Башкирское региональное отделение Русского географического общества

Грант
«Географическое исследование пещерной системы Киндерлинская-Октябрьская»



Пещерная система Киндерлинская-Октябрьская
Гафурийский район РБ, Природный парк «Зилим»

Цель:

исследование пещерной системы Киндерлинская-Октябрьская для организации спелеотуристских маршрутов и сохранения пещерной среды

Задачи:

- Спелеологические исследования новых частей пещерной системы
- Создание топографических материалов по пещере и цифровой 3D модели пещеры
- Оборудование маршрутов аншлагами, табличками, креплениями и ступенями
- Продолжение научного мониторинга: микробиологических, микроклиматических и гляциологических исследований
- Углубленные исследования многолетней наледи для подготовки к оборудованию и эксплуатации экскурсионного маршрута в ледяной части пещеры

Актуальность и новизна:

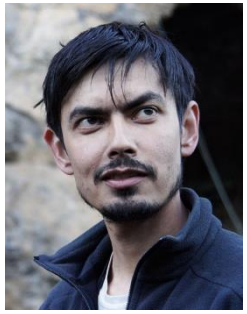
- Проведение научных исследований в области микробиологии и микроклимата пещеры;
- Изучение состояния 65-тиметровой наледи на входе;
- Создание высокоточной комплексной цифровой модели наледи и пещерных полостей при помощи георадарной съемки и наземного лазерного сканирования;
- Проведение спелеологических исследований новых ходов пещеры;
- Составление современных карт пещер с нанесением новых ходов
- Проведение работ по разработке рекомендаций по оборудованию ледяной части и режиму посещения пещеры, сохранению экобаланса и обеспечению безопасности посетителей

Участники и исполнители проекта:



Руководитель проекта:
Рычагов Сергей Юрьевич,
спелеолог, МС, инструктор по спортивному туризму, СК им. Нассонова

Группа восхождения, разведки, топосъемки, техобеспечения:



Баширов Айдар Маратович,
спелеолог, КМС, инструктор по спортивному туризму, СК им. Нассонова



Жданов Дмитрий Владимирович,
спелеолог, МС, инструктор по спортивному Туризму СК им. Нассонова



Муслухов Шамиль Ильдарович,
спелеолог,
СК им. Нассонова



Микро-биологические исследования:
Кузьмина Людмила Юрьевна,
к.б.н., Институт биологии УФИЦ РАН



Микроклиматические исследования, лед, создание цифровых моделей
Червяцова Ольга Яковлевна,
ФГБУ ГПЗ «Шульган-Таш (Капова)»

Ученые и спелеологи:

- Галимзянова Н. Ф. (микробиология, Институт биологии УФИЦ РАН, г. Уфа)
- Казадаев Д. С. (георадар, АНО «Историческая комиссия по исследованию инженерных сооружений», г Самара)
- Ахмедьянов Р. Т. (лидар, ИКМЗ «Музей-заповедник «Шульган-таш»)
- спелеологи-волонтеры Уфимского спелеоклуба имени Валерия Нассонова: Ахмадеев Р., Гильманов Р., Дубинин Е., Вязовцев С., Пименова Е., Нургалиева Л., Насретдинова З., Ханафин Н., Ромашенко О., Евсеева О., Аскаров А., Галиахметова Д.

Партнеры проекта:

- МОО Ассоциация спелеологов Урала
- РОО Российский союз спелеологов
- Институт биологии УФИЦ РАН
- ФГБУ ГПЗ «Заповедник «Шульган-таш»
- ИКМЗ «Музей-заповедник «Шульган-таш»
- АНО «Историческая комиссия по исследованию инженерных сооружений»
- Дирекция по особо охраняемым природным территориям Республики Башкортостан
- Природный парк «Зилим» республиканского значения
- МБУ ОМК «Алые паруса» ГО г. Уфа

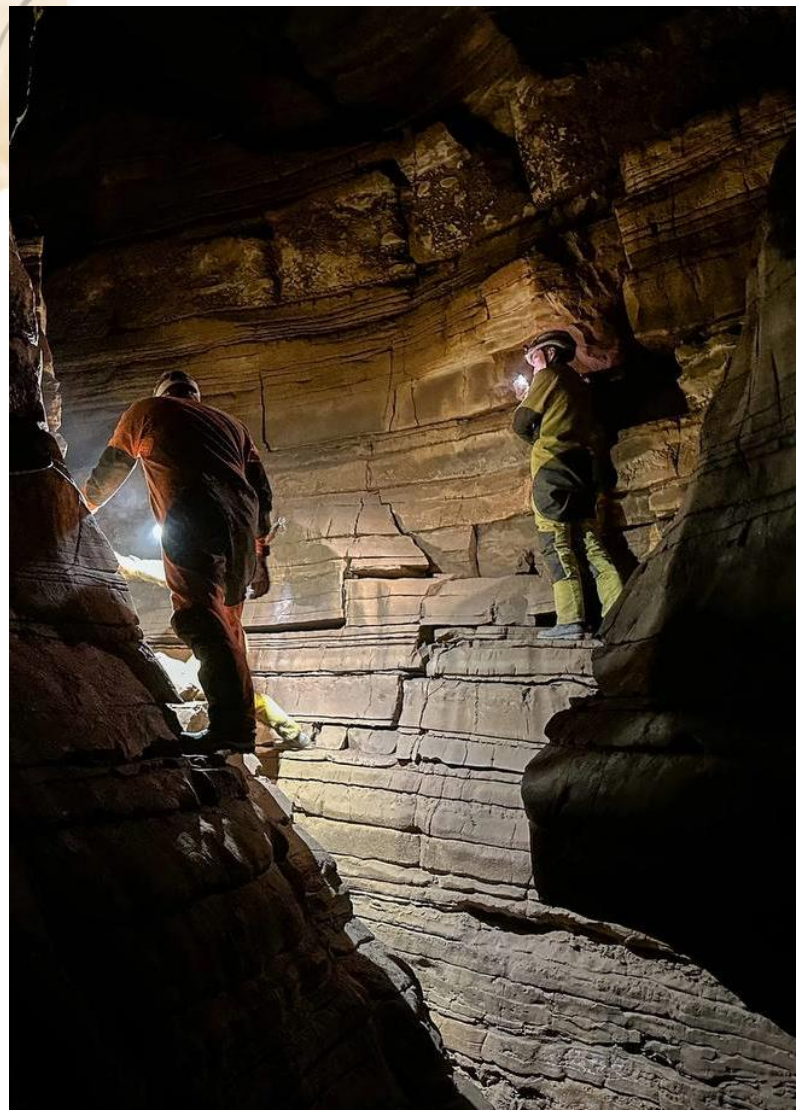
Результаты: Экспедиционные выезды

- Проведены 1 экспедиция в июне-июле 2023 г и 17 экспедиционных выездов (10 запланированных и 7 дополнительных) с августа 2023г. по май 2024 г.
- Изучению льда, исследования при помощи георадара и наблюдения за состоянием ледника посвящены 4 выезда: июль, октябрь, январь, февраль
- Работы по микробиологии и микроклимату проводились 3 раза- июль, ноябрь, январь
- Разведка и прохождение новых ходов – с июля по январь
- 12 выездов с целью топосъемки: 3 – топосъемка известных ходов, 9 – топосъемка верхних ярусов пещерной системы.
- Работа по оборудованию туристско-экскурсионных маршрутов анкерными точками, лестницами, ступенями - 6 выездов

