



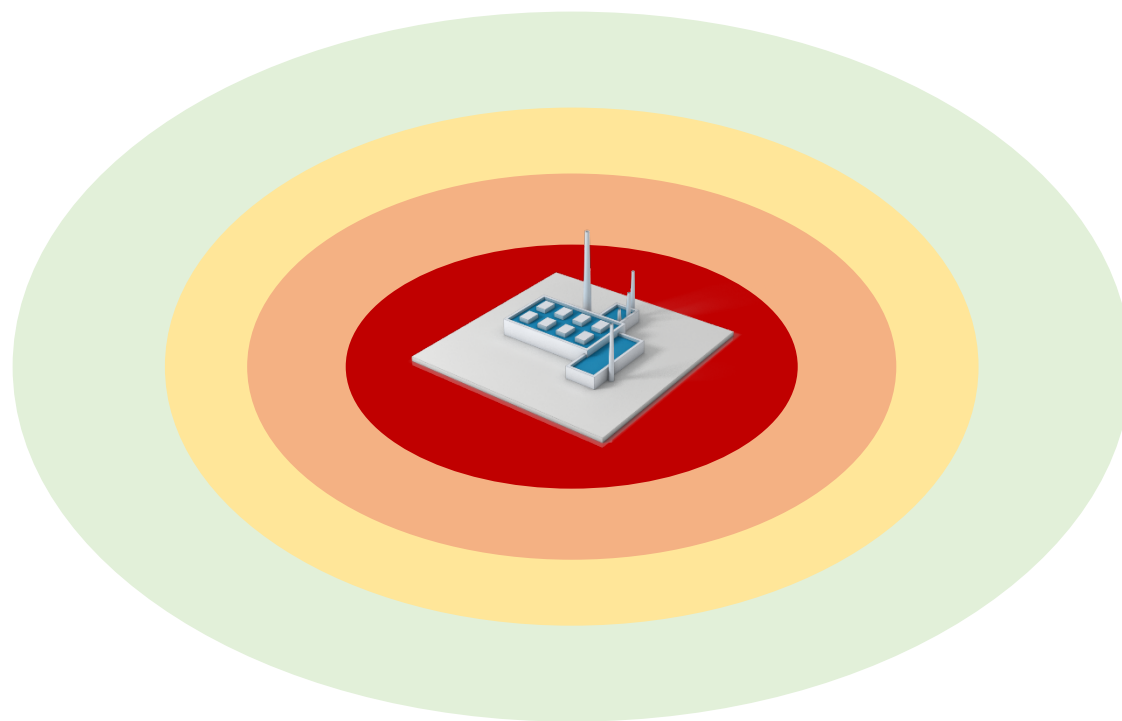
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БОЛЬШОЙ НАУЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Глупов Виктор Вячеславович,
чл.-корр. РАН, директор ИСиЭЖ СО РАН,
научный руководитель Проекта



ЦЕЛЬ РАБОТ – углубленное изучение биоразнообразия в пределах зоны негативного воздействия объектов ПАО «ГМК «Норильский никель» (далее – Компания), определение масштабов и оценка степени воздействия на его состояние как основы для разработки долгосрочной программы мониторинга биоразнообразия, а также уточнение границ поясов разной степени воздействия, выявление охраняемых видов и участков критически важной среды обитания.

- **УТОЧНЕНИЕ** определенных ранее **границ зоны воздействия объектов Компании** и **оценка состояния биоразнообразия** на территориях, прилегающих к промышленным объектам Компании, в границах зоны их воздействия, а также на эталонных (ненарушенных) участках за пределами радиуса негативного воздействия с исходными (типичными) для исследуемой территории сообществами растений и животных.
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ** основных **факторов негативного воздействия**, а также степени воздействия на состояние биоразнообразия экосистем со стороны объектов Компании.
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ видового биологического разнообразия** растений, позвоночных и беспозвоночных животных с применением различных методов анализа, включая метабаркодирование и ДНК-баркодирование. Исследование особенностей структурно-функциональной организации сообществ ключевых групп растений и животных в границах зоны воздействия Компании. **Расчет ИПСЭ** (интегрального показателя состояния экосистемы).
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ видов-индикаторов** состояния экосистем.
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ** участков **критически важной среды обитания** (ключевых биотопов), **буферных зон** ключевых биотопов, имеющих значение для обеспечения экосистемных услуг, в границах определенной на предыдущем этапе зоны воздействия Компании, а также **перечня охраняемых видов**, входящих в состав красных книг регионального, федерального уровней и список МСОП, которые обитают в зоне воздействия объектов Компании.
- **ИЗУЧЕНИЕ миграции тяжелых металлов** от отвалов пород, карьеров и хвостохранилищ в районах с обнаруженными ранее природными аномалиями.
- **РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ** для составления **программ сохранения и мониторинга** разнообразия животных, а также для формирования перечня **мероприятий по сохранению биоразнообразия** по итогам оценки.



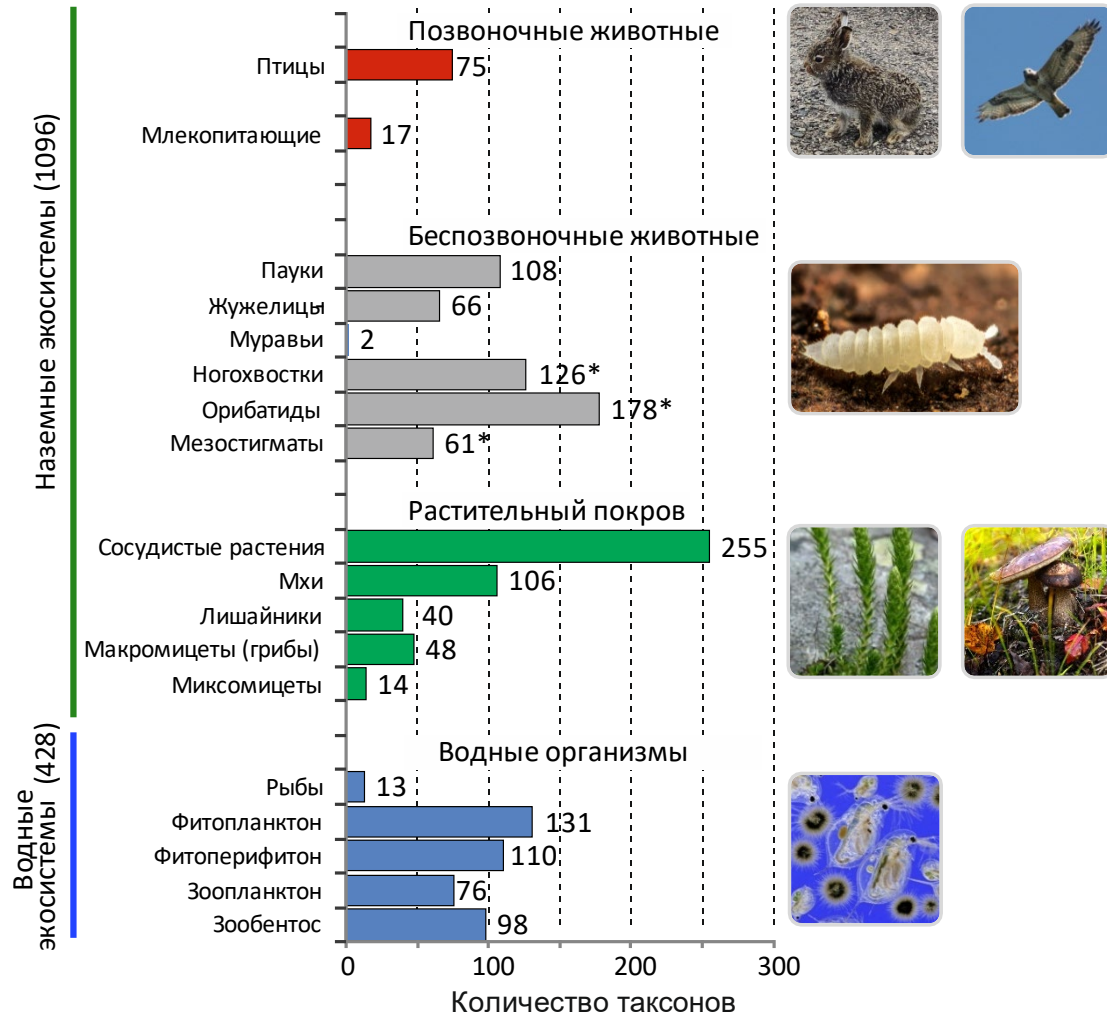
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ШИРИНУ И КОНФИГУРАЦИЮ ПОЯСА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПАНИИ (КРОМЕ УРОВНЯ ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ)

1. Рельеф;
2. Роза ветров;
3. Климатические факторы (сезонность)
4. Популяционная динамика животных и растений
5. Тип экосистем (наземные, водные)
6. Природные аномалии
7. Другие факторы (ЖКХ, другие предприятия и т.д.)

Для оценки состояния биоразнообразия на разном удалении от объектов Компании использовался ранее разработанный **интегральный показатель состояния экосистемы (ИПСЭ)**.



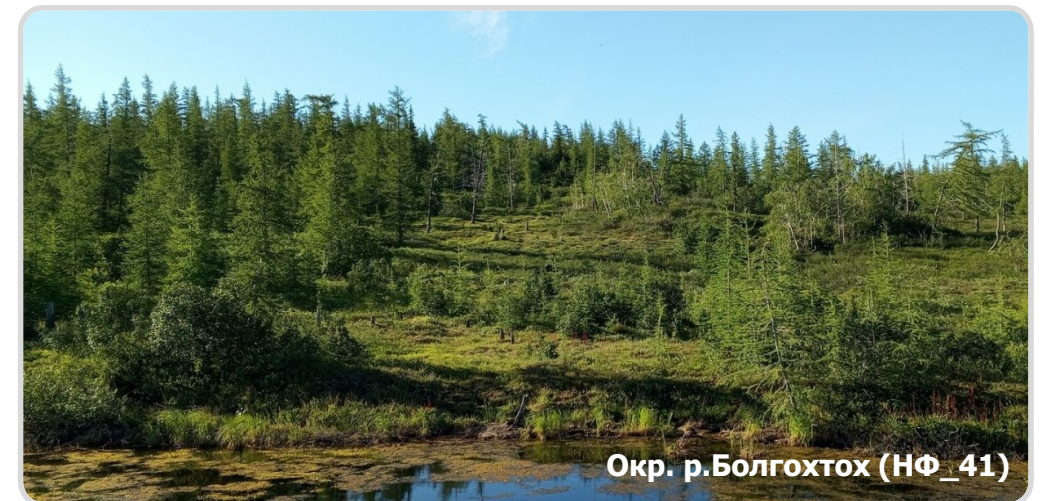
**РЕГИОН ИССЛЕДОВАНИЙ:
НОРИЛЬСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОНЫ**



1524 вида ключевых групп организмов отмечено на обследованной территории

Дополнены данные по таксономическому составу ключевых групп растений, позвоночных и беспозвоночных животных произрастающих и обитающих в районе объектов Компании.

Наибольшее видовое богатство характерно для сосудистых растений, и наземных и водных беспозвоночных животных. Видовое богатство обусловлено разнообразием биотопов территории.



Окр. р.Болгохтох (НФ_41)

* Число ОТЕ (операционная таксономическая единица видового уровня по данным метабаркодинга)

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ (ИПСЭ):

$$\text{ИПСЭ} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_i(\text{фон})} \right)}{n}$$

P_i – средние значения показателей, полученных на определенном полигоне/станции;

$P(\text{фон})$ – значения тех же показателей, полученные для фоновой территории;

n – число показателей.

ПАРАМЕТРЫ КЛЮЧЕВЫХ ГРУПП ДЛЯ РАСЧЕТА ИПСЭ:

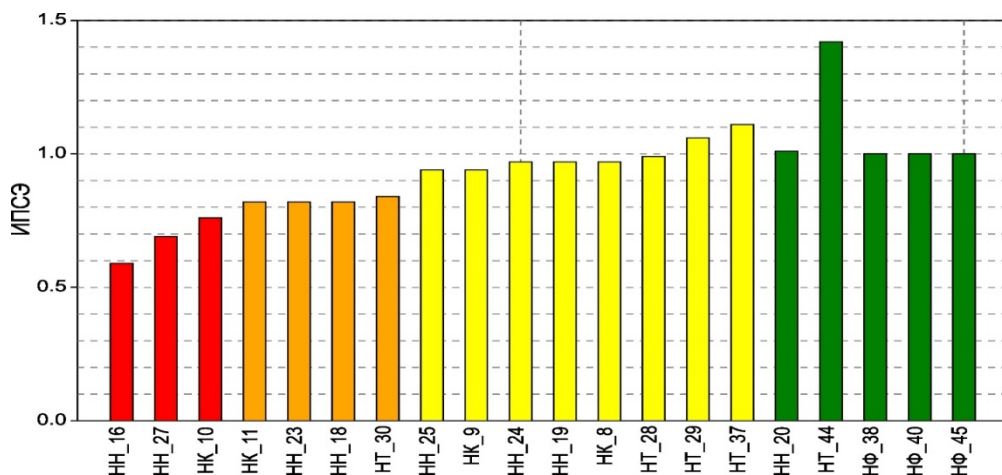
- проективное покрытие, встречаемость (растения)
- видовое богатство (**S**)
- индекс разнообразия Шеннона (**H**)
- индекс Симпсона (1-D) или индекс доминирования (**D**)

ДИАПАЗОНЫ ИПСЭ (по результатам анализа данных 2022-2023 гг.) ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТНЕСЕНИЯ ПОЛИГОНОВ К ОПРЕДЕЛЕННОМУ ПОЯСУ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Показатель	Воздействие			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ по биоразнообразию	< 0,80	0,80 – 0,89	0,90 – 0,99	≥ 1,0

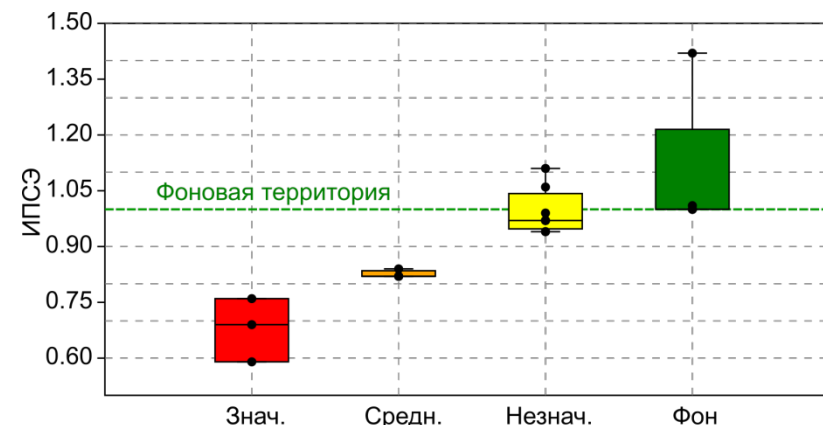
ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ



МЕДИАННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ИПСЭ

(ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЧЕРТА ВНУТРИ «ЯЩИКА»),
75% КВАРТИЛИ И РАЗМАХ



- **Степень воздействия** для каждого полигона/станции определяли **на основании итогового значения ИПСЭ 2022-2023** (для новых полигонов/станций – по данным 2023 г.), при этом **учитывали дополнительные параметры ключевых групп (структура сообществ, обилие индикаторных видов и т.п.)**.
- На основании результатов, полученных **для наземных и водных экосистем**, была **проведена корректировка границ поясов и зоны негативного воздействия**.



