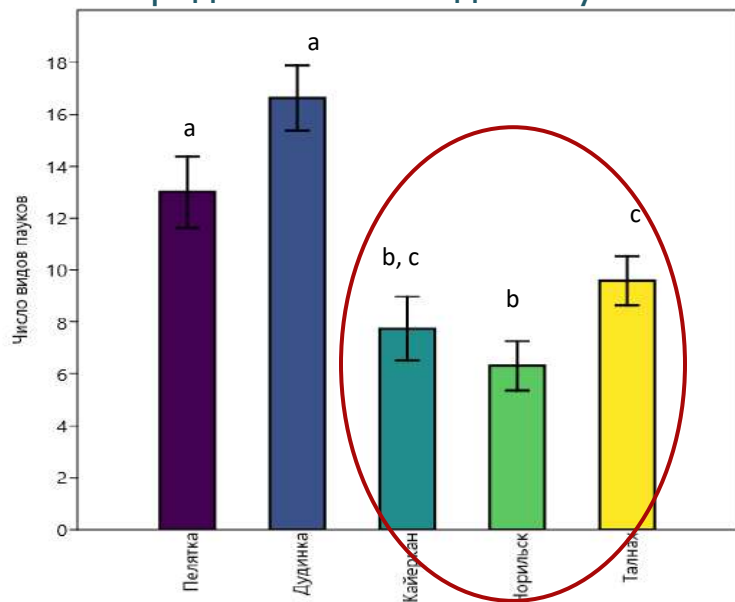


Паук из семейства Гнафозиды

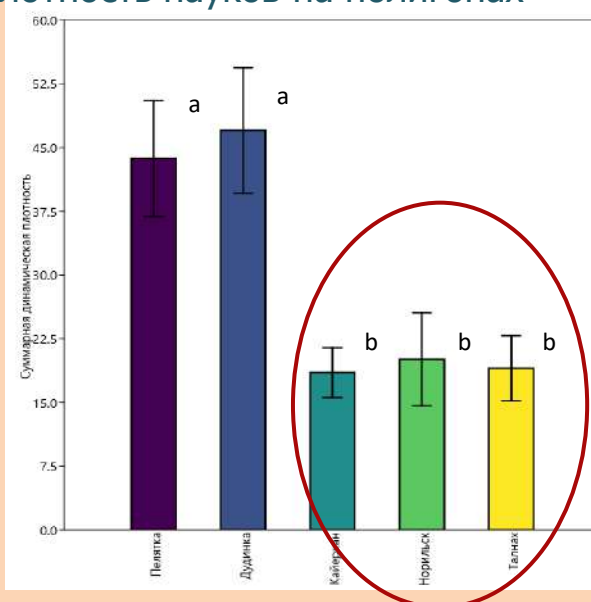


Паук из рода Алопекоса

Среднее число видов пауков



Средняя суммарная динамическая плотность пауков на полигонах



Разные буквы показывают значимые различия на уровне $p < 0,05$

Жуки-жужелицы. Установлено, что показатели разнообразия и обилия сообществ жуков-жужелиц не зависели от удаленности полигона от объектов. Вероятно, концентрация загрязняющих веществ на полигонах в местах учета жужелиц не достигает значений, способных существенно повлиять на свойства экологических сообществ этих напочвенных жуков. Выявлен ряд видов жужелиц, постоянно присутствующих в сообществах беспозвоночных животных изученной территории в существенном количестве и при этом имеющих корреляционную связь со степенью антропогенного воздействия. Это *Pterostichus (Cryobius) fulvescens*, *Carabus henningi*, *Amara brunnea*, *Pterostichus (Cryobius) brevicornis*, которые отрицательно реагируют на антропогенное воздействие, и *Curtonotus alpinus*, демонстрирующий положительную связь. Изменение динамической плотности этих, а также близких видов жужелиц позволяет вести индикацию и мониторинг состояния окружающей среды.

Пауки. Выявлена слабая разнонаправленная зависимость общих показателей обилия, разнообразия и выравненности видовой структуры сообществ пауков от степени воздействия. Однако ландшафтные особенности полигонов, оказывают более сильное влияние на состав и структуру экологических сообществ пауков, чем принадлежность этих полигонов к тому или иному поясу воздействия.