Результаты: Топографическая съемка

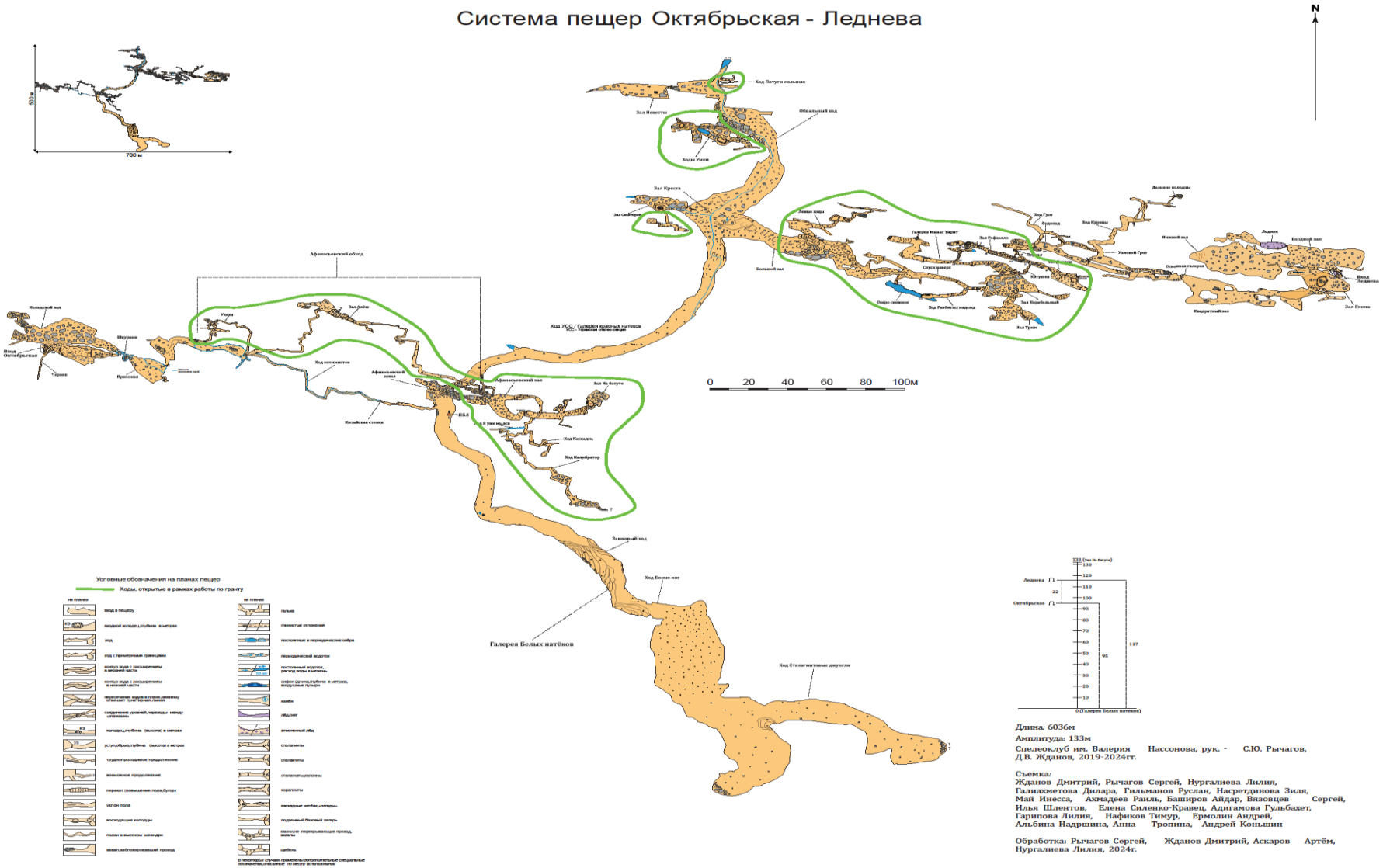
- Топосъёмка новых ходов пещеры Киндерлинская: Купольные ходы – 964 м, ходы Поднебесье – 1130 м, зал Посейдон – 167 м. Длина пещеры стала 17 466 метров
- Топосъёмка пещер Октябрьская и Леднева, соединенных в 2023 г. Длина системы - 6036 м, в том числе современная топосъёмка известных ходов Октябрьской – 2009 м, общая длина пещеры Октябрьская – 5198 м, Длина новых ходов – соединения – 1545 м.
- Создание карты пещерной системы Октябрьская-Леднева
- Дополнение новыми ходами современной карты пещеры Киндерлинская
- Предоставление 3D моделей пещер в электронном виде (программа «Терион»)