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ (км от СЗЗ) И ПЛОЩАДЬ ЗОНЫ И ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ В НПР

Параметры	Пояс воздействия			Зона воздействия
	Значительное	Среднее	Незначительное	
Кайеркан-Надежда-Центр	1	1-5	5-11	11
Талнах	0	0 – 1	1 – 4	4
Площадь, км ²	394	475	847	1716

УСРЕДНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ_(пв) И УСЛОВНЫЕ «ПОТЕРИ» / «ПРИРОСТ» БИОРАЗНООБРАЗИЯ (УПБ) ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННЫХ ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Параметры	Пояс воздействия			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ _(пв)	0,68	0,83	0,99	1
УПБ	-32%	-17%	-1%	0

- В поясе значительного воздействия отчетливо проявляется снижение биоразнообразия (НН_16, НН_27, НК_10).
- Разница между поясами среднего и незначительного воздействия, а также поясом незначительного воздействия и фоном выражена слабо из-за непрерывного и непорогового действия комплекса различных факторов.



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ (км от СЗЗ) И ПЛОЩАДЬ ЗОНЫ И ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ В НРП

Параметры	Воздействие			Зона воздействия
	Значительное	Среднее	Незначительное	
Кайеркан-Надежда-Центр	0–7	7–15	15–25	25
Талнах	0	0–2	2–10	10
Алыкель	0–0,5	0,5–3	3–4	4
Площадь, км ²	608,8	591,4	1613	2813,2

УСРЕДНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ_(ПВ) И УСЛОВНЫЕ «ПОТЕРИ» / «ПРИРОСТ» БИОРАЗНООБРАЗИЯ (УПБ) ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННЫХ ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Параметры	Воздействие			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ _(ПВ)	0,47	0,86	0,98	1
УПБ	–53%	–14%	–2%	0

- **Наименьшее значение ИПСЭ_(ПВ) и наиболее высокие условные «потери» биоразнообразия (УПБ) получены для пояса значительного воздействия.**
- **В зоне значительного воздействия отмечено значительное увеличение (в 2-5 раз) биомассы фито- и зоопланктона по сравнению с поясами среднего и незначительного воздействия и фоном, что объясняется эффектом антропогенного эвтрофирования. Происходит резкое увеличение биомассы и первичной продукции планктона, появляются в массе сине-зеленые водоросли, происходят структурные изменения в сообществах.**



Орлан-белохвост
(*Haliaeetus albicilla*)



Кречет
(*Falco rusticolus*)



Плаунок плаунковидный
(*Selaginella selaginoides*)

На обследованной территории выявлено **8 редких охраняемых таксонов**: **1 вид растений** и **6 видов птиц** (один вид представлен двумя подвидами).

Вид	КС МСОП	КК РФ	КК КК	Энде-мичный	Ограни-ченный ареал
РАСТЕНИЯ					
Плаунок плаунковидный <i>Selaginella selaginoides</i>	нет	нет	2У	нет	нет
ПТИЦЫ					
Лебедь-кликун <i>Cygnus cygnus</i>	LC	нет	5	нет	нет
Орлан-белохвост <i>Haliaeetus albicilla</i>	LC	5 НО	5	нет	нет
Кречет <i>Falco rusticolus</i>	LC	2 И	2	нет	нет
Сибирский пепельный улит <i>Heteroscelus brevipes</i>	LC	нет	4	нет	нет
Малая чайка <i>Larus minutus</i>	LC	нет	4	нет	нет
Гуменник <i>Anser fabalis</i> (<i>A.f.fabalis</i> , <i>A.f.middendoffii</i>)	LC	2 И	2У	нет	нет

Статус: LC – Least Concern (наименьшие опасения). **5** – восстанавливаемый и восстанавливающийся вид; **4** – неопределённые по статусу; **3** – редкие; **2** – сокращающийся в численности вид или подвид; **НО** – вызывающий наименьшие опасения; **И** – исчезающий; **У** – уязвимый.



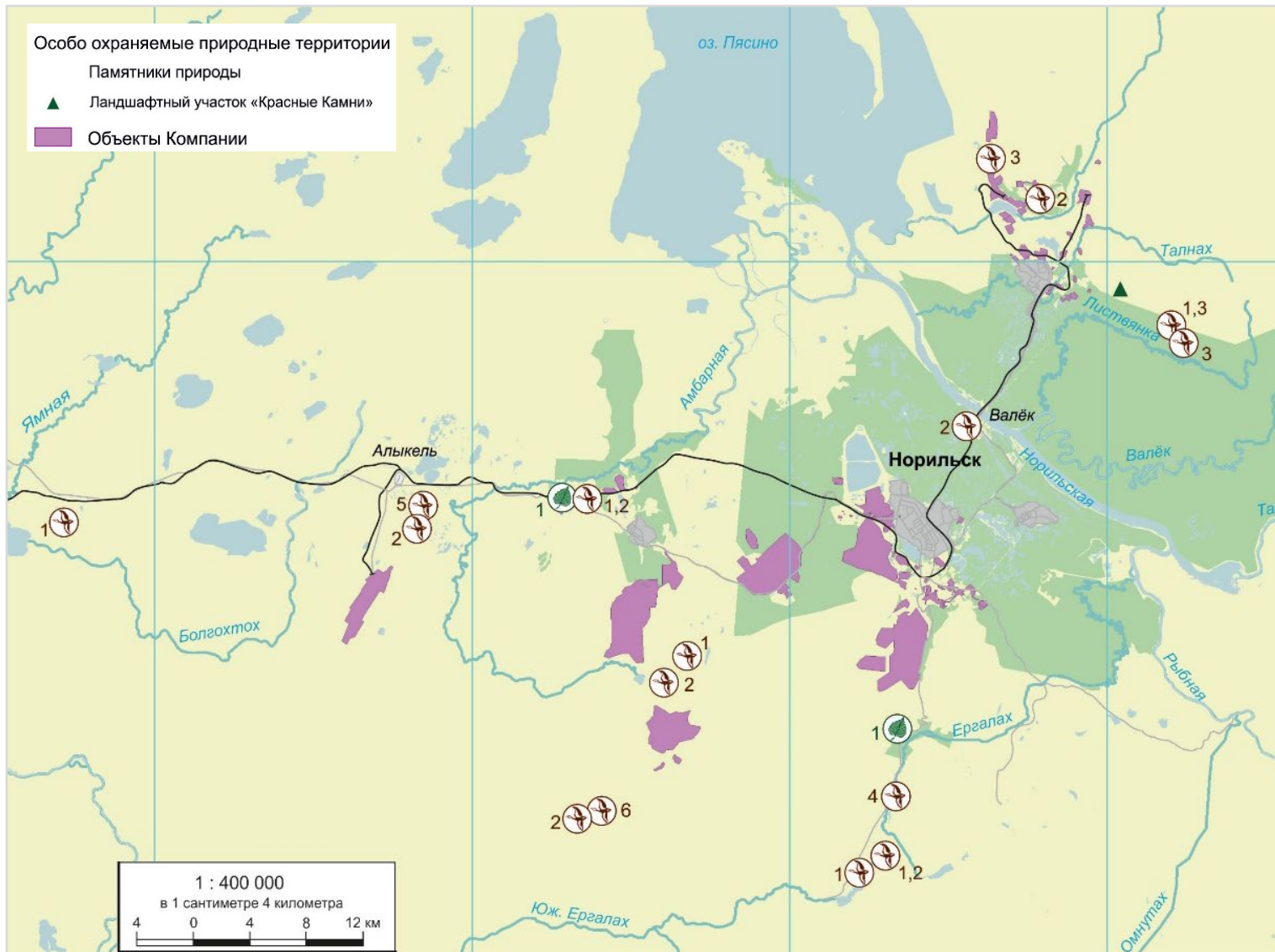
Гуменник
(*Anser fabalis*)





Сибирский пепельный улит
(*Heteroscelus brevipes*)



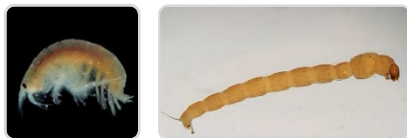
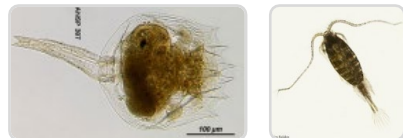
Лебедь-кликун
(*Cygnus cygnus*)



-  **Растения**
 - 1 Плаунок плаунковидный (*Selaginella selaginoides*)
-  **Животные**
 - 1 Гуменник (*Anser fabalis*)
 - 2 Лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*)
 - 3 Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*)
 - 4 Кречет (*Falco rusticolus*)
 - 5 Малая чайка (*Larus minutus*)
 - 6 Сибирский пепельный улит (*Heteroscelus brevipes*)



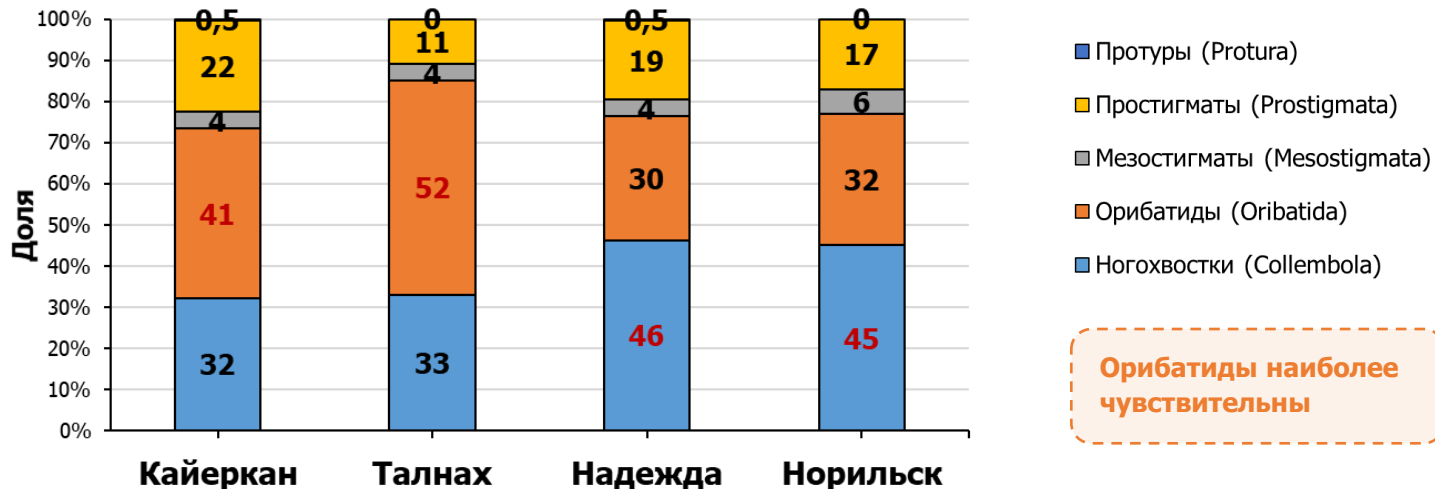
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КЛЮЧЕВЫХ ГРУПП ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ



Индикаторная группа	Индикаторные группы/виды и параметры
Наземные экосистемы	
Почвенные микроартроподы / панцирные клещи (орибатиды)	Суммарное обилие почвенных микроартропод и орибатид. Структура доминирования орибатид.
	Обилие индикаторных видов из разных групп
Пауки	Пардоза септентрионалис (<i>Pardosa septentrionalis</i>)
Водные экосистемы	
Фитопланктон	Зеленые водоросли <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Цианобактерии <i>Anabaena sheremetievi</i> Диатомовые водоросли сем. <i>Stephanodiscaceae</i>
Зоопланктон	Коловратки <i>Brachionus sericus</i> Коловратки <i>Keratella quadrata</i> Рачки <i>Limnocalanus macrurus</i> Рачки <i>Cyclops lacustris</i>
Зообентос	Хирономиды <i>Camptochironomus tentans</i> Хирономиды <i>Psectrocladius fabricus</i> Рачки <i>Monoporeia affinis</i>

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ

везде сходная: преобладают орибатиды и ногохвостки



Орибатиды наиболее чувствительны

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ORIBATIDA

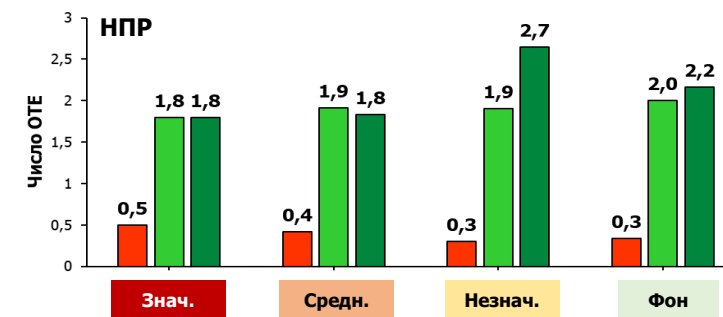
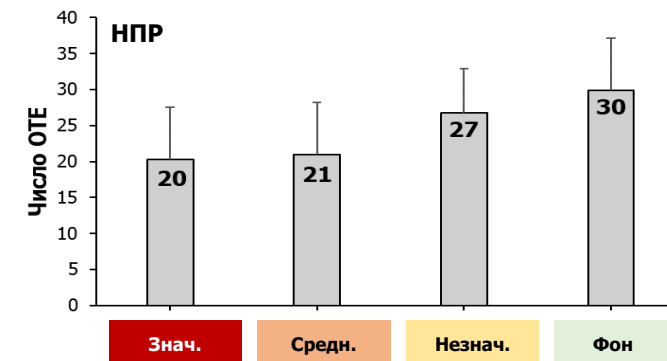
Число ОТЕ (операционная таксономическая единица) видового уровня по данным метабаркодинга:
2022 г. - **217**, 2023 г. - **178**.