Наши статьи о населении жуужелиц и пауков Норильского промышленного района

Сибирский экологический журнал, 6 (2025) 876–893

УДК 595.762

DOI 10.15372/SEJ20250803

Население жуков-жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) и его биоиндикационное значение в субарктических районах Сибири (Норильский промышленный район и левобережье Енисея)

И. И. ЛЮБЕЧАНСКИЙ^{1, 2*}, Р. Ю. ДУДКО¹, Г. Н. АЗАРКИНА¹

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11

²Новосибирский государственный университет, факультет естественных наук
630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2
*E-mail: lubech@gmail.com

Статья поступила 03.04.2025

После доработки 19.05.2025

Принята к печати 28.05.2025

АННОТАЦИЯ

В субарктических районах Красноярского края в 2022–2023 гг. изучали население жуков-жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) на разных расстояниях до источников антропогенного воздействия. В окрестностях Норильска исследовали влияние металлургических предприятий, вблизи г. Дудинка изучали изменение населения жуужелиц вдоль градиента урбанизации, на юге Гыданского полуострова оценивали воздействие газоконденсатных месторождений. Наименьшее воздействие на население жуужелиц отмечено в районе месторождений. Урбаногенное воздействие в окрестностях г. Дудинка оказывало влияние на сообщества жуужелиц на расстоянии до 2–3 км. Кумулятивное воздействие объектов Норильска (промышленных предприятий, городской инфраструктуры и др.) на сообщества жуужелиц прослеживалось на расстоянии до 10–15 км. Вблизи от источников антропогенного воздействия снижались: число видов жуужелиц в сообществах, их общая динамическая плотность, а также плотность отдельных родов и видов жуужелиц, в особенности крупных представителей (род *Carabus*) и специализированных арктических видов подрода *Styobius* из рода *Pterostichus*, связанных с мохово-лишайниковым покровом. Эти параметры могут служить индикаторами нарушенности среды.

Ключевые слова: Норильский промышленный район, тундры, антропогенное воздействие, промышленное загрязнение, биоиндикация.

ISSN 1995-4255, Contemporary Problems of Ecology, 2025, Vol. 18, No. 3, pp. 305–324. © Pleiades Publishing, Ltd., 2025.
Russian Text © The Author(s), 2025, published in Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal, 2025, No. 3, pp. 326–347.

Ground-Dwelling Spiders (Arachnida: Aranei) as Anthropogenic Impact Indicators in the Norilsk Industrial Region: A Case Study

L. A. Trilikauskas^{a, *}, I. I. Lyubechanskii^{a, b}, and G. N. Azarkina^a

^a Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630091 Russia

^b Department of Natural Sciences, Novosibirsk State University, Novosibirsk, 630090 Russia

*e-mail: laimont@mail.ru

Received November 27, 2024; revised January 17, 2025; accepted January 20, 2025

Abstract—This paper discusses the suitability of spiders (Arachnida: Aranei) for use as bioindicators of anthropogenic impact in the Norilsk industrial region (NIR) and their prospects in this capacity. Ground-dwelling spiders are collected using pitfall traps on test sites established along three transects (Kayerkan, Norilsk, and Talnakh) in the vicinity of the city of Norilsk at various distances from major industrial enterprises. In total, 119 spider species have been recorded. Test sites located along the Norilsk transect feature the highest species richness (71 species). Spearman's rank correlation coefficients indicate that relationships between distance from the closest industrial facility and diversity parameters of taxocenes were statistically significant in 2022 and 2023 only on test sites established along the Kayerkan transect, the direction of which largely coincides with the prevailing wind direction in the NIR. This transect features the lowest taxonomic diversity of spiders. The following diversity parameters positively correlate with distance from the plant: total number of species, diversity indices, number of species of the Linyphiidae family, number of individuals of the Linyphiidae family, and ratio between numbers of sheet weavers (Linyphiidae) and wolf spiders (Lycosidae). In 2023, only the last parameter correlated with distance statistically significantly. On the Norilsk transect, the correlation between dynamic density of spiders and distance from the plant was statistically significant only in 2022. The ordination of sites located along the three transects performed separately for the two years of research using non-metric multidimensional scaling (NMDS) show that (1) the differentiation of sites corresponds well to their biotopic differences on all transects and (2) the studied sites are better differentiated before the onset of phenological summer accompanied by the temperature rise and complete formation of various vegetation tiers. It is established that soil-dwelling spiders can be used as indicators of adverse anthropogenic impact. However, it is crucial to conduct such studies in similar biotopic conditions to minimize differences between sampling plots, and the subsequent analysis must take into account the seasonal dynamics of climatic factors and their year-to-year fluctuations.

Благодарности:

ГМК «Норильский никель» за финансирование;

Участникам Большой Норильской экспедиции:

Р.Ю. Дудко, Г.Н. Азаркиной и др.;

Л.А. Триликаускасу за помощь с пауками.