Результаты:
Разведывание и прохождение новых ходов

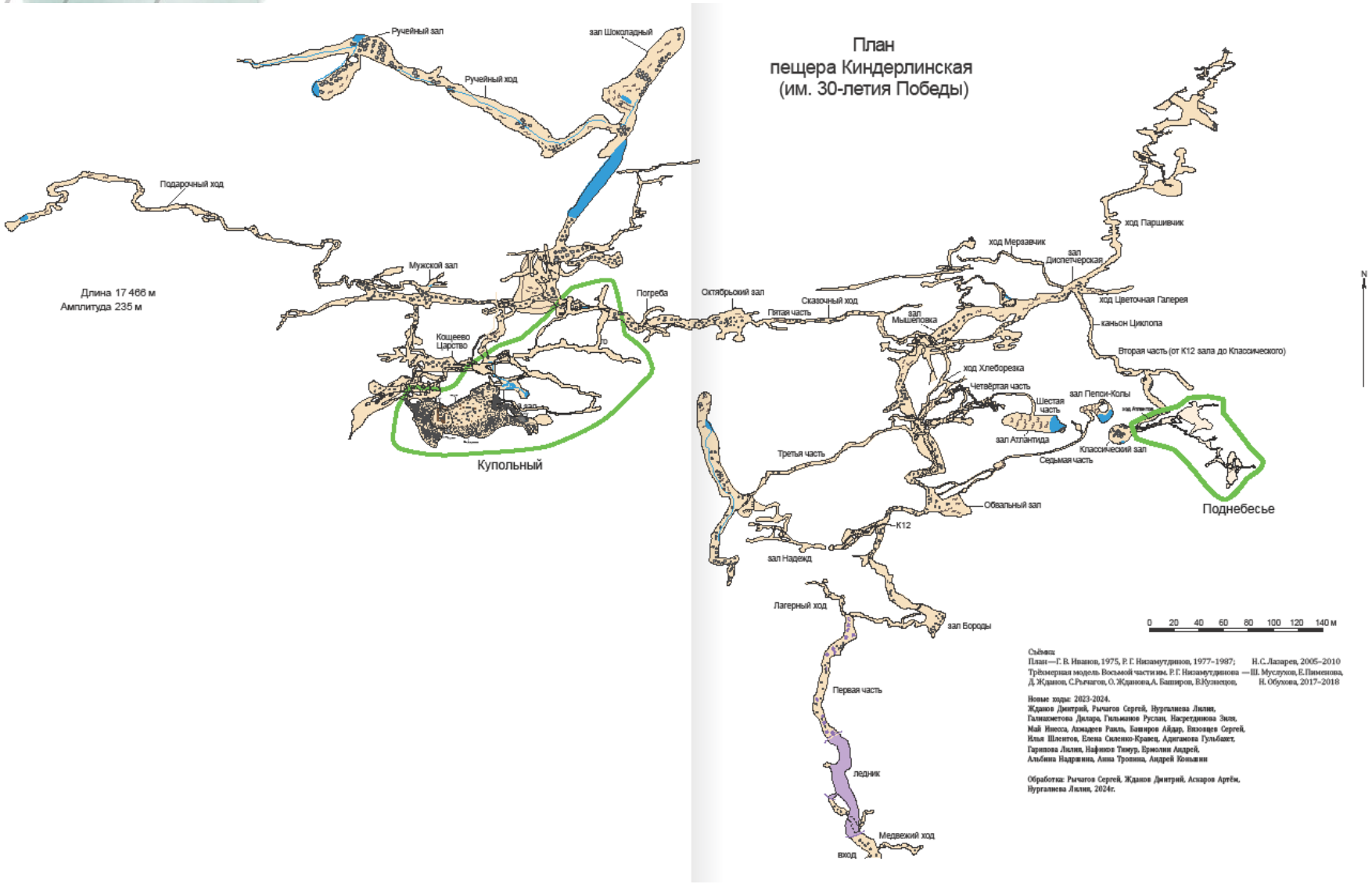


Ход.
Фото: Чегодаев О., сентябрь 2023

- В 2023 г. были разведаны ходы-соединение пещер Октябрьская и Леднева, детально обследованы в рамках гранта все новые ходы верхнего яруса пещеры Октябрьская, состоящие из трех отделов: ходы Умки, ходы Афанасьевский обход и ходы-соединение с пещерой Леднева общей протяженностью 3189 метров. Совершено 26 восхождений суммарной вертикалью 1041 метр
- В пещере Киндерлинская найдены две новых группы ходов: -Купольные ходы в 5 части (964 м) - ходы Поднебесье во 2 части (1130 м)
- Всего разведано, обследовано и отснято 5283 метра новых ходов.

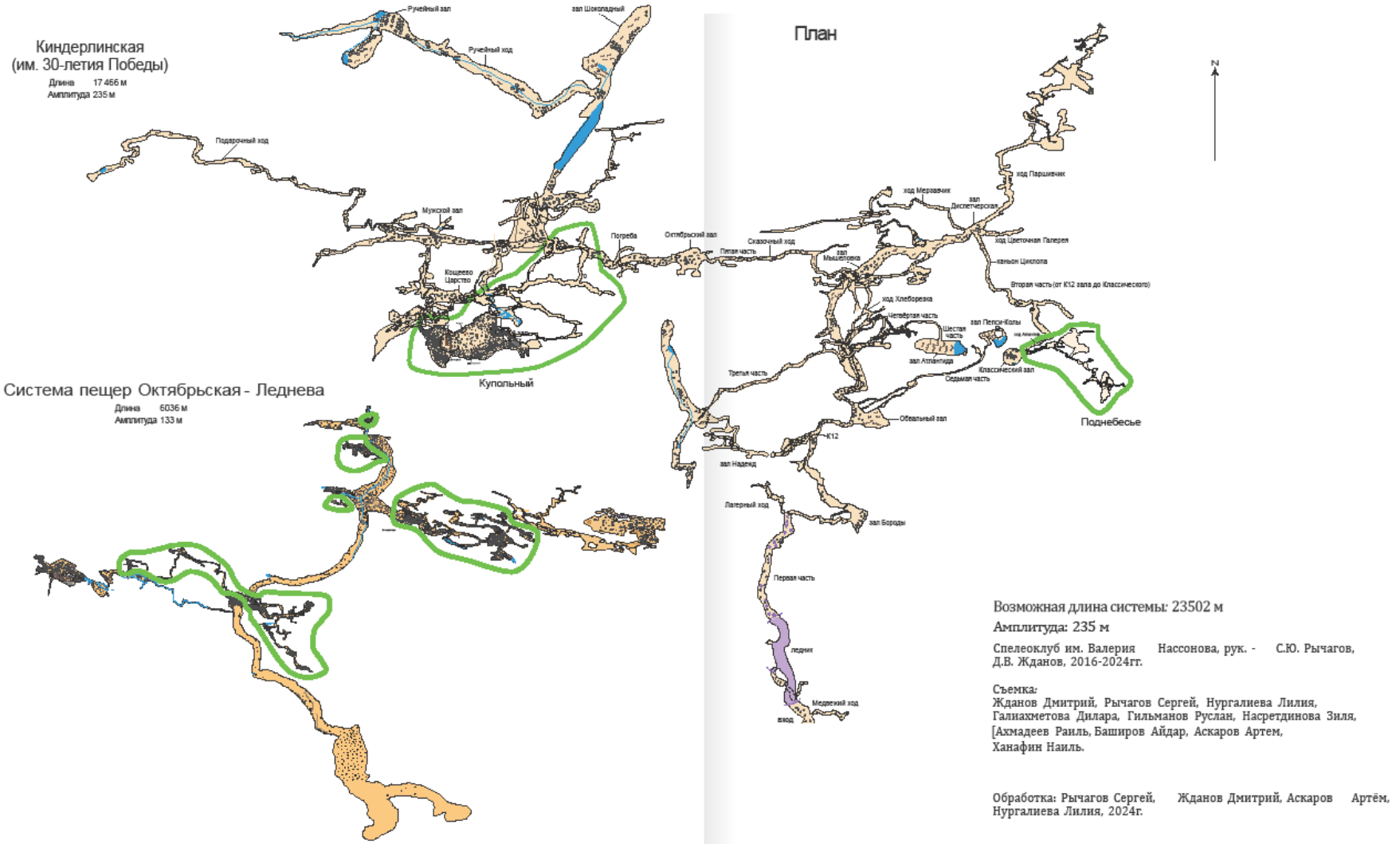


План пещерной системы Октябрьская – Леднева, составленный по итогам исследований новых ходов



План пещеры Киндерлинская по итогам исследований с наложением новых ходов Второй и Пятой частей

Взаимное расположение пещер Киндерлинская и Октябрьская- Леднева



Возможная длина системы: 23502 м

Амплитуда: 235 м

Спелеоклуб им. Валерия Нассонова, рук. - С.Ю. Рычагов, Д.В. Жданов, 2016-2024гг.

Съемка:
Жданов Дмитрий, Рычагов Сергей, Нургалиева Лилия, Галиахметова Дилара, Гильманов Руслан, Насретдинова Зиля, [Ахмадеев Раиль, Баширов Айдар, Аскаров Артем, Ханафин Наиль.

Обработка: Рычагов Сергей, Жданов Дмитрий, Аскаров Артём, Нургалиева Лилия, 2024г.