СТРУКТУРА ДОМИНИРОВАНИЯ ОРИБАТИД

По направлению к фону:

- увеличивается число ОТЕ, число доминантов и субдоминантов.
- уменьшается число эудоминантов.
- наблюдается смена доминантов.

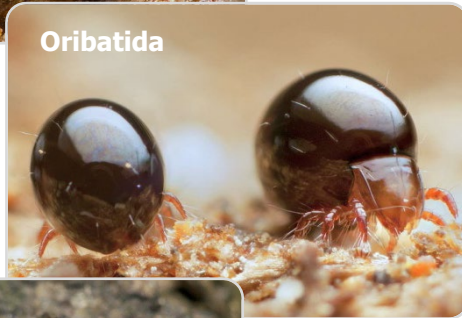
СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ НА ПОЛИГОН



■ эудоминанты (> 40%) ■ доминанты (12,5-39,9%) ■ субдоминанты (4,0-12,4%)



Collembola



Oribatida



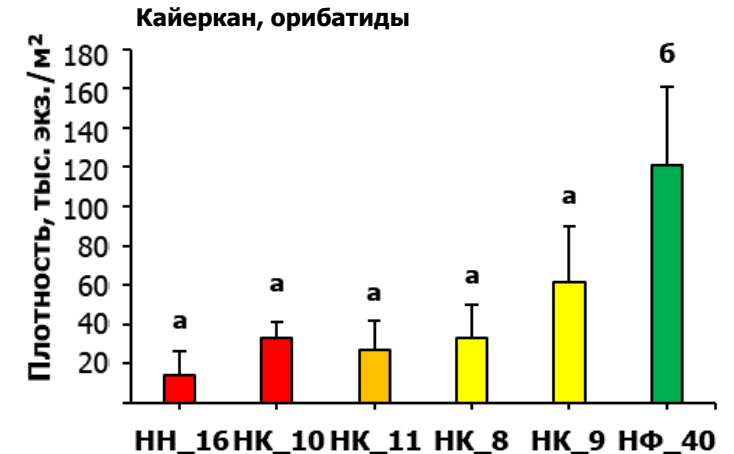
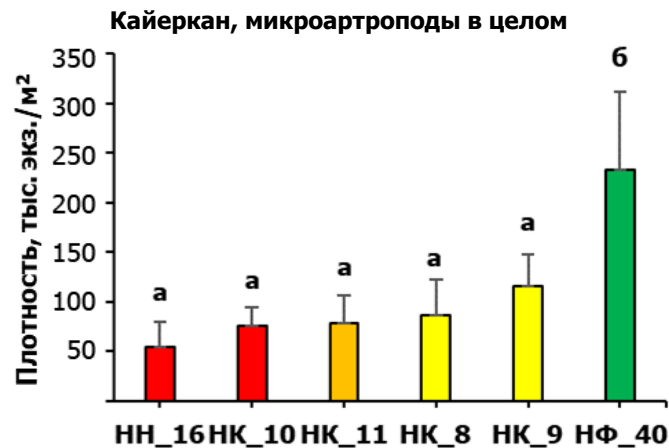
Prostigmata



Mesostigmata

ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Плотность населения увеличивается от пояса значительного воздействия к фону: на фоновых полигонах плотность существенно выше.



Критерий Тьюки: разными буквами обозначены значимые различия, $p < 0,05$.

Цвет отражает степень воздействия: **красный** – значительное, **оранжевый** – среднее, **желтый** – незначительное, **зеленый** – «фон».

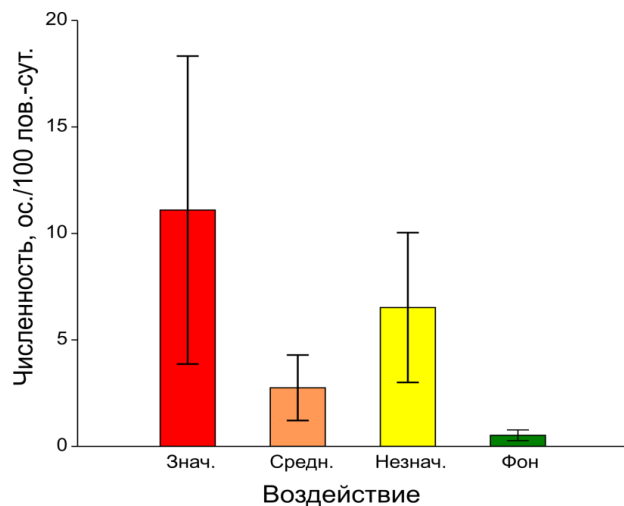
- Деятельность группы объектов Компании, расположенных в НПР, негативно влияет на плотность населения микроартропод.
- **Орибатиды являются ключевым биоиндикатором** для эффективной оценки состояния нарушенных экосистем.
- **Основные параметры группы орибатид** для оценки степени негативного воздействия – **обилие и структура сообщества**. Наиболее чувствительна структура доминирования.

ЖУКИ-ЖУЖЕЛИЦЫ



Куртонотус альпинус

Средняя численность Куртонотус Альпинус в разных поясах воздействия



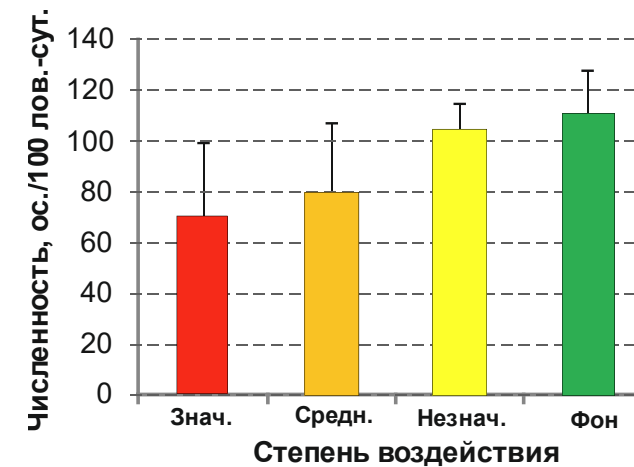
- **Потенциально индикаторный вид жуков-жужелиц – Куртонотус альпинус (*Curtonotus alpinus*):** его динамическая плотность снижается при удалении от предприятий Компании (отрицательная корреляция).
- Оценка изменения динамической плотности этого вида, а также экологически близких видов жужелиц, **может быть использована при мониторинге состояния окружающей среды.**

ПАУКИ



Бродячий паук-волк

Средняя численность пауков в разных поясах воздействия



- Существенное снижение разнообразия пауков выявлено лишь на наиболее нарушенных участках в поясе значительного воздействия.
- **Выявлена отрицательная связь суммарной численности сообщества пауков со степенью воздействия.** Этот показатель может быть использован при мониторинге состояния окружающей среды в Норильском дивизионе.

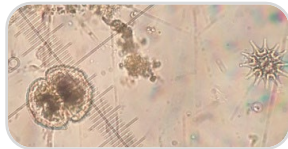
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ГРУППЫ/ВИДЫ

ФИТОПЛАНКТОН

1. **Зеленые водоросли** *Dictyosphaerium pulchellum* (пояс значит. воздействия);
2. **Цианобактерии** *Anabaena shermantjevi* (пояс незначит. воздействия);
3. **Диатомовые водоросли** *Stephanodiscaceae* (фон).



Anabaena sp.



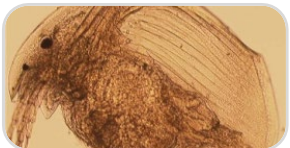
Микроводоросли
Cosmarium и *Pediastrum*



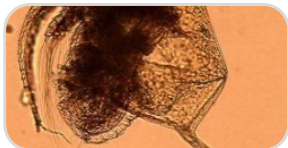
Диатомовая водоросль
Ceratium hirundinella

ЗООПЛАНКТОН

1. **Коловратки** *Brachionus sericus* (пояс значит. воздействия);
2. **Коловратки** *Keratella quadrata* (пояс значит. воздействия);
3. **Рачки** *Limnocalanus macrurus* (фон);
4. **Рачки** *Cyclops lacustris* (фон).



Рачок *Acroperus harpae*



Рачок *Bosmina* sp.



Рачок *Thermocyclops* sp.



Рачок-амфипода
Monoporeia affinis



Хирономида
Chironomus sp.

ЗООБЕНТОС

1. **Хирономиды** *Camptochironomus tentans* (пояс значит. воздействия);
2. **Хирономиды** *Psectrocladius fabricus* (пояс значит. и средн. воздействия);
3. **Рачки** *Monoporeia affinis* (фон).



Сиг *Coregonus lavaretus*

РЫБЫ

1. **Валёк обыкновенный** *Prosopium cylindraceum* (фон)
2. **Сиг** *Coregonus lavaretus* (фон)

По всем группам и видам водных организмов, предложенным на настоящий момент в качестве потенциальных биоиндикаторов, требуются дальнейшие исследования для подтверждения и более точной оценки их индикаторных возможностей.

НОВЫЙ ВИД ЖУКОВ-ДОЛГОНОСИКОВ *SYNARION* SP. NOV., СОБРАННЫЙ В ХОДЕ БОЛЬШОЙ НАУЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Самец



Самка

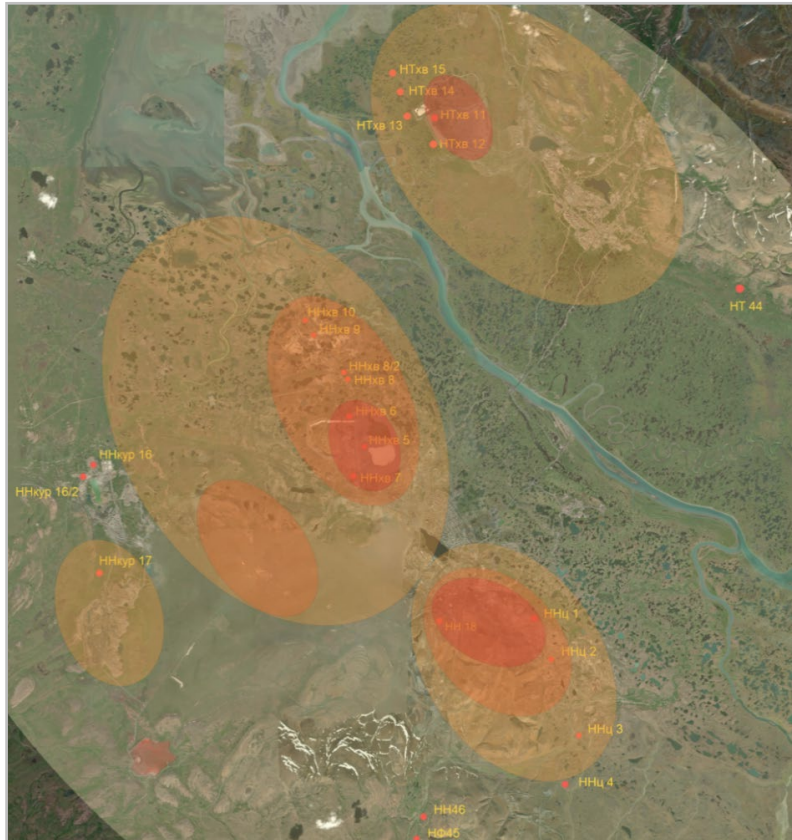


РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА SYNARION



- 
S. sp.nov.
- 
S. alexandri
- 
S. kerzhneri
- 
S. kozlovi
- 
S. pistillum
- 
S. lyubechanskii
- 
S. kaulbacki
- 
S. perraudieri
- 
S. falzonii
- 
S. sobolevae
- 
S. altiatlantis
+ *S. brutum*
- 
S. ebeninum

Схема распространения почв с разной степенью накопленного техногенного нарушения в зонах воздействия объектов Компании в НПР



Зона	Зона слабого воздействия – ЗСлв	Зона среднего воздействия – ЗСрв	Зона сильного воздействия – ЗСив	Зона очень сильного воздействия – ЗОСив (геохимическая аномалия)
Критерий	1-2 ПДК, 1,5-2,0РФ в слоях 0-5 и 5-20 см	2-5 ПДК в слоях 0-5 и 5-20 см	2-5 ПДК в слое 5-20 см, >5 ПДК в слое 0-5 см	>5 ПДК в 0-20 см слое и глубже
Обозначение				

Плотность сложения, содержание органического вещества и подвижность ТМ (экстрагируемых ААБ с рН 4,8) в разных слоях почв

Слой почвы	Плотность	ОВ	Ni	Cu	Co	Cr	Cd	Pb	Mn	Zn
	кг/дм ³	%								
0-5 см	0,3	31,7	13,3	6,1	5,6	4,3	49,0	11,2	7,4	7,3
5-20 см	0,8	5,2	3,7	1,5	1,0	1,2	50,0	3,9	1,1	1,3

- **ПОЧВЫ:** криоземы, подбуры, литоземы, криометаморфические, аллювиальные и болотные почвы, стратоземы, эмбиоземы, техногенные токсиндустраты.
- **СВОЙСТВА И СОСТАВ ПОЧВ:** пестрые, зависят от генезиса и антропогенного преобразования почв – степени и вида накопленного негативного техногенного воздействия;
- **СВОЙСТВА, СОСТАВ И ПОДВИЖНОСТЬ** химических элементов в органических и минеральных горизонтах и почвах существенно различаются.
- **ПЛОДОРОДИЕ:** почвы низко плодородны, из-за дефицита Р, К и сильноокислой реакции среды, пригодны для мало требовательных к среде и минеральному питанию растений.
- **УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ:** почвы обладают средней буферностью к загрязнению ТМ.
- **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ:** почвы в разной степени механически разрушены или перекрыты наносами, очень сильно загрязнены Ni, Cu, Co.

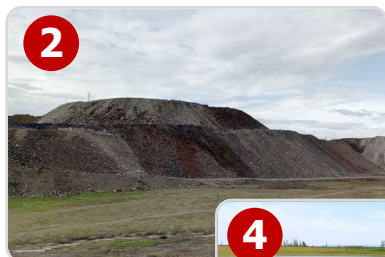
В зонах воздействия объектов Компании в НПР выявлены **почвы, соответствующие землям с накопленным техногенным воздействием, которые нуждаются в улучшения качества/реабилитации для снижения их негативного воздействия на другие компоненты окружающей среды.**

Литозем грубогумусовый на внешнем отвале вскрышных и вмещающих пород рудника «Медвежий ручей»



Стратозем на погребенной криометаморфической почве в 180 м к северо-западу от хвостохранилища НМЗ





- Загрязнение среды **выбросами химических веществ в атмосферу (1), выбросами и разливами нефтепродуктов (2), загрязнением остатками отвального материала территории (3)**. К негативным факторам для отдельных групп биоты можно отнести **пылевое и шумовое воздействие на территорию (4)**.
- Наибольшее влияние на биоразнообразие гидробионтов озер и рек следует считать **поступление с площади водосбора из точечных и рассеянных источников различных токсических веществ, органики, закисляющих веществ**, наличие промышленных или иных стоков с высокими уровнями органического вещества или повышенной температурой.
- **Механическое нарушение микроландшафта и почвенно-растительного покрова** в результате движения транспорта, строительства, проведения геологоразведочных работ и добычи полезных ископаемых, приводящие к изъятию территории из природной, а также фрагментации среды, формированию квазиприродных и искусственных местообитаний.
- Пирогенное воздействие (пожары), может полностью уничтожить или трансформировать природный биоценоз.