Результаты:
Разработка новых туристских маршрутов



У водопада Млечный путь
Фото: Нургалиева Л., июль 2023

- В 2023 г. по итогам топосъемки был разработан спортивный спелеотуристский маршрут 3Б категории трудности в пещерной системе Октябрьская - Леднева. Протяженность маршрута 7200 метров, сумма вертикалей – 670 метров, навеска группой – 265 м.
- Маршрут включает в себя прохождение системы со стороны входа Октябрьская до входа Леднева и обратно с прохождением горизонтальной части пещеры Октябрьская и хода Гуся в пещере Леднева

Результаты:
Исследование многолетней гидрогенной наледи

- Изучение динамики уровня наледи:

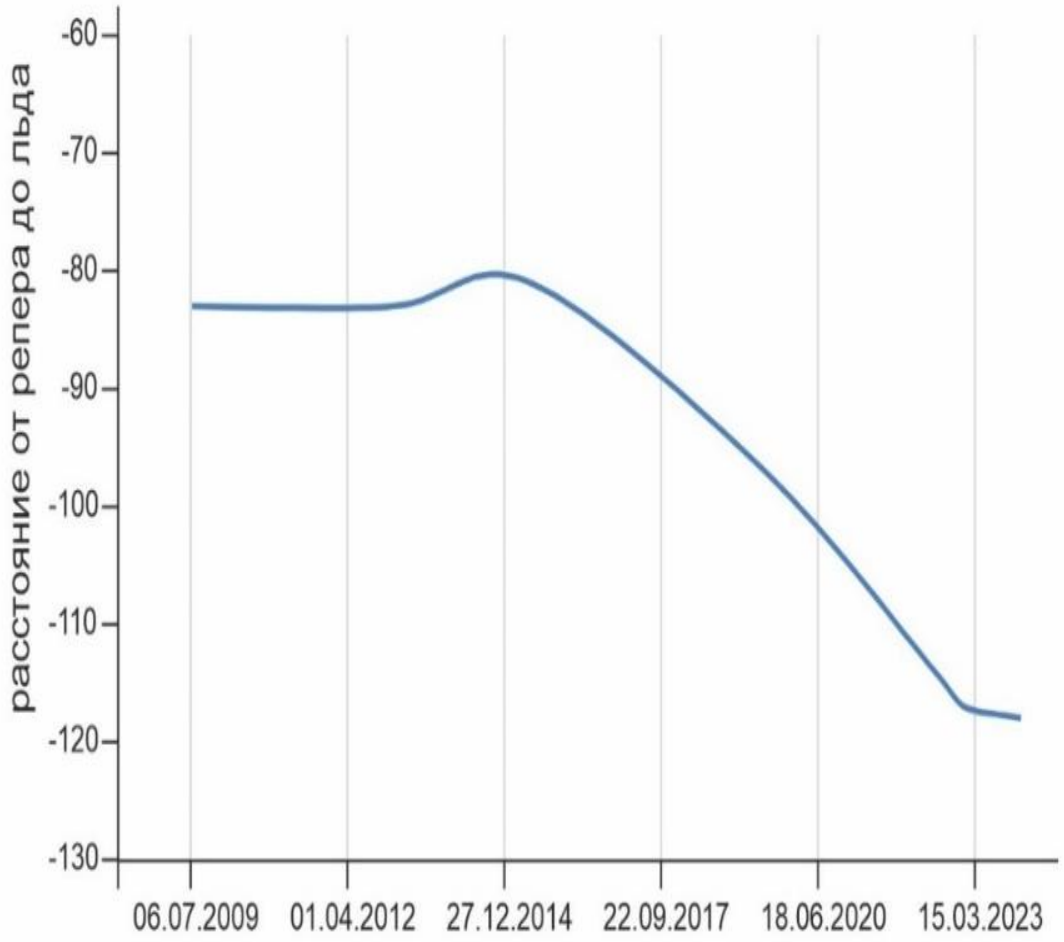
1) наблюдения за уровнем льда в Зимнем зале с 2009 по 2024 годы;
2) замеры уровня льда по парным реперам, расположенным по
3) противоположным стенам галереи с наледью

- Проведено детальное морфологическое исследование ледяной части пещеры, а именно:

1) исследование наледи при помощи георадара;
2) наземное лазерное сканирование входной части пещеры, в том числе поверхности наледи и Полостей Летучего голландца;

- Построены единые цифровые модели наледи и ледяного тела в результате комбинирования данных георадарной съемки и лазерного сканирования;
- Реконструирован подледный рельеф пещеры, проведен расчёт объемов ледяного тела;
- Составлена карта подверженных оледенению ходов пещеры, поперечные профили через полости пещеры и наледь и продольный разрез- развертка наледи;
- Проведено моделирование линий стока воды, попадающих в пещеру через вход

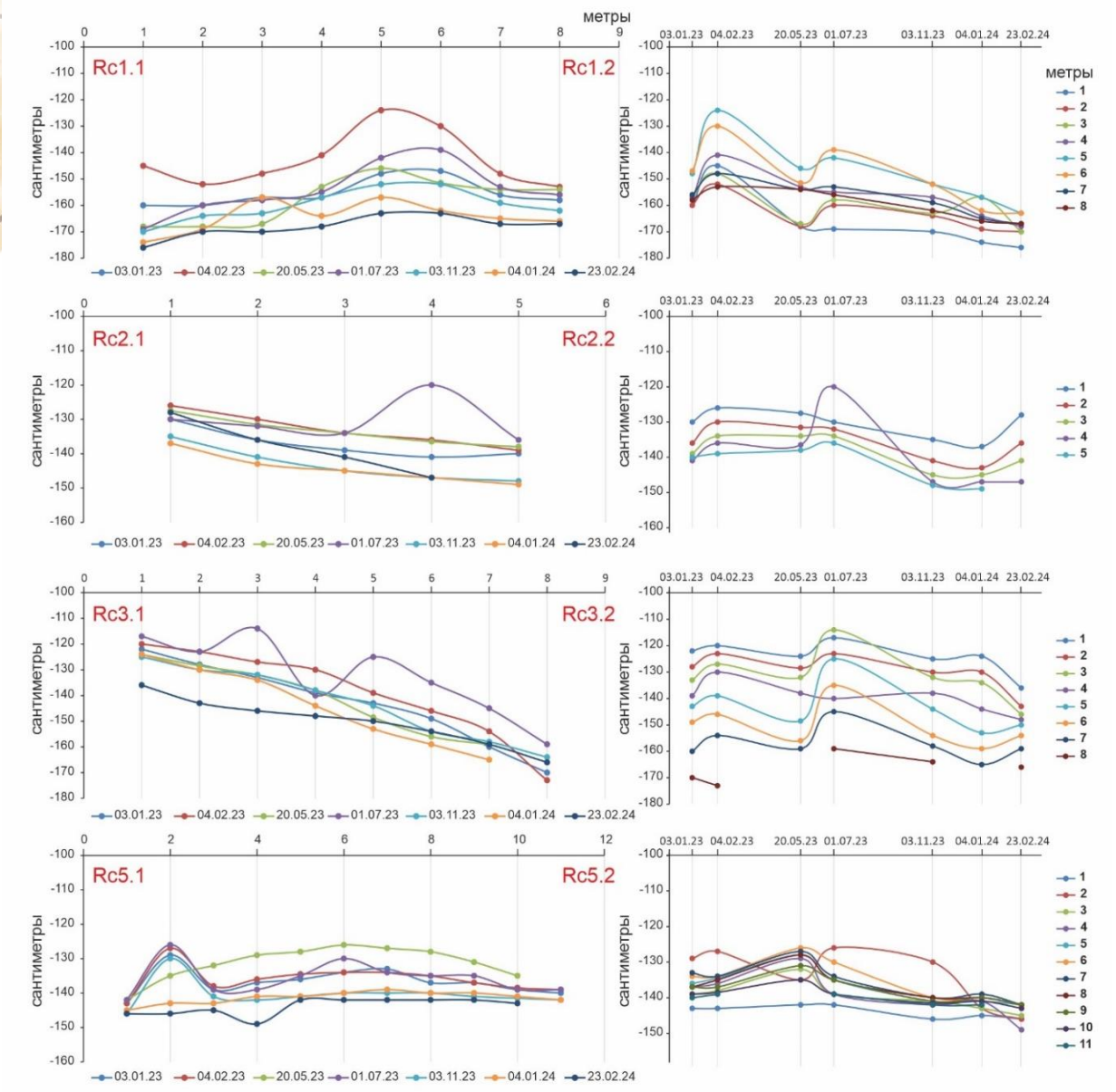
Наблюдения за уровнем льда в Зимнем зале в нижней части наледи