НА ФОТО: 1 – выбросы в атмосферу (Норильск); 2, 3 – отвалы карьера «Медвежий ручей»; 4 – последствия разлива нефтепродуктов (р.Амбарная); 5 – мертвый лес - следствие давних пожаров; 6 – пылевое и шумовое воздействие (рудник Октябрьский).

- **Для оценки состояния биоразнообразия** на разном удалении от объектов Компании, как для наземных, так и для водных экосистем, **рекомендуется применять** ранее разработанный **интегральный показатель состояния экосистемы (ИПСЭ) с учетом дополнительных параметров ключевых групп (индикаторные группы/виды).**
 - **Наиболее информативные показатели биоразнообразия для расчета ИПСЭ:** видовое богатство (S), индекс разнообразия Шеннона (H); индекс доминирования (D) или индекс Симпсона (1-D) в зависимости от специфики структуры сообщества исследованных групп в естественных и нарушенных ландшафтах.
 - **Ключевые группы для расчета ИПСЭ:** растения, млекопитающие, птицы, орибатиды, коллемболы, мезостигматы, пауки, жуки-жужелицы, муравьи. Состав групп может корректироваться в зависимости от репрезентативности собранного материала. В случае низкой численности какой-либо из групп в период сбора материала (включая фоновые участки), она должна быть исключена из расчета ИПСЭ.
- Среди потенциальных индикаторов **наиболее чувствительной является группа орибатид (обилие и структура доминирования).** Для остальных групп беспозвоночных животных требуется уточнение перечня индикаторных видов.
 - **Показатель биомассы планктона,** используемый для расчета ущерба водным объектам при различных техногенных авариях, **не отражает** реальную степень антропогенного воздействия. **Повышение продукции** в отдельных водоемах **объясняется эффектом эвтрофирования и сопровождается потерей ее качества. При оценке степени воздействия на биоразнообразии необходимо учитывать не только количественные:** видовое богатство, численность, индекс Шеннона, **но и качественные показатели, а именно – видовой состав и структуру сообщества.**

- Необходимо провести дополнительное исследование/анализ индикационной способности отдельных видов групп наземных и водных беспозвоночных и растительных организмов. Следует оценить возможность использования показателей обилия индикаторных видов ключевых групп герпетобионов (пауков и жуужелиц) при оценке степени воздействия с применением ИПСЭ.
 - Рекомендуется для озер в зоне значительного воздействия, для которых отмечено повышение уровня рН по сравнению с 2022 г., провести анализ возможности ускоренного восстановления нарушенных экосистем озер, то есть увеличения их биоразнообразия на основе наилучших доступных гео- и экотехнологий. Мероприятия по восстановлению озер должны проводиться по отдельному проекту, так как они не связаны напрямую с мониторингом биоразнообразия и представляют собой достаточно сложную научно-практическую задачу.
 - В случае продолжения данного проекта необходимо **увеличить число обследуемых водоемов и водотоков в разных поясах воздействия** для более точной оценки степени воздействия промышленных объектов Компании на видовое разнообразие и численность рыб на этой территории.
- По совокупности данных по всем ключевым группам наземных и водных экосистем **требуется корректировка набора, релокация и уточнение статуса отдельных полигонов.** При дальнейшем мониторинге с использованием ИПСЭ **необходимо рассмотреть вопрос о периодической коррекции фоновых участков** для конкретных полигонов/станций пробоотбора/трансект.
 - **В целях защиты от воздействия хвостохранилищ** на прилегающий к ним почвенный и растительный покров рекомендуется **поддерживать их поверхность во влажном состоянии и создавать пылезащитные ограждения**, снижающие воздушный перенос частиц Р10 материала хвостохранилищ.



- Для совершенствования системы экологического нормирования техногенной нагрузки на наземные экосистемы, определения воздействия предприятий Компании на свойства и состав почв, разнообразие и экологическое состояние растительных и животных организмов предлагается:
 1. разработать методику оценки загрязнения почвенного покрова по увеличению в нем запасов и объемных концентраций поллютантов в поверхностном и корнеобитаемом слоях почв;
 2. провести комплексные почвенные, геоботанические и эколого-биогеохимические исследования по выявлению параметров качества почв, критических для жизни растений, безопасности элементного химического состава их продукции.
- Рекомендуется **продолжение комплексных**, сопряженных по времени и пространству, **исследований всех компонентов наземных экосистем** в зонах воздействия предприятий Компании, на пробных площадках, подверженных сильному или возрастающему техногенному воздействию, а также на пробных площадках, где отмечено самоочищение почв от поллютантов и возрастание биоразнообразия растительного покрова.
- **Мероприятия** по предотвращению негативных воздействий, прежде всего, **должны быть направлены на снижение рисков разрушения дамб и создание обводных каналов вокруг хвостохранилищ и отвалов.**

- **Мероприятия** по ликвидации негативных последствий и реабилитации территорий с накопленным экологическим ущербом, **следует направить на стабилизацию и уменьшение площади загрязненных участков**, находящихся под воздействием водных и воздушных потоков. Для этого перспективным представляется использование местных ресурсов рекультивации, таких как:

1. **известняки Мукулаевского и Каларгонского месторождений**, для целей нейтрализации закисления (рН) почв и снижения подвижности ТМ;
2. **угля Кайерканского угольного разреза** – для повышения сорбционной, по отношению к загрязнителям, и депонирующей способности субстратов по отношению к биогенным элементам;
3. **торфа месторождений Норильского плато** – для вышеописанных целей, а также создания плодородных почвогрунтов и субстратов для озеленения территории;
4. **отходов угледобычи Кайерканского угольного разреза** – так же для нейтрализации рН и снижения подвижности ТМ; для целей экранирования и механического закрепления поверхности на участках, подверженных размыву.

- Для улучшения экологического состояния техногеннонарушенных земель Норильского дивизиона **рекомендуется проведение мероприятий по их технической и биологической рекультивации**. В перечень общих для всех обследованных участков мероприятий должны войти работы по снижению плотности сложения почв до нормального уровня 0,8-1,2 кг/дм³, внесение научно обоснованных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений (кроме территорий по берегам естественных водотоков) под посев многолетних трав и кустарников, рекомендуемых для территории НПР.



РЕГИОН ИССЛЕДОВАНИЙ: КОЛЬСКИЙ ДИВИЗИОН

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ

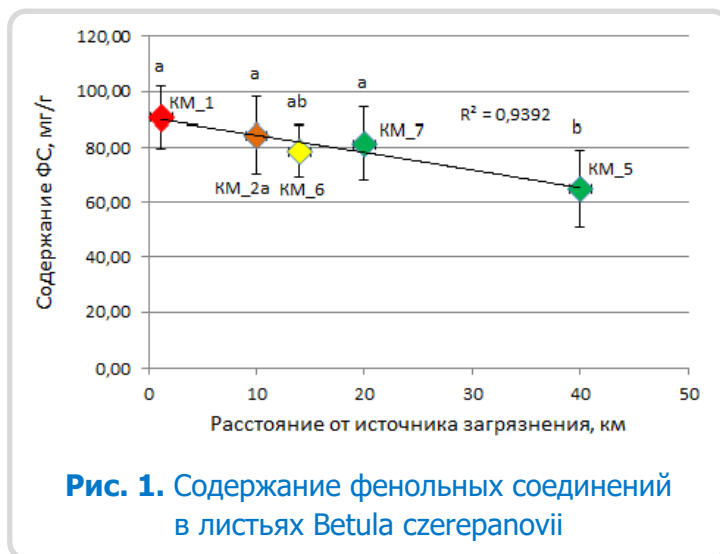


Рис. 1. Содержание фенольных соединений в листьях *Betula czerepanovii*

Общее содержание фенольных соединений (ФС) в листьях *Betula czerepanovii* варьирует от 64,91 до 90,52 мг-экв. ГК/г абс. сух. массы. По мере удаления от источника загрязнения их содержание снижается в 1,4 раза. Статистически значимые отличия в содержании ФС отмечены в листьях берез между участками со значительным и средним уровнем загрязнения, а также фоновым участком.

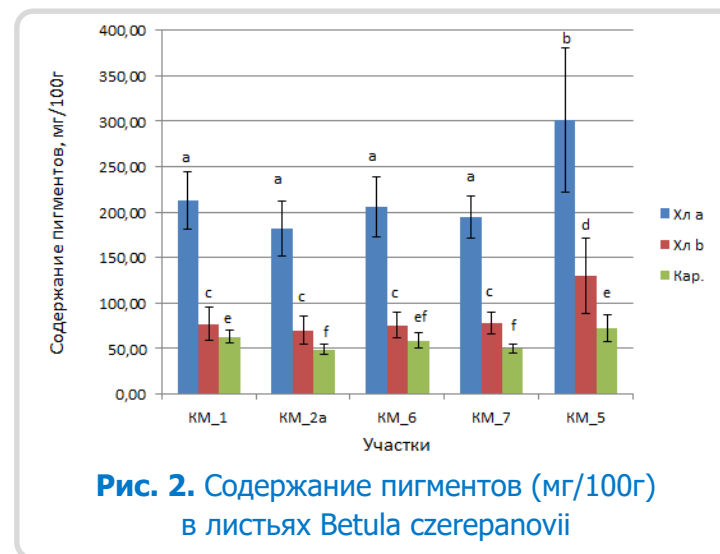


Рис. 2. Содержание пигментов (мг/100г) в листьях *Betula czerepanovii*

По мере удаления от предприятия содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллы а и б, каротиноиды) в листьях растений увеличивается. Однако у обоих таксонов отмечено снижение таковых на расстоянии 23-30 км, что может свидетельствовать о влиянии каких-либо неучтенных факторов на этих участках.

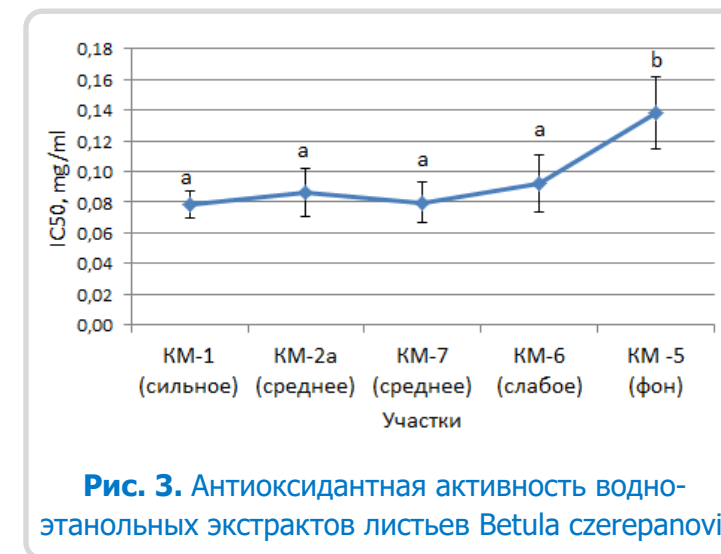



Рис. 3. Антиоксидантная активность водно-этанольных экстрактов листьев *Betula czerepanovii*

Суммарное содержание антиоксидантов в водно-этанольных экстрактах из листьев растений падает с увеличением расстояния от источника загрязнения. Самой высокой антирадикальной активностью (IC50 = 0,08 мг/мл) обладали водно-этанольные экстракты из листьев березы из пояса значительного воздействия – КМ_1.

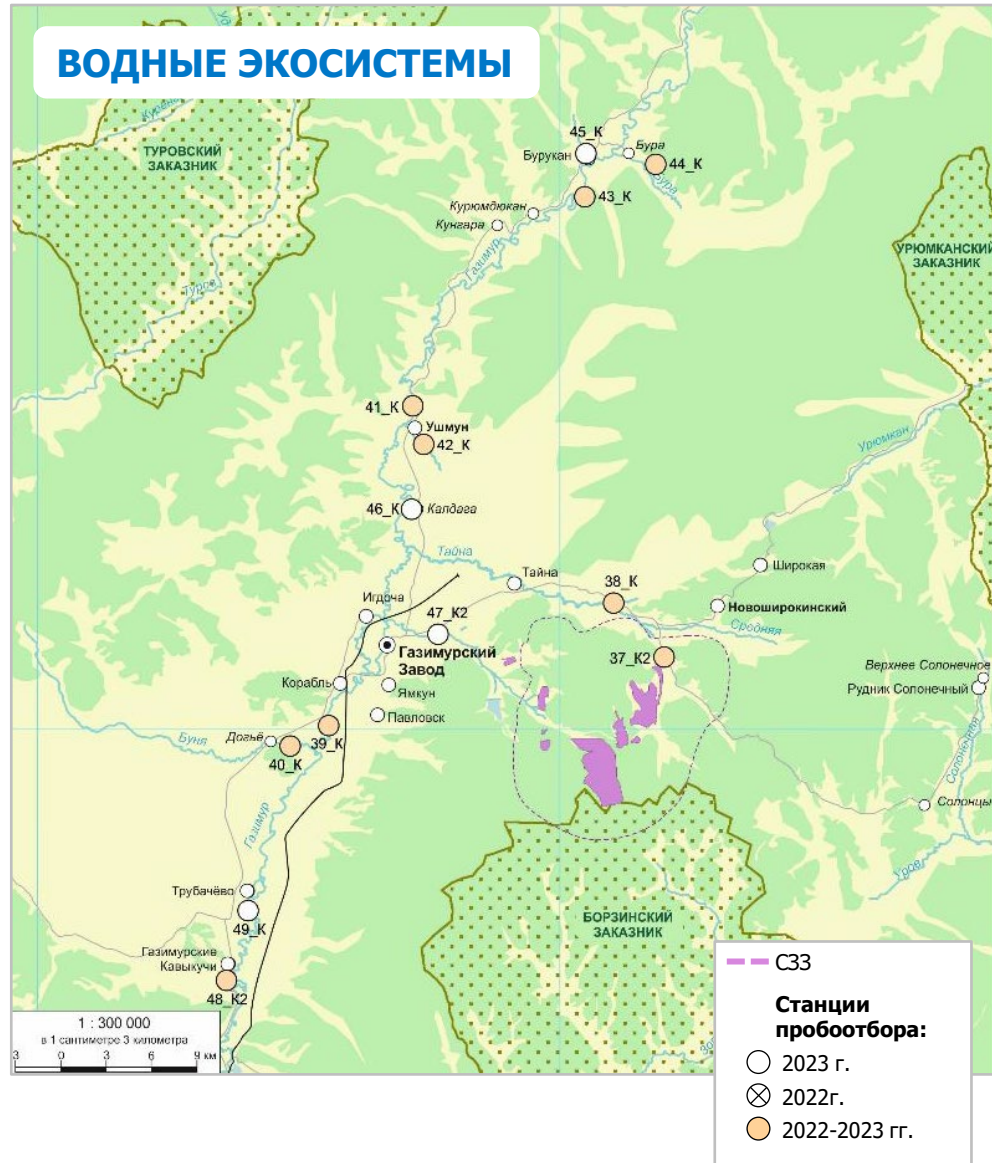
- **Комплекс биохимических показателей**, таких как **фенольные соединения, пигменты и антиоксидантная активность** (использованный на примере Березы Черепанова), **может служить в качестве биоиндикатора интенсивности техногенного загрязнения.**



РЕГИОН ИССЛЕДОВАНИЙ: ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ДИВИЗИОН

Объекты Компании:

- ООО «ГРК «Быстринское»
- ООО «Востокгеология»



Исследования в 2023 году проведены **на 13 станциях**, расположенных **на 9 водотоках**.