Динамика уровня льда относительно Rc0 в Зимнем зале около Медвежьего колодца

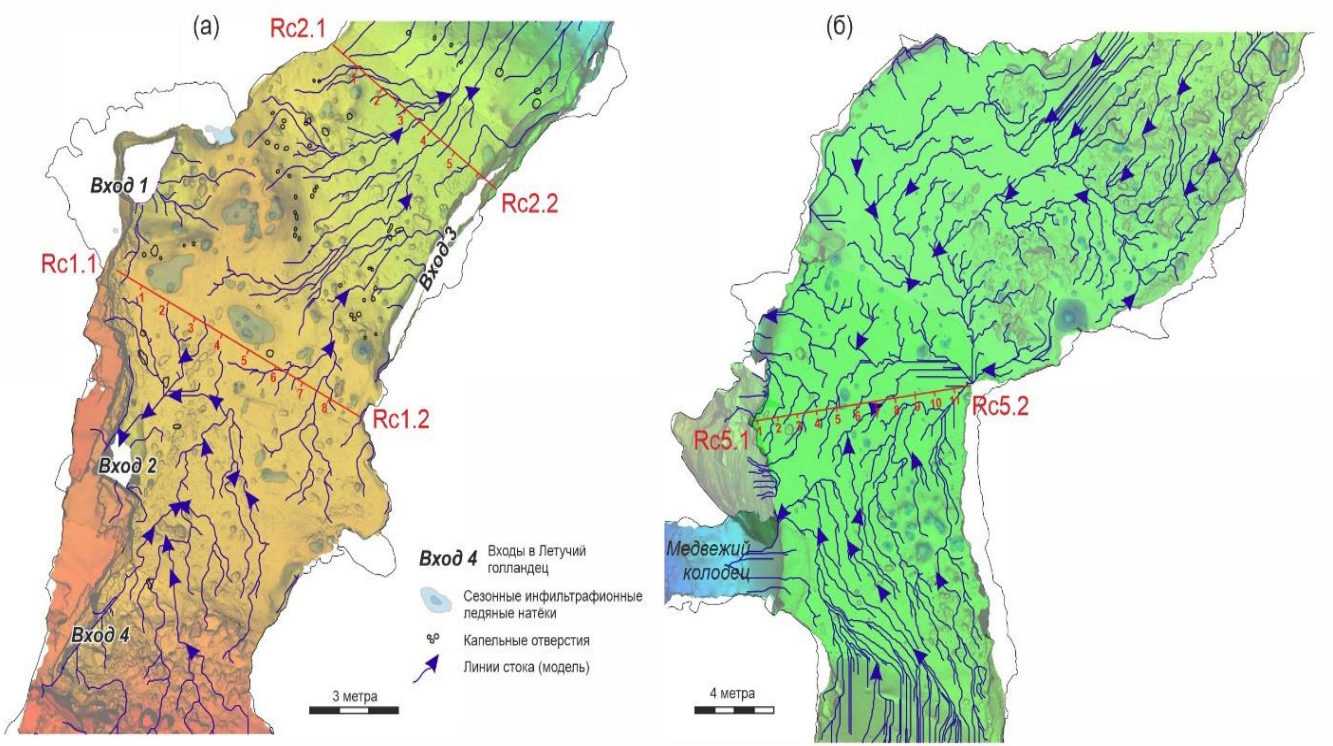
В период с 2009 по 2015 год сохранялся относительно стабильный уровень наледи, но начиная с лета 2015 года отметился устойчивый тренд на деградацию многолетнего льда. С лета 2015 года изменение уровня льда практически постоянное и составляет примерно 4,9 см/ год.

Динамика изменения уровня наледи по новым реперам Наблюдения в верхней части наледи



Особенностью ряда данных по всем точкам наблюдений является отсутствие прироста льда во время весеннего снеготаяния 2023 года. Этот период в большинстве пещер подобного типа является наиболее благоприятным для пополнения запасов льда – поскольку в промороженную за зиму полость через входное отверстие втекает значительный объем талых вод. Скорость таяния льда в верхней части наледи оценивается 9-13 см/г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНИЙ СТОКА ВОДЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ НАЛЕДИ



Цифровые модели рельефа и результаты моделирования линий стока воды по многолетней наледи

Анализ цифровой модели рельефа и моделирование линий стока показывает, что в настоящее время потоки воды, приходящие в пещеру через вход, не участвуют в питании наледи – поскольку перехватываются одним из провалов-отверстий и отводятся в подлёдную полость «Летучий голландец». Такое изменение условий питания наледи на фоне описанного выше сокращения периода отрицательных температур в ближней части пещеры, видимо, и является причиной быстрой деградации льда в последнее десятилетие

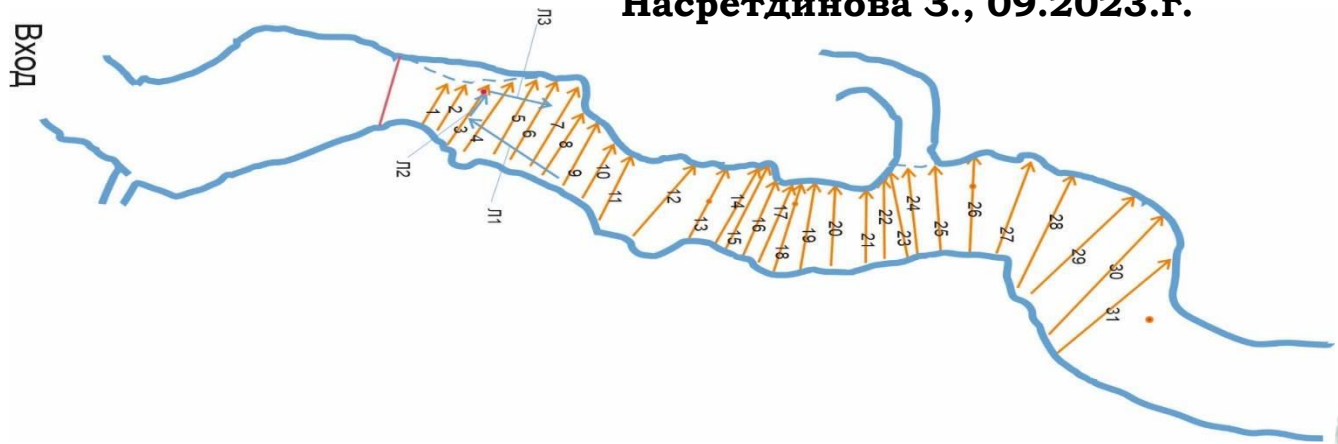
Исследование наледи при помощи георадара



Особенностью наледи является наличие подледных и внутриледных пустот. Фото: Чегодаев О., 09.2023 г.

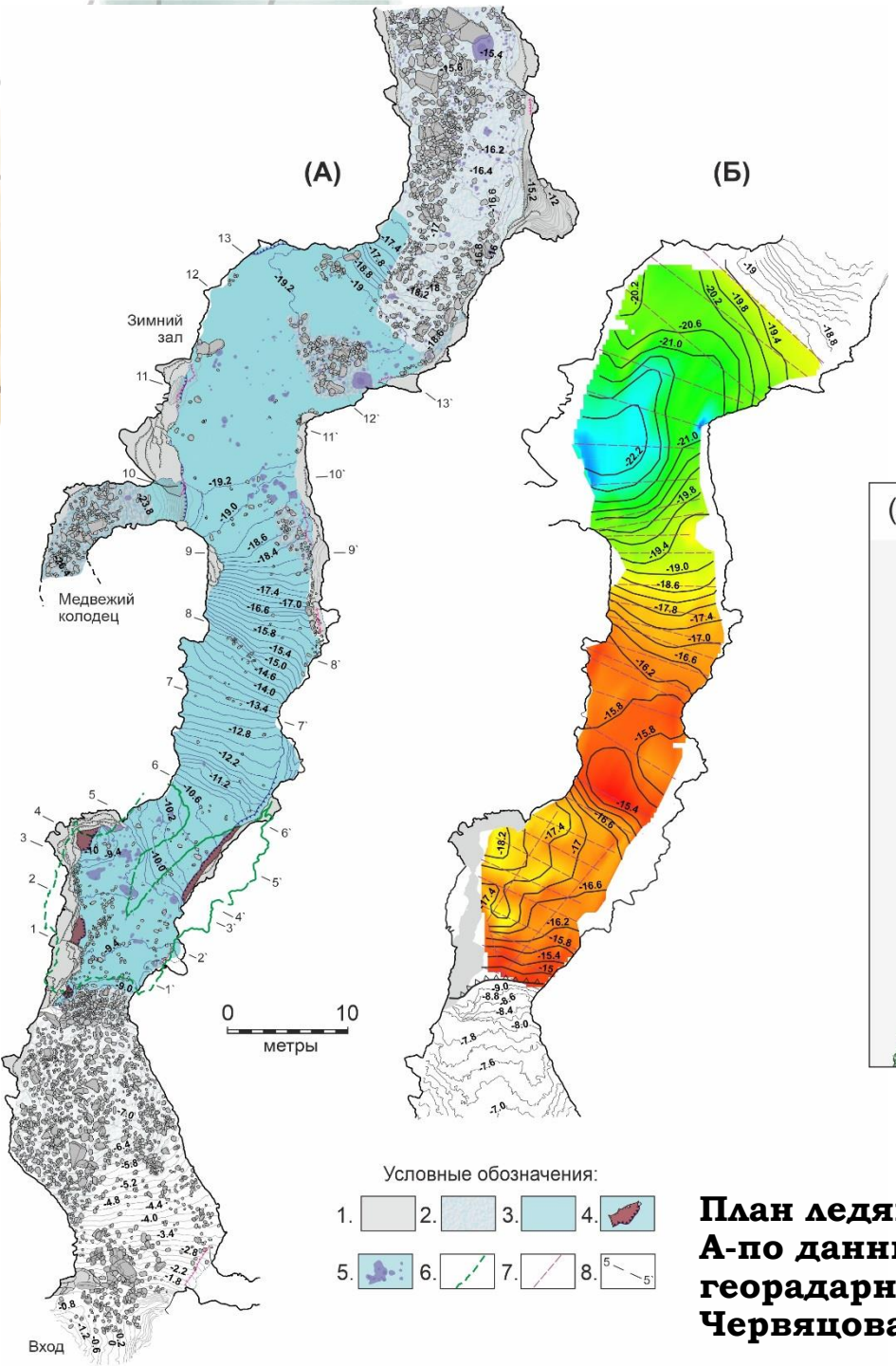


Профилирование наледи проводили по заранее размеченным трассам. На наклонных участках – при помощи волонтеров. Фото: Насретдинова З., 09.2023.г.

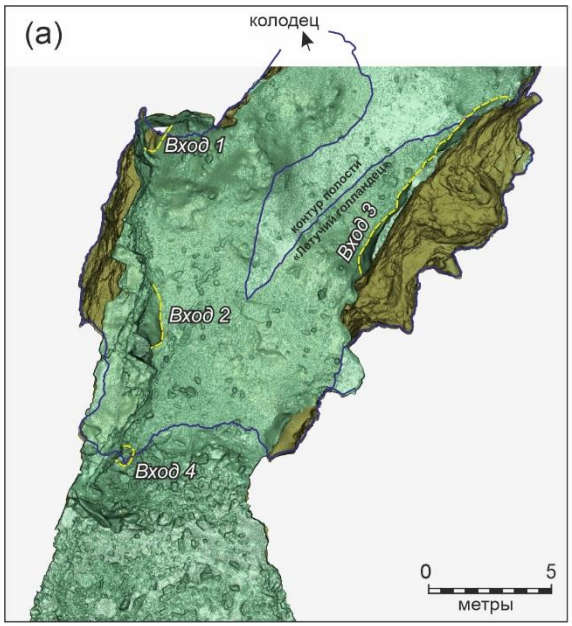


Расположение профилей георадарной съемки

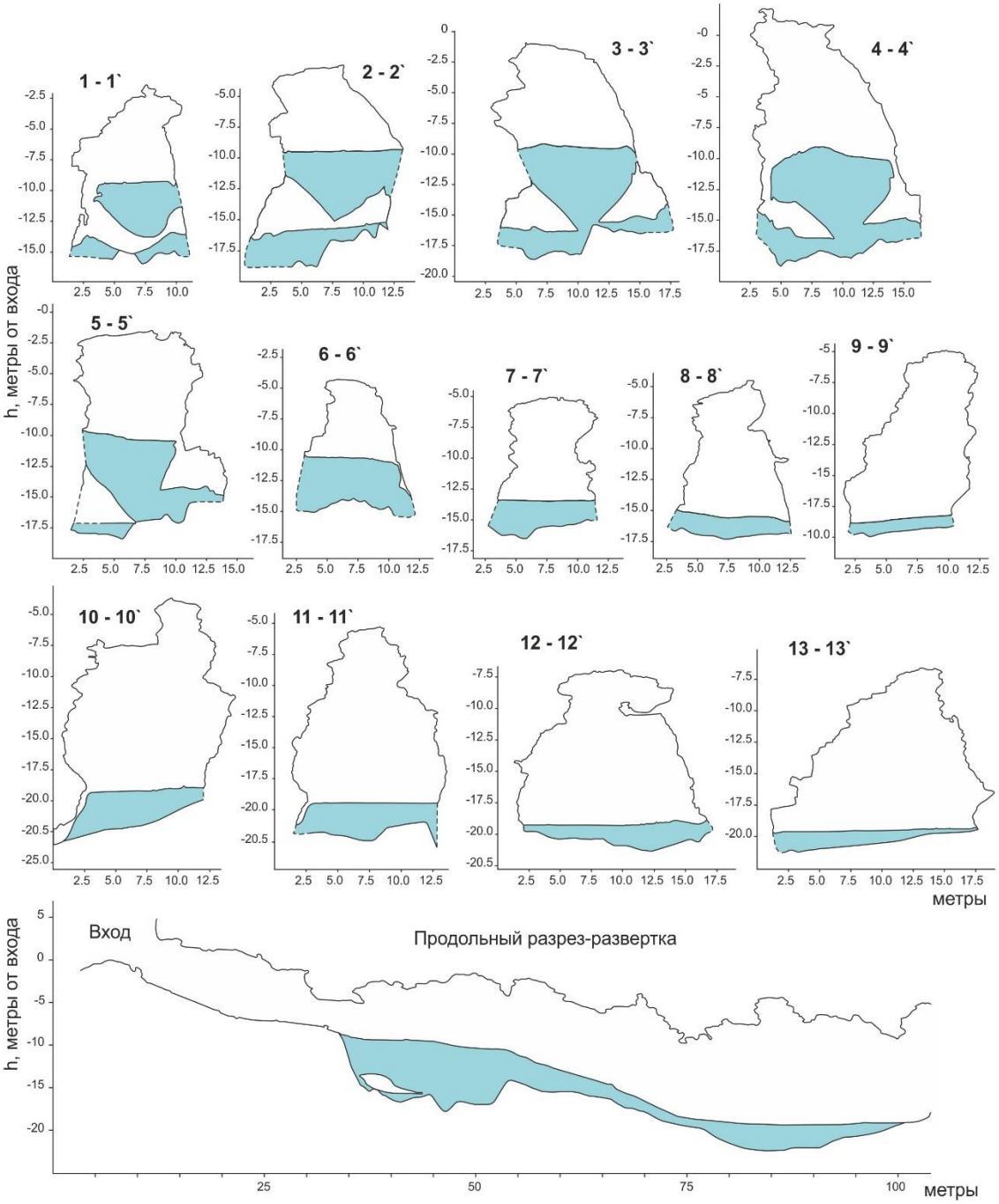
Построение цифровых моделей наледи и полостей пещеры по данным наземного лазерного сканирования и георадарной съемки