Для оценки состояния биоразнообразия на разном удалении от объектов Компании использовался ранее разработанный

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ (ИПСЭ):

$$\text{ИПСЭ} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_i(\text{фон})} \right)}{n}$$

P_i – средние значения показателей, полученных на определенном полигоне/станции;

$P(\text{фон})$ – значения тех же показателей, полученные для фоновой территории;

n – число показателей.

ПАРАМЕТРЫ КЛЮЧЕВЫХ ГРУПП ДЛЯ РАСЧЕТА ИПСЭ:

- проективное покрытие, встречаемость (растения)
- видовое богатство (**S**)
- индекс разнообразия Шеннона (**H**)
- индекс Симпсона (1-D) или индекс доминирования (**D**)

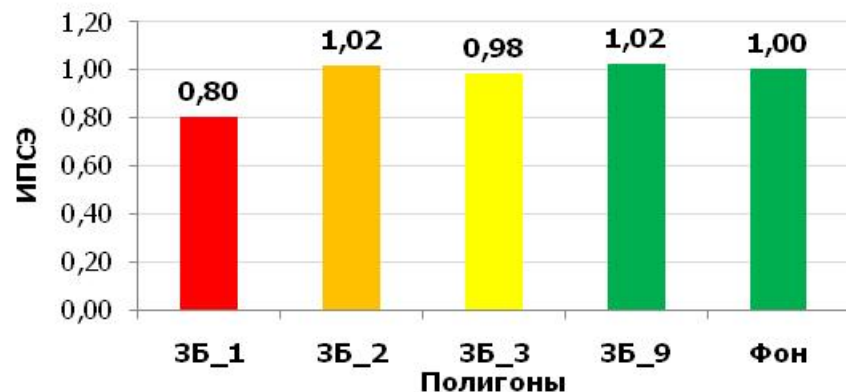
[в зависимости от специфики структуры сообщества исследованных групп в естественных и нарушенных ландшафтах]

ДИАПАЗОНЫ ИПСЭ (по результатам анализа данных 2022-2023 гг.) ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТНЕСЕНИЯ ПОЛИГОНОВ К ОПРЕДЕЛЕННОМУ ПОЯСУ ВОЗДЕЙСТВИЯ

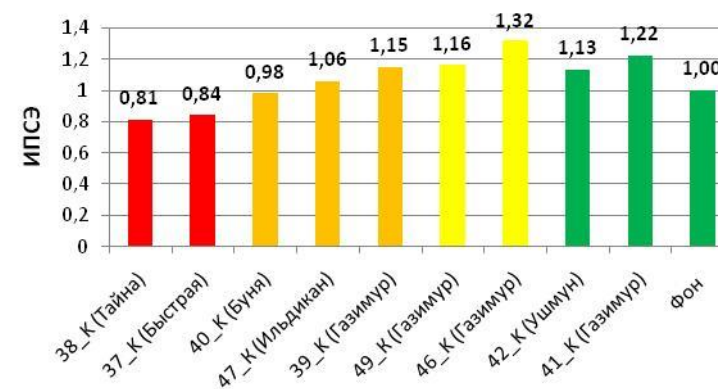
Показатель	Воздействие			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ по биоразнообразию	< 0,80	0,80 – 0,89	0,90 – 0,99	≥ 1,0

ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

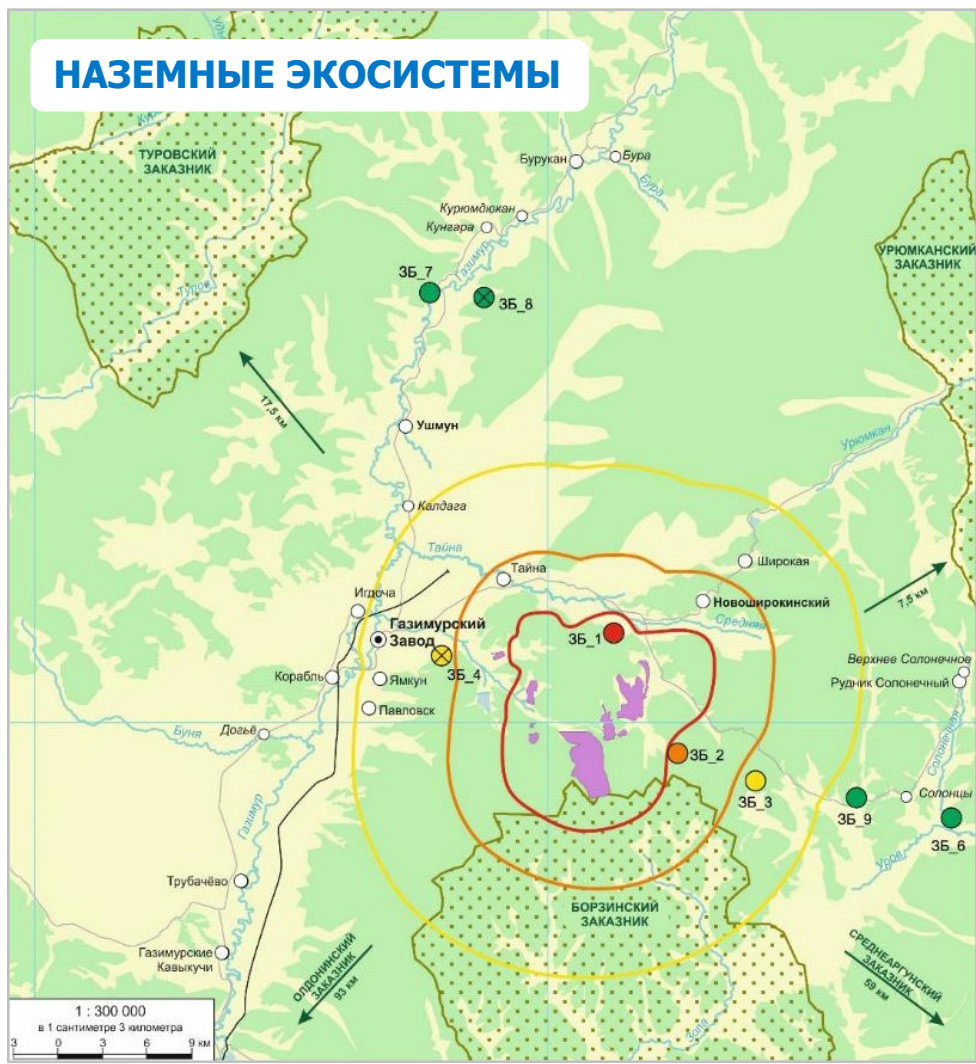
НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ



ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ



- **Степень воздействия** для каждого полигона/станции определяли на основании итогового значения **ИПСЭ 2022-2023** (для новых полигонов/станций – по данным 2023 г.), при этом **учитывали дополнительные параметры ключевых групп (структура сообществ, обилие индикаторных видов и т.п.)**.
- На основании результатов, полученных **для наземных и водных экосистем**, была **проведена корректировка границ поясов и зоны негативного воздействия**.



Границы поясов воздействия
 — Значительного
 — Среднего
 — Незначительного

Объекты Компании

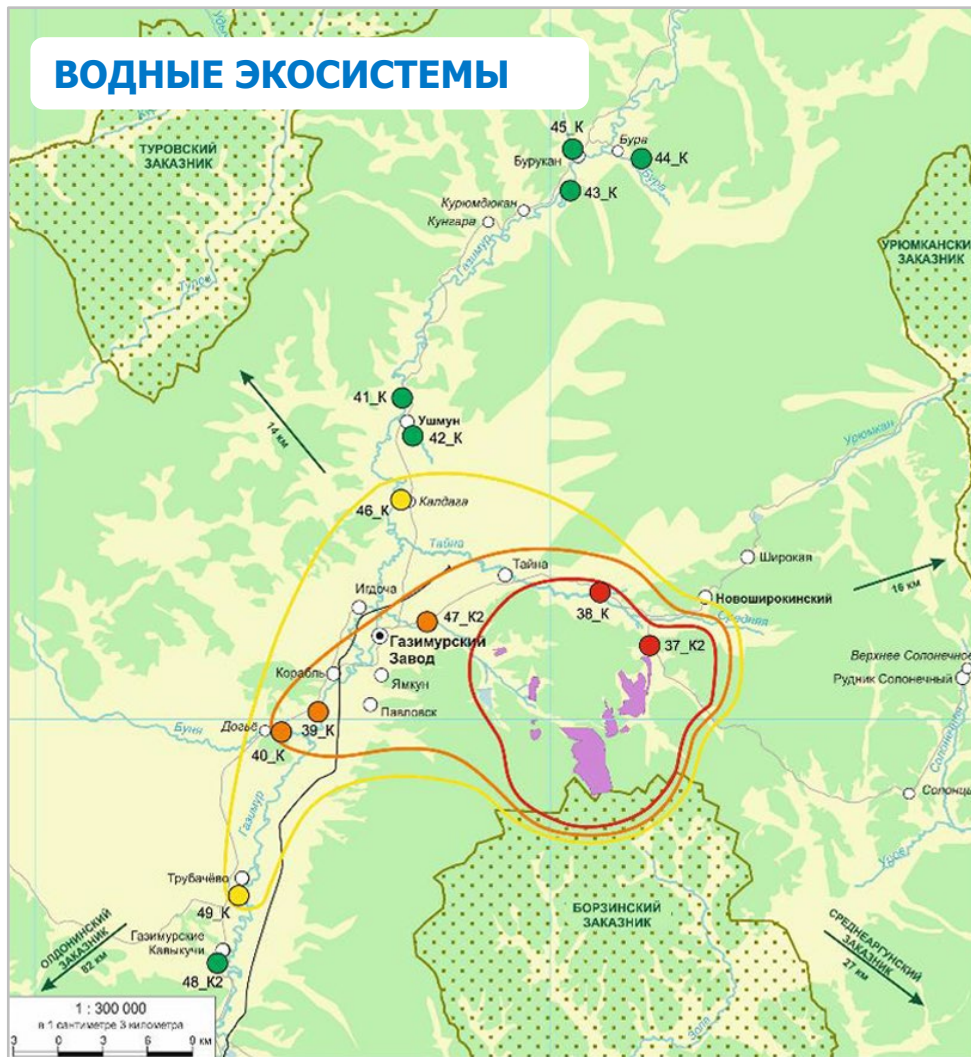
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ И ПЛОЩАДЬ ЗОНЫ И ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ

Параметры	Воздействие			Зона воздействия
	Значительное	Среднее	Незначительное	
Границы (км от СЗЗ)	0 (по границе СЗЗ)	1-4	4-10	10
Площадь, км ²	158,2	247,2	545,8	951,2

УСРЕДНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ_(ПВ) И УСЛОВНЫЕ «ПОТЕРИ»/«ПРИРОСТ» БИОРАЗНООБРАЗИЯ (УПБ) ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННЫХ ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Параметры	Воздействие			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ _(ПВ)	0,80	1,02	0,98	1
УПБ	-20,0%	+2%	-2%	0%

- Наименьшее значение ИПСЭ_(ПВ) и наиболее высокие условные «потери» биоразнообразия (УПБ) получены для пояса значительного воздействия.
- В поясе незначительного воздействия значения ИПСЭ_(ПВ) и УПБ близки к значениям фона.
- Завышенные показатели ИПСЭ и «прирост» биоразнообразия в поясе среднего воздействия объясняются высокой фрагментацией территории на полигоне ЗБ_2, а, соответственно, большим разнообразием микростациальных условий.
- Для уточнения границ пояса среднего воздействия требуется закладка дополнительных полигонов (1-2).



ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Границы поясов воздействия
 — Значительного
 — Среднего
 — Незначительного

Объекты Компании

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ И ПЛОЩАДЬ ЗОНЫ И ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ

Параметры	Воздействие			Зона воздействия
	Значительное	Среднее	Незначительное	
Границы (км от СЗЗ)	0 – 2	0 (2) – 1 (14)	1 (14) – 2 (20)	20
Площадь, км ²	196	179,5	233,9	609,4

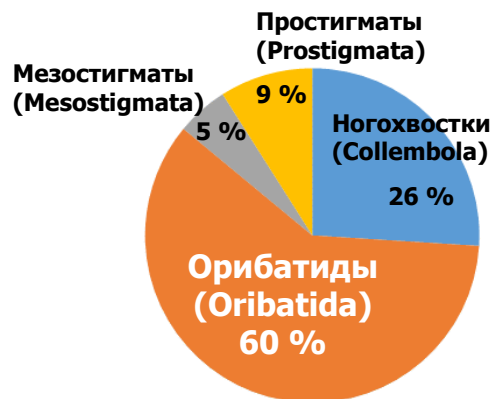
УСРЕДНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИПСЭ_(ПВ) И УСЛОВНЫЕ «ПОТЕРИ»/«ПРИРОСТ» БИОРАЗНООБРАЗИЯ (УПБ) ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННЫХ ПОЯСОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Параметры	Воздействие			Фон
	Значительное	Среднее	Незначительное	
ИПСЭ _(ПВ)	0,86	1,08	1,24	1
УПБ	-14%	8%	24%	0%

- **Наименьшее значение ИПСЭ(ПВ) и наиболее высокие условные «потери» биоразнообразия (УПБ) выявлены для пояса значительного воздействия.**
- Для станций, отнесенных к поясам среднего и незначительного воздействия, получены завышенные значения ИПСЭ(ПВ) (больше единицы).
- **Для уточнения границ и показателей поясов среднего и незначительного воздействия требуется проведение дополнительных исследований в ходе мониторинга.**

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ

везде сходная: **преобладают орибатида**



Орибатида наиболее чувствительны к негативному воздействию

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ORIBATIDA

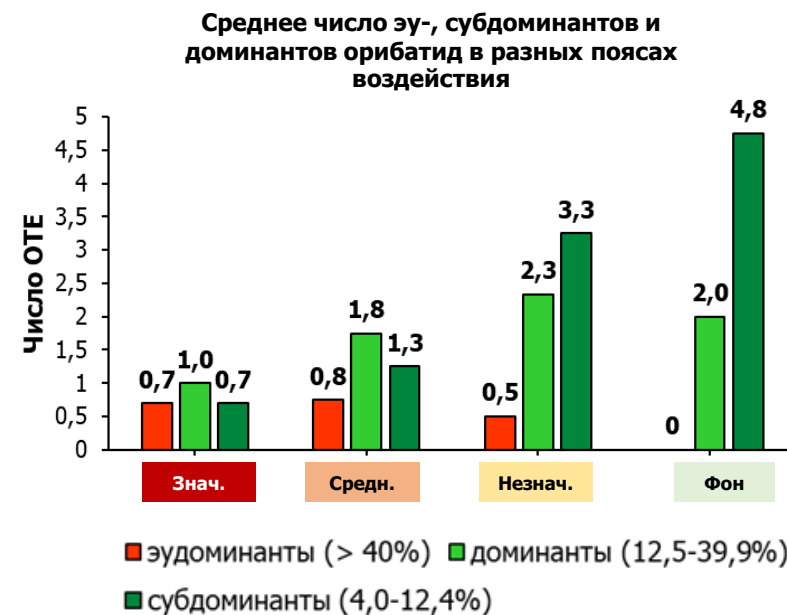
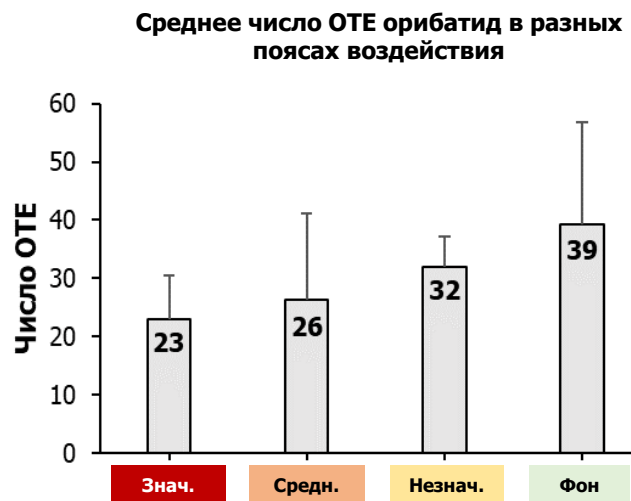
Число ОТЕ (операционная таксономическая единица) видового уровня по данным метабаркодинга: 2022 г. - **126**, 2023 г. - **138**.

СТРУКТУРА ДОМИНИРОВАНИЯ ОРИБАТИД

По направлению к фону:

- увеличивается число ОТЕ, число доминантов и субдоминантов;
- уменьшается число эудоминантов;
- наблюдается смена состава доминантов.

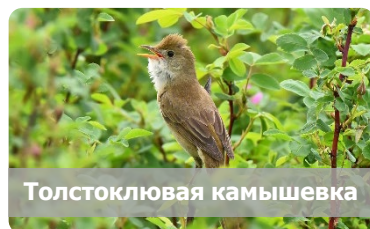
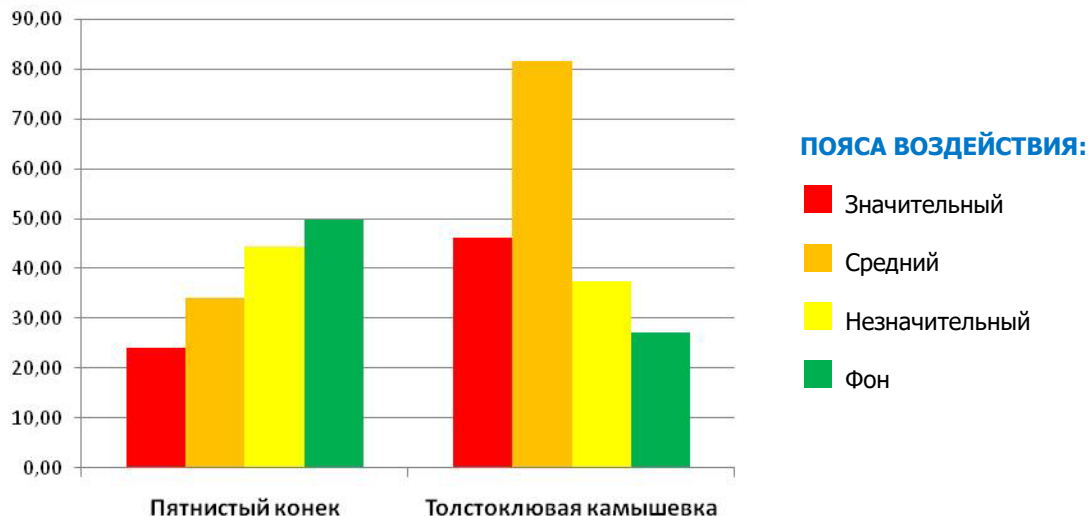
ПО ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ существенных отличий не выявлено



- **Орибатида являются ключевым биоиндикатором** для эффективной оценки состояния нарушенных экосистем.
- **Основные параметры группы орибатид** для оценки степени негативного воздействия – **обилие и структура сообщества**. Наиболее чувствительна структура доминирования.
- В районе БГОКа негативное воздействие отразилось главным образом на структуре сообществ орибатид, которая может служить основным параметром для оценки степени воздействия в данном районе.

ПТИЦЫ

Численность индикаторных видов птиц (особей на кв.км) по поясам воздействия

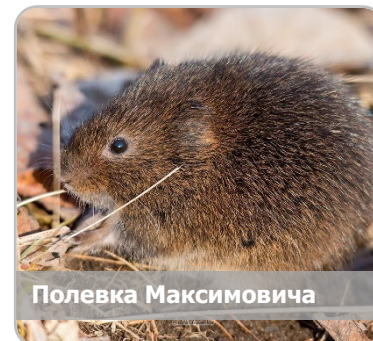
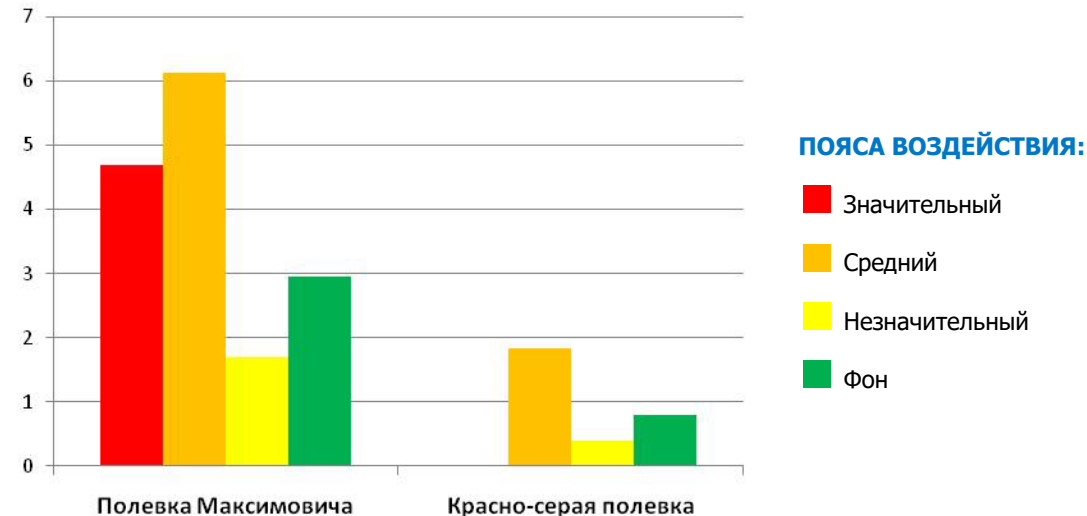


ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ:

пятнистый конек и **толстоклювая камышевка**. Численность пятнистого конька закономерно возрастает, а камышевки – в целом снижается по мере удаления от объектов Компании.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Численность индикаторных видов млекопитающих (особей/100 лов.-сут.) по поясам воздействия



ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ:

полевка Максимовича, **красно-серая полевка** и **восточноазиатская мышь**. Следует учитывать, что в зоне среднего воздействия происходит закономерное увеличение численности мелких млекопитающих за счет увеличения разнообразия микроместообитаний.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ СРЕДИ

ЗЕМНОВОДНЫХ: сибирская лягушка и **сибирский углозуб** (отмечены только на фоновой территории и в поясе незначительного воздействия).

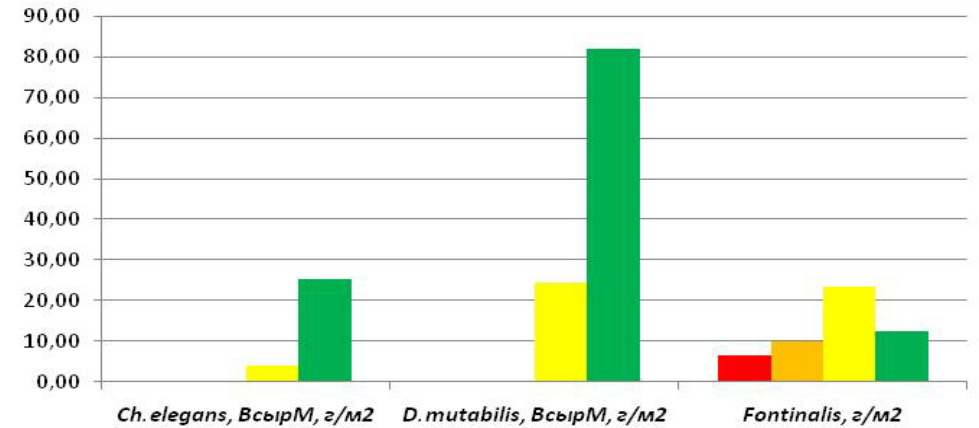
ГИДРОБИОНТЫ

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ НАЛИЧИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

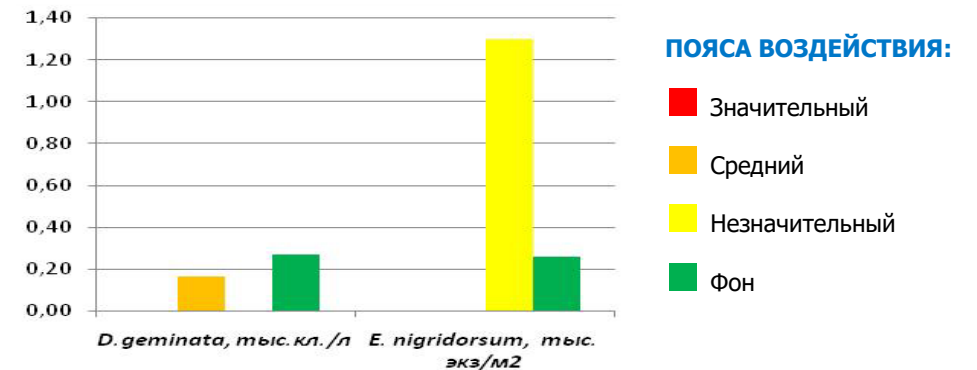
- **Фитобентос:** ксеносапробионтный вид диатомовых водорослей *Didymosphenia geminate* (1).
- **Макрофитобентос:** нитчатые водоросли (2, 3) родов *Chaetophora* и *Draparnaldia*.
- **Высшие водные растения:** мох *Fontinalis* sp. и виды рода *Ranunculus* (4) для индикации загрязнений водных экосистем тяжелыми металлами.
- **Зоопланктон:** коловратка *Brachionus nilsoni* (5) для участков рек со значительным воздействием.
- Для станций с малонарушенными водосборами характерно самое высокое качество вод и присутствие реофильных видов макробеспозвоночных.
Макрозообентос: потенциальный индикатор – поденка *Ephoron nigradorsum*.
- **Рыбы:** в качестве индикаторов эталонных участков рекомендуются ленок *Brachymystax lenok* (6) для р. Газимур, сибирский голец-усач *Barbatula toni* (7) для притоков р. Газимур.



Обилие индикаторных видов по поясам воздействия



Обилие индикаторных видов по поясам воздействия



ПОЯСА ВОЗДЕЙСТВИЯ:

- Значительный
- Средний
- Незначительный
- Фон



НОВЫЙ ДЛЯ НАУКИ ВИД РОДА *PHYSARUM PERS*

- Методом влажных камер на субстрате с полигона 3Б_8 была выращена **колония миксомицетов нового для науки вида рода *Physarum Pers.***
- Полученные нуклеотидные последовательности не имеют аналогов с данными представленными в GenBank (NCBI).
- **Наибольшее сходство** BLAST анализ показал с видом *Physarum citrinum Schumach.*
- Согласно результатам филогенетического анализа обнаруженный вид группируется в отдельную кладу с видами *Physarum citrinum Schumach*, *Physarum cinereum (Batsch) Pers* и *Physarum vernum Sommerf.*



Entoloma formosum (Fr.) Noordel.