План ледяной части пещеры Киндерлинская:. А-по данным лазерного сканирования, Б-георадарной и лазерной съемки. Составила: Червяцова О. Я.



Вид наледи сверху, показывающий поверхность наледи с отверстиями, ведущими в полость «Летучий голландец» по данным лазерного сканирования. Составила: О. Я. Червяцова

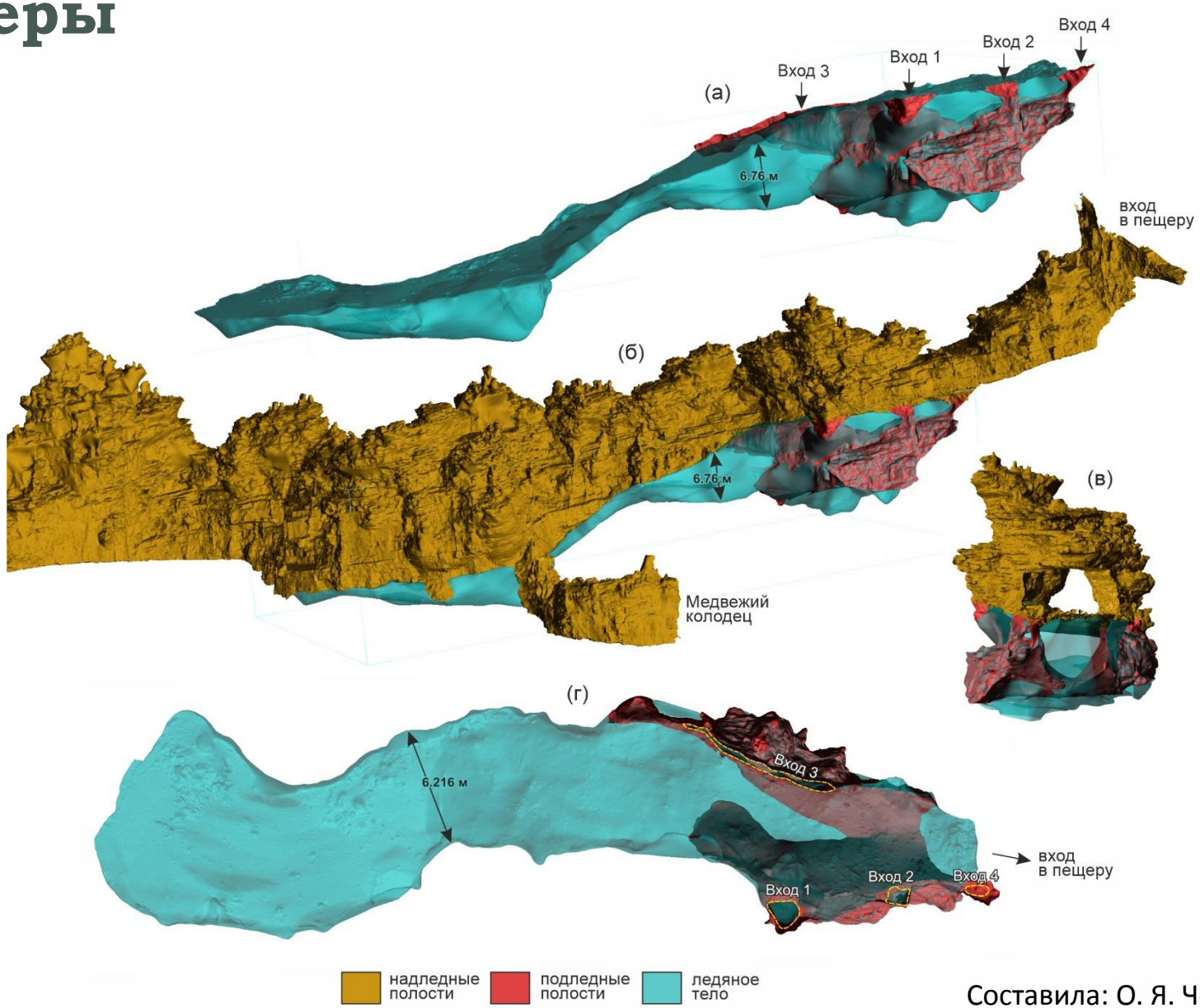


Установлено, что ложе наледи имеет достаточно сложную морфологию – в частности, подо льдом находится уступ глубиной 5-6 метров и котловинообразное понижение, где мощность льда достигает 9-10 метров.

Далее на наклонной части толщина льда уменьшается до 1 метра, в Зимнем зале достигает 3-4 метров.

Протяженность наледи (2023г)- 65,5 м, площадь – 632 м2 , ширина наледи – 6,5-15 м. объем ледяного тела - 1782 м3, доступный объем подледных полостей «Летучий голландец» - 382 м3 . В последние годы наблюдается увеличение этих полостей и появление новых отверстий на поверхности льда

Рендеры цифровых моделей наледи, подлёдных полостей и надлёдных частей пещеры



Составила: О. Я. Червяцова



Происхождение «Летучего голландца» не до конца понятно. Приуроченность подлёдных полостей и входных отверстий к стенам пещеры свидетельствует о форсированном таянии льда при отепляющем влиянии вмещающих горных пород. Однако, возможно так же зимнее поступление теплого воздуха из недоступных полостей, расположенных ниже (о чем, в частности, свидетельствует появление изморози на потолках «Летучего голландца»). Георадарные профили, пройденные через этот участок, показывают наличие многочисленных пустот, расположенных под ложем наледи – вероятно, там находится крупно-глыбовый завал

Результаты: Микроклиматические исследования

- Мониторинг микроклимата на ключевых участках пещеры при помощи логгеров и в недавно открытой 8 части
- Обработка и анализ серии наблюдений за 2023-24 гг.



Логгер в 8 части. Фото: Рычагов С., 11.2023 г.