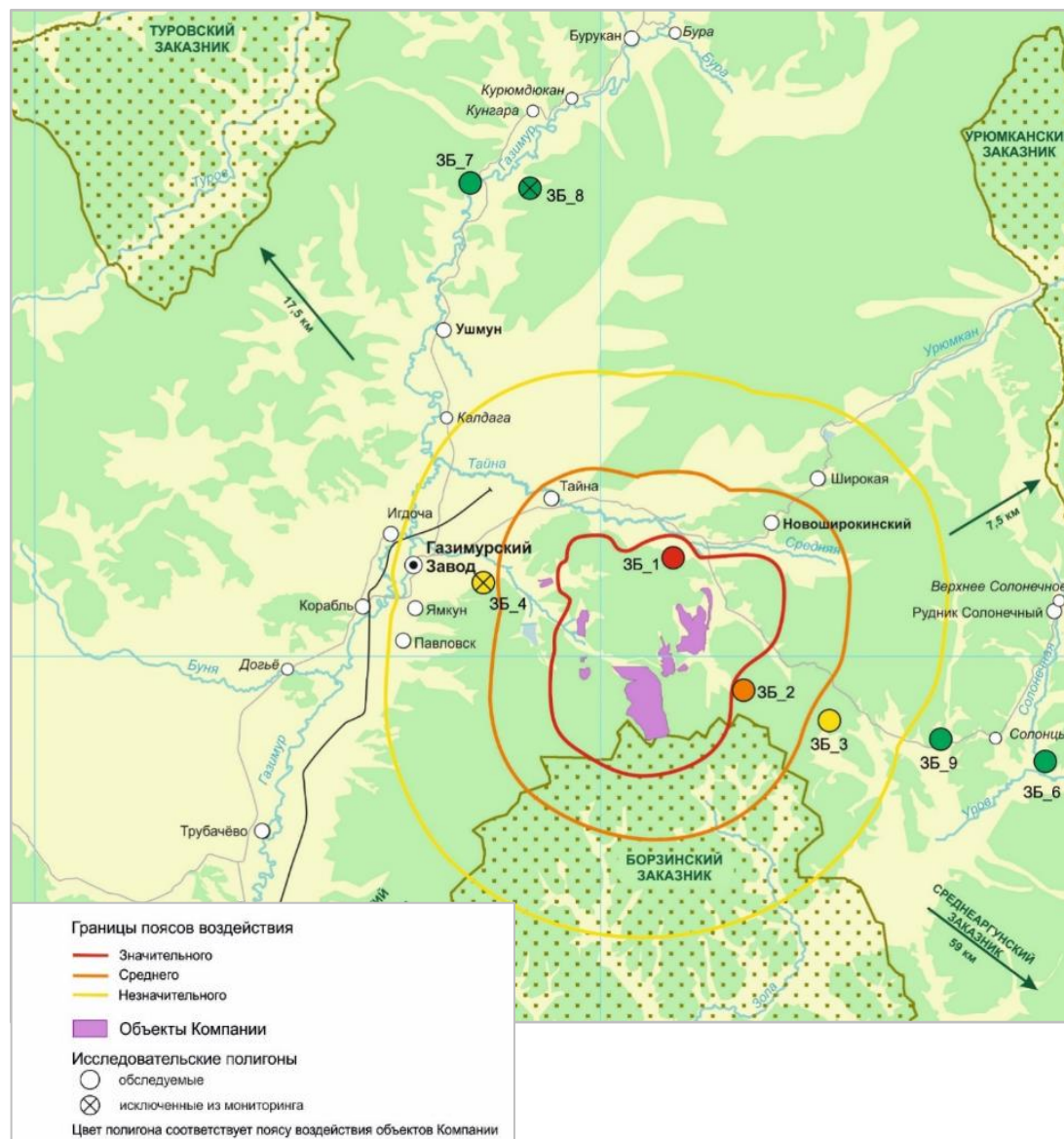


*Entoloma sublaevisporum Vila, Noordel.
et O. V. Morozova*

НОВЫЕ ДЛЯ РОССИИ И ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ ВИДЫ

Во время изучения микологического разнообразия на обследованных полигонах обнаружен

- **новый вид агарикомицетов для России – *Entoloma sublaevisporum*,**
- **а также для Забайкальского края – *Entoloma formosum (Fr.) Noordel.***

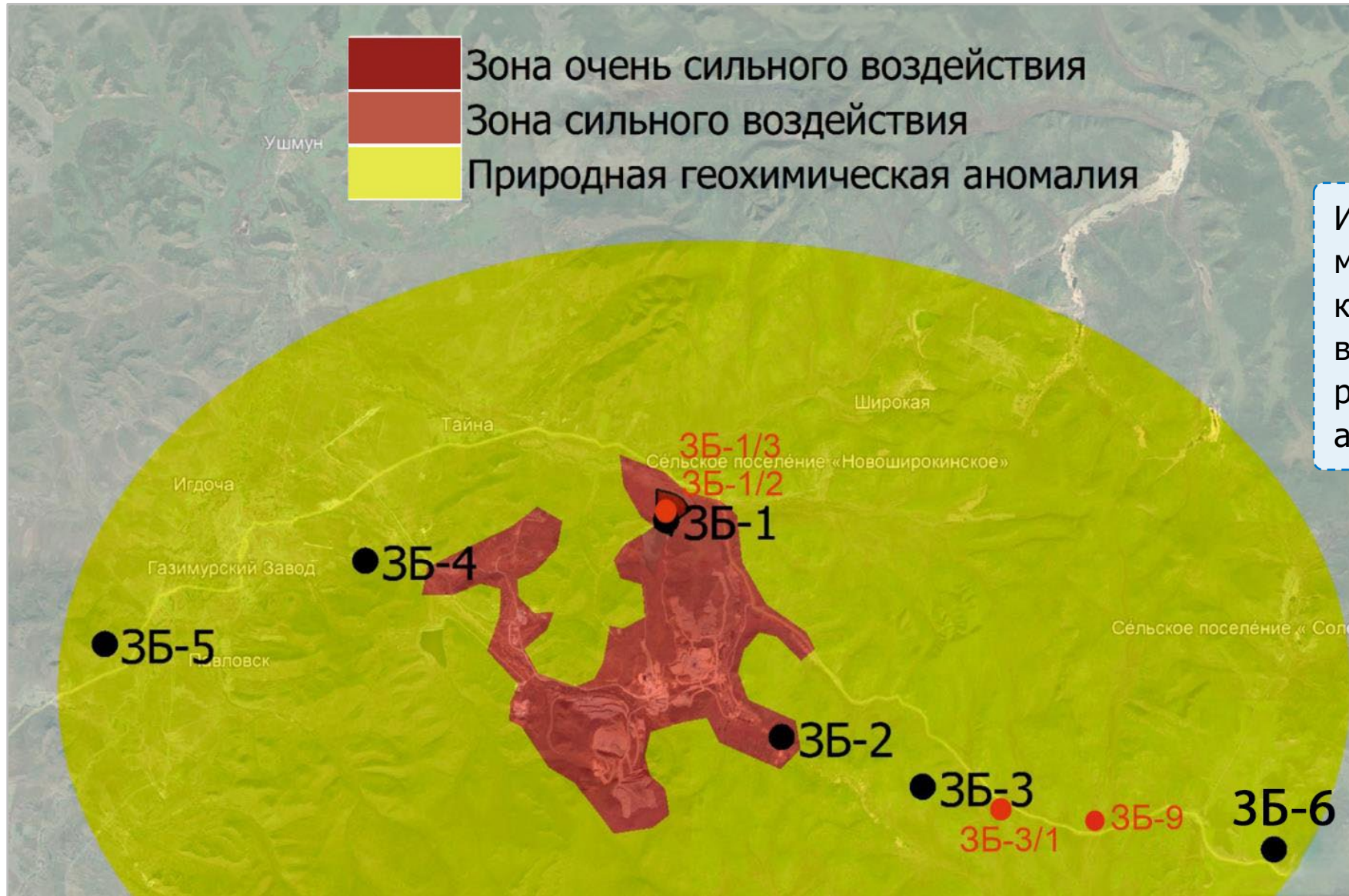


УЧАСТКОВ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОМПАНИИ НЕ ВЫЯВЛЕНО.

Важную роль в поддержании и восстановлении биоразнообразия в зоне негативного воздействия могут играть ближайшие ООПТ: Урюмканский заказник и Борзинский зоологический региональный заказник.

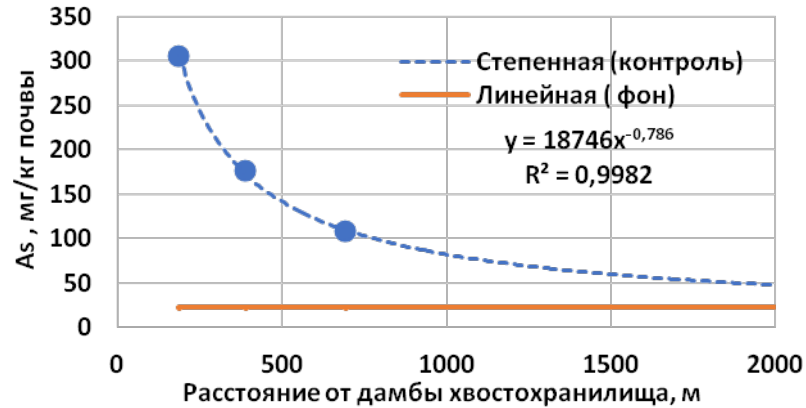
УРЮМКАНСКИЙ ЗАКАЗНИК. По результатам исследований объекты Компании не оказывают значимого воздействия на биологическое разнообразие не только заказника, но и его условной (потенциальной) буферной зоны.

БОРЗИНСКИЙ ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ЗАКАЗНИК примыкает непосредственно к южной границе ССЗ Быстринского ГОКа и частично попадает в предполагаемую зону его воздействия. Однако проведение дополнительных исследований биоразнообразия на данном участке для уточнения степени воздействия не представляется возможным, т.к. северная часть заказника является крайне труднодоступной (заболочена в летний период). Специфика характера нарушений позволяет использовать данные, полученные на полигоне ЗБ_2, для оценки степени воздействия на всей входящей в санитарно-защитную зону северной части заказника.

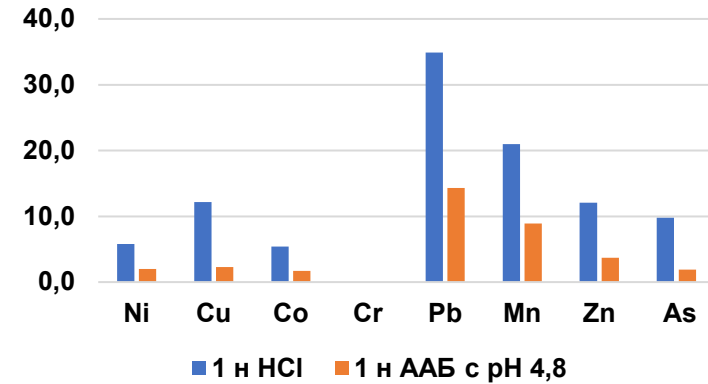


Изучены миграции тяжелых металлов от отвалов пород, карьеров и хвостохранилищ в районах с обнаруженными ранее природными аномалиями.

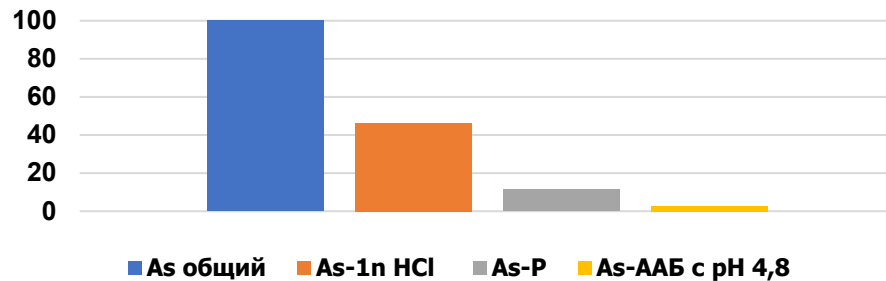
Изменение концентрации As в 0-5 см слое почв в северном направлении от дамбы хвостохранилища БГОКа



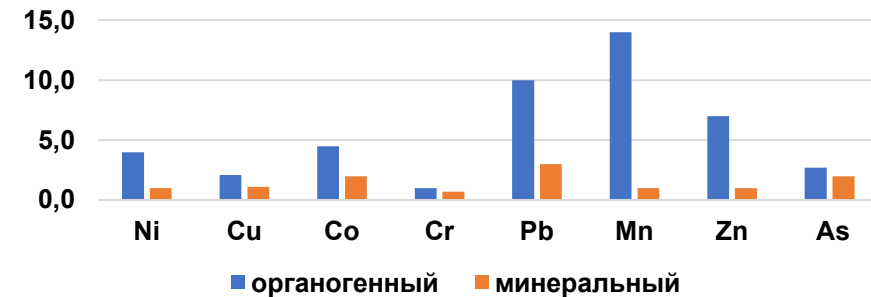
Доли подвижной формы ТМ и As от их общего содержания в материале хвостохранилища, в %



Доли разных форм As в торфяных почвах близ хвостохранилища Быстринского ГОК, в %



Доли подвижной формы ТМ и As в их общем содержании в органогенных и минеральных горизонтах почв Забайкальского дивизиона, в %



Предполагаемое техногенное превышение общего содержания As в 0-5 см слое почв севернее и северо-восточнее дамбы хвостохранилища БГОКа



Превышение фона
 — в 5-10 раз
 — в 2-5 раз

- Подтверждено **низкое плодородие почв** в районе объектов Забайкальского дивизиона и **высокое содержание в них As**.
- **Подвижность ТМ и As в органогенных горизонтах и почвах существенно выше, чем в минеральных**, а в целом ниже по сравнению с почвами других дивизионов.
- В почвах и материале хвостохранилища **БГОКа доля доступной растениям подвижной формы ТМ и As, извлекаемой 1 н ААБ с рН 4,8, невелика, в несколько раз больше потенциально доступная их форма, экстрагируемая 1 н НСІ.**
- **Пространственное распределение ТМ и As в почвах в зоне воздействия хвостохранилища БГОКа свидетельствует о пылеаэрозольном загрязнении поверхности почв мышьяком севернее дамбы хвостохранилища, источник которого не определен.**

- 1.** На обследуемой территории отмечен **1371 вид ключевых групп организмов. В наземных экосистемах** зарегистрировано **1039 видов, в водных – 332 вида** организмов. Наибольшее видовое богатство характерно для сосудистых растений и беспозвоночных животных.
- 2.** В районе исследований отмечено **32 охраняемых вида** (для наземных экосистем – 31 вид, для водных – 1 вид), среди которых 19 видов растений и 13 видов животных. В ходе работ в 2023 г. по изучению биоразнообразия наземных и водных экосистем **участков критически важной среды обитания не выявлено.**
- 3. Интегральный показатель состояния экосистемы** (ИПСЭ), рассчитанный на основании параметров разнообразия (видовое богатство, индексы разнообразия и доминирования, а также встречаемость и проективное покрытие для растений) основных групп организмов (высшие сосудистые растения, панцирные клещи, пауки, жуки-жужелицы, муравьи, птицы и мелкие млекопитающие), **позволил оценить границу поясов воздействия** в Забайкальском дивизионе Компании (отдельно для водных и наземных экосистем).
- 4.** Проверены и на данном этапе **подтверждены диапазоны ИПСЭ для отнесения полигонов/станций к одному из поясов воздействия:** значительное ($<0,80$), среднее ($0,80 - 0,89$), незначительное ($0,90 - 0,99$), фон ($\geq 1,0$).
- 5. В наземных экосистемах радиус зоны воздействия** объектов Компании **составляет не более 10 км.** Зона значительного воздействия находится внутри территории С33. Зоны среднего и незначительного воздействия во многом перекрываются между собой. Условная граница между зонами среднего и значительного воздействия проходит на расстоянии 4 км от С33, между зонами незначительного воздействия и фоновой территории – 10 км от границы С33.
- 6. В водных экосистемах воздействие объектов** Забайкальского дивизиона Компании **не распространяется за пределы 20-км зоны,** ограничиваясь бассейнами рек Быстрая и Тайна. Граница пояса значительного воздействия проходит на расстоянии от 0 до 2 км от С33.

- 7.** К **основным негативным факторам воздействия на окружающую среду относятся отчуждение территорий и, как следствие, ее фрагментация** (наземные экосистемы); **накопленный негативный эффект многолетней добычи полезных ископаемых**, проявляющийся в высокой мутности воды, **поступление с площади водосбора различных токсических и закисляющих веществ**, а также **органики** (водные).
- 8.** В материале хвостохранилища Быстринского ГОК **повышена концентрация меди**, относительно ПДК для почв, а также её концентрации в почвах. В материале хвостохранилища выше концентрация подвижного мышьяка, чем в почвах. **Проявилось загрязнение мышьяком поверхностных горизонтов почв** на площадках ЗБ-1/2 и ЗБ-1/3.
- 9.** Пространственное распределение потенциально опасных химических элементов в почвах в зоне воздействия хвостохранилища свидетельствует о **пылеаэрозольном загрязнении поверхности почв мышьяком севернее дамбы** хвостохранилища. Признаков **водородного загрязнения не выявлено**.
- 10.** В вертикальном профиле почвы мышьяк всюду имеет один максимум в поверхностном слое (0-5 см), вниз по профилю быстро снижаясь. **Загрязнение закономерно снижается по мере удаления от дамбы хвостохранилища**. Зависимость описывается степенной функцией, прогноз по которой свидетельствует о том, что на фоновый уровень концентрации выходят на расстоянии около 4 км от дамбы. Уровень значительного загрязнения (превышение фона более чем в 5 раз) отмечен на расстоянии до 700 м.
- 11.** **Почвы Забайкальского дивизиона мало плодородны**, содержание и подвижность ТМ и As в органогенных и минеральных почвах и горизонтах существенно различается. В почвах природной арсенидной геохимической аномалии весьма мала доля подвижной, доступной растениям, формы мышьяка. Однако доля потенциально доступной его формы значительная. Все изученные формы мышьяка в почвах хорошо коррелируют с его валовым содержанием, но для экологической оценки необходимо сопряженное в системе почва-растение изучение содержания мышьяка в растительной продукции.

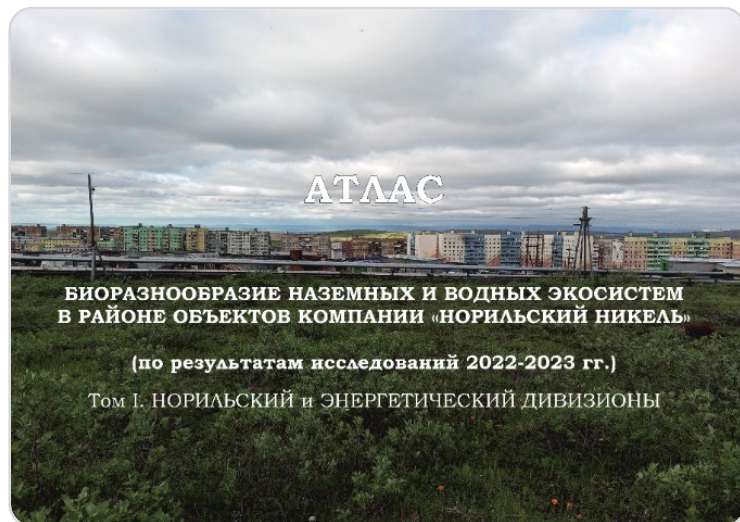


ПРИЛОЖЕНИЕ

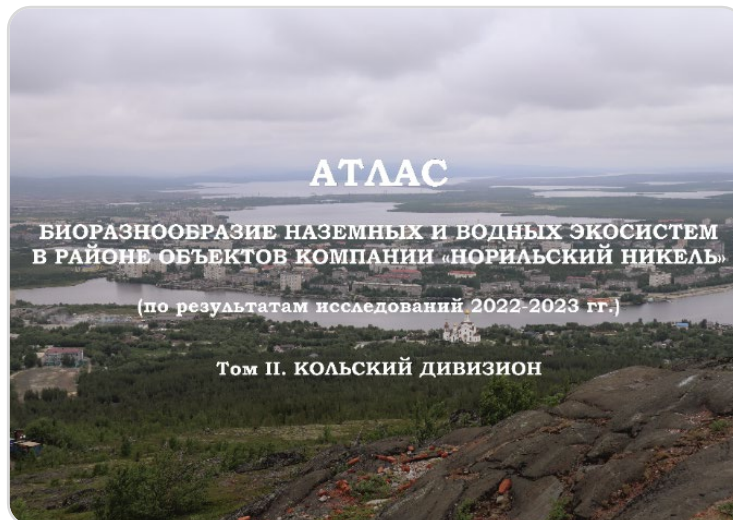
АТЛАС: Биоразнообразие
наземных и водных экосистем
в районе объектов компании

АТЛАС состоит из трех томов.

Представлена картографическая визуализация результатов изучения биологического разнообразия экосистем в отдельных дивизионах Компании.



Том I. Норильский и Энергетический дивизионы, 72 стр.



Том II. Кольский дивизион, 80 стр.

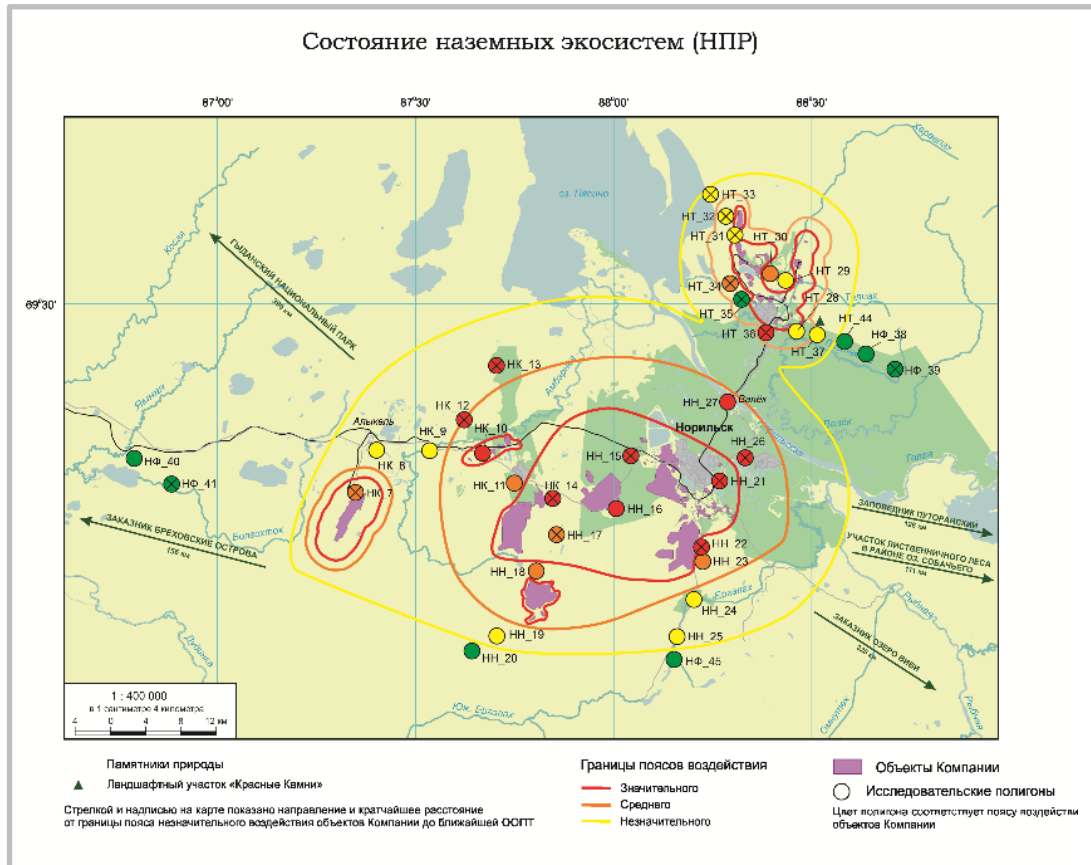


Том III. Забайкальский дивизион, 45 стр.

ПРИЛОЖЕНИЕ. АТЛАС: БИОРАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ

Каждый том содержит 3 части и приложение.

Части 1 и 2 включают интегральные представления о пространственных особенностях воздействия объектов Компании на **наземные (1)** и **водные (2)** экосистемы.

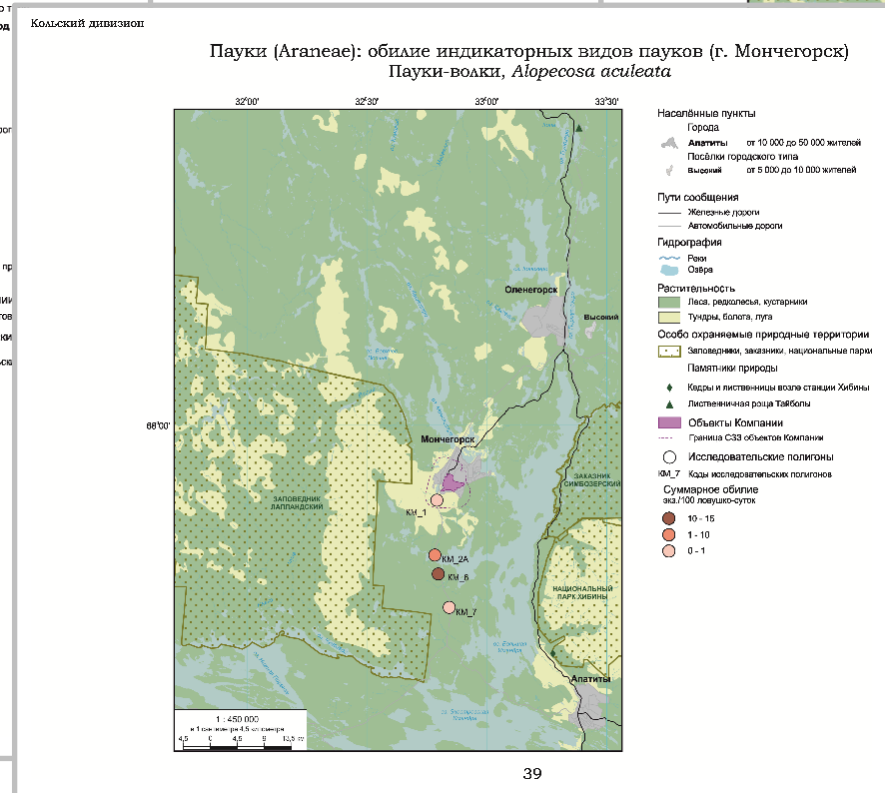
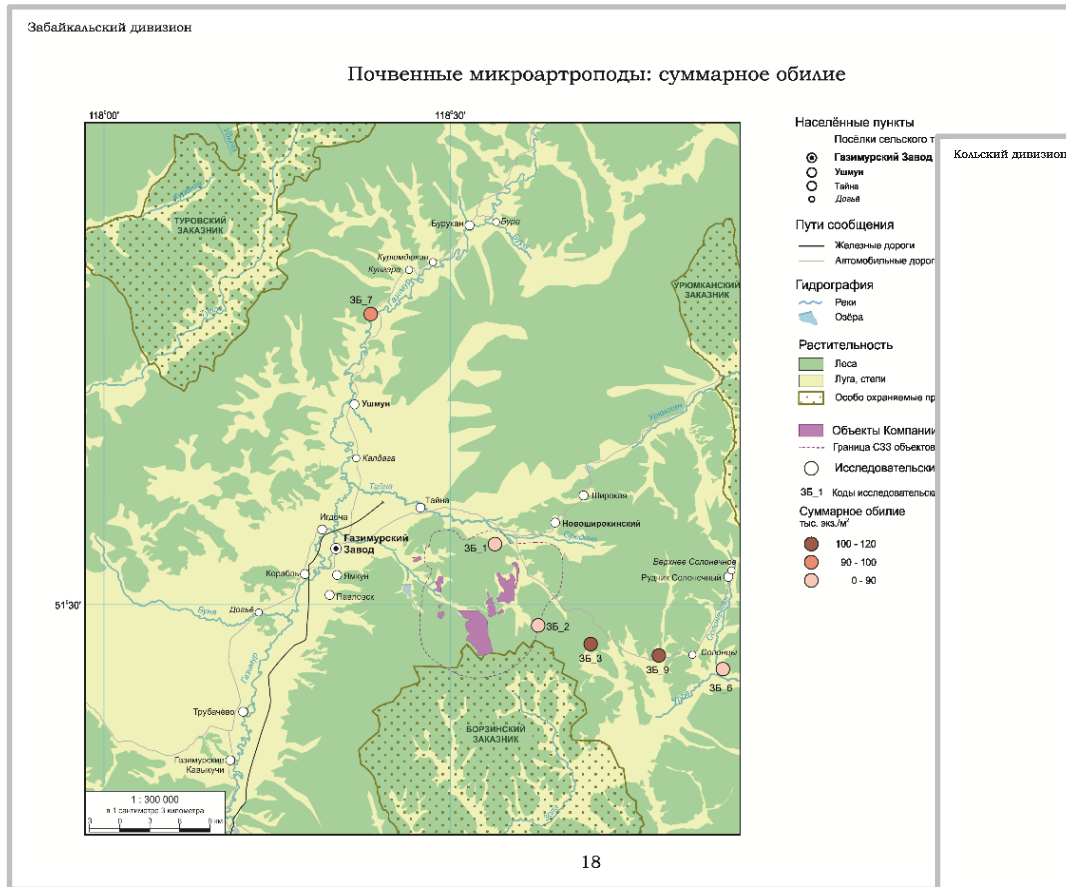


Часть 3 содержит карты с указанием мест встреч охраняемых видов на обследованной территории.



ПРИЛОЖЕНИЕ. АТЛАС: БИОРАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ

В **Приложении** приводится картографическая визуализация обилия потенциально индикаторных видов/групп организмов и видового разнообразия населения таксономических групп, которые имеют важное значение для мониторинга экосистем.



Благодарю за внимание