Микроклиматические исследования недавно открытой труднодоступной 8-й части пещеры показали, что сезонная динамика температур воздуха там практически отсутствует – что связано с ее удаленностью от входа. При этом, в некоторых местах выявляются короткопериодические колебания температур воздуха, наиболее проявленные в летнее время, в условиях нисходящих потоков воздуха. Эти колебания в основном связаны с суточным ходом температур на поверхности

За время инструментальных наблюдений за температурой воздуха в ближней (ледяной) части пещеры (с 2013 года) было отмечен тренд на ее отепление в летнее время

Результаты: Микробиологические исследования

- Маршрутное обследование пещеры с целью выявления видимых очагов роста плесневых грибов, оценка размера очагов площадей заражения. Отбор проб плесневых пленок, грунта и воздуха для микробиологических исследований
- Изучение видового состава микроскопических грибов в различных пещерных средах (плесневых пленках, аэросреде, грунте).
- Выявлен комплекс типичных видов микроскопических грибов образующих плесневые пленки в пещере, и видов, представляющих потенциальную опасность для здоровья посетителей (по литературным источникам)
- Обработка видимых колоний микроорганизмов на скальных поверхностях 15% -й перекисью водорода
- Микробиологические исследование проб проводили в лаборатории прикладной микробиологии УИБ УФИЦ РАН

Видовой состав микроскопических грибов в грунте, воздухе и плесневых пленок пещеры Киндерлинская

Длительное изучение с 2010 года видов грибов в некоторых экотопах пещеры (грунт и воздух) и плесневых пленок, а также сред с прилегающей территории позволили выделить 162 вида микроскопических грибов из 63 родов и также стерильные формы, аскомицеты, и дрожжевые грибы. Часто встречаемые рода Penicillium – 38 видов, Aspergillus – 12, Fusarium, Trichoderma – 7, Humicola, Oidiodendron, Mucor, Paecilomyces – 5, Trichosporiella – 4, Monodyctis, Talaromyces, Trichosporiella – 3 вида. Тринадцать родов было представлено 2 видами и 38 одним видом.

В пещере было выявлено 154 вида грибов, из которых половина образуют комплекс типичных видов, и остальные случайные выделенные однократно. Больше всего видов грибов выявлено в грунте – 105, чуть ниже в грибных пленках - 91 и меньше всего в аэросреде - 47. Большинство видов грибов из плесневых пленок и воздуха входят в комплекс типичных видов пещеры, 66 и 41 вид, соответственно. Напротив, в грунтах в комплекс типичных видов грибов входят чуть больше половины – 61 вид.

Наиболее значимые виды в пещере Penicillium aurantiuogriseum, и Geomyces pannorum, которые встречаются в изученных экотопах, по всей длине и во все сроки исследований. Однако в отдельных пещерных средах кроме этих видов в большинстве частей в изученные сроки исследований присутствовали виды: в грунтах Aspergillus versicolor, в воздухе - Aspergillus niger, Cladosporium cladosporioides и в грибных пленках - Aspergillus aureolatus, A. versicolor.

В пещере Киндерлинская выявлено 37 видов микроскопических грибов, представляющих потенциальную опасность для её посетителей

Доминирующие и часто встречаемые виды грибов и их потенциальная опасность для здоровья человека (по Саттон и др., 2001)

Виды	Комплекс видов	Вызываемые заболевания, выделены из тканей больных людей
Geomyces pannorum	Доминирующий	Онихомикозы
Виды рода *Acremonium* (*A. butyric*, *A. charticola*, *Acremonium* sp.)	Часто встречаемые	Онихомикоз, язва роговицы глаза, мицетома, менингит, эндокардит
Alternaria alternata		Синусит, кератомикоз, онихомикоз
Aspergillus fumigatus		Аспергиллез различных органов
A. niger		Легочные инфекции
A. versicolor		Онихомикоз, инвазивный аспергиллез
Cladosporium cladosporioides		Легочные и кожные инфекции
Oidiodendron cereale		Выделен из больного псориазиформеным нейродермитом

Плесневые грибы в пещере Киндерлинской растут там, где есть органические останки





Площадка над уступом К12 (1 часть)
Фото: Кузьмина Л.Ю. 07.2023



Столовый зал (5 часть)
Фото: Кузьмина Л.Ю. 07.2023

Плесневые обрастания, развивающиеся в пещере, приурочены к местам с высокой проходимостью и организацией ПБЛ. Видовой состав плесневых обрастаний меняется, за время наблюдений обнаружено увеличение их видового богатства, грибы с дневной поверхности продвигаются вглубь полости, некоторые виды прочно закрепились в отдельных частях. Микроскопические грибы являются одним из самых заметных «знаков» загрязнения пещеры вследствие рекреационной нагрузки. Кроме того, присутствие в их составе видов, способных вызывать заболевание, представляет опасность для здоровья посетителей.

Результаты:
Оборудование туристских и спортивных маршрутов в пещере Киндерлинская



У входа установлен стенд с правилами безопасного поведения в пещере.

Горизонтальные ходы пещеры на протяжении 2, 5 км являются экскурсионными маршрутами, доступными для туристов без специальной подготовки. Они активно посещаются коммерческими группами.

Вертикальные участки этих ходов были оборудованы элементами, обеспечивающими безопасное и удобное прохождение препятствий.



На вертикальных трехметровых уступах перед Классическим залом, на подъеме в Пятую часть и на Уступ 3м во Входной галерее смонтированы металлические лестницы.

Фото: Рычагов С., 07.2023 г.

Киндерлинская



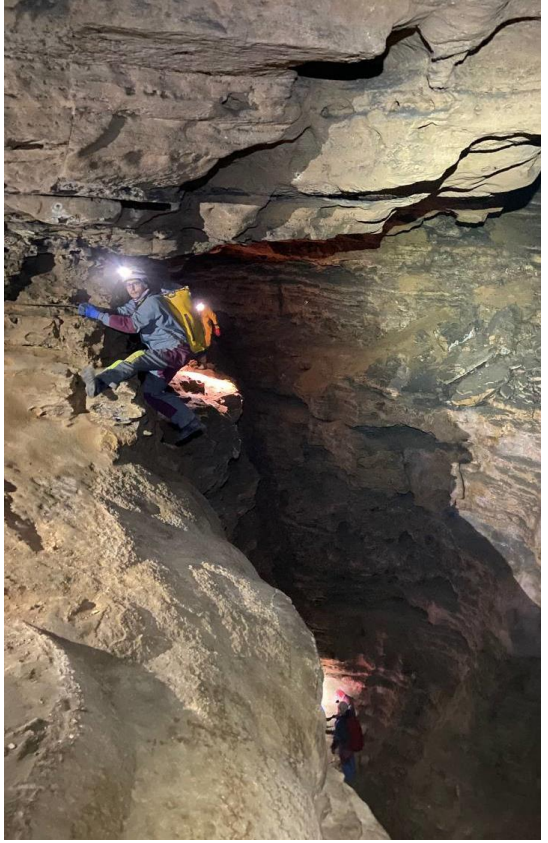
Клеевые анкера с кольцом установлены на всех вертикальных и наклонных участках экскурсионных ходов, Часть из них оборудована веревочными перилами с бескарабинной навеской, в том числе входная наледь. Фото Рычагов С., июнь 2023г



Баширов А., Рычагов С. устанавливают клеевые анкера с кольцом. Фото: Жданов Д., июль 2023г.

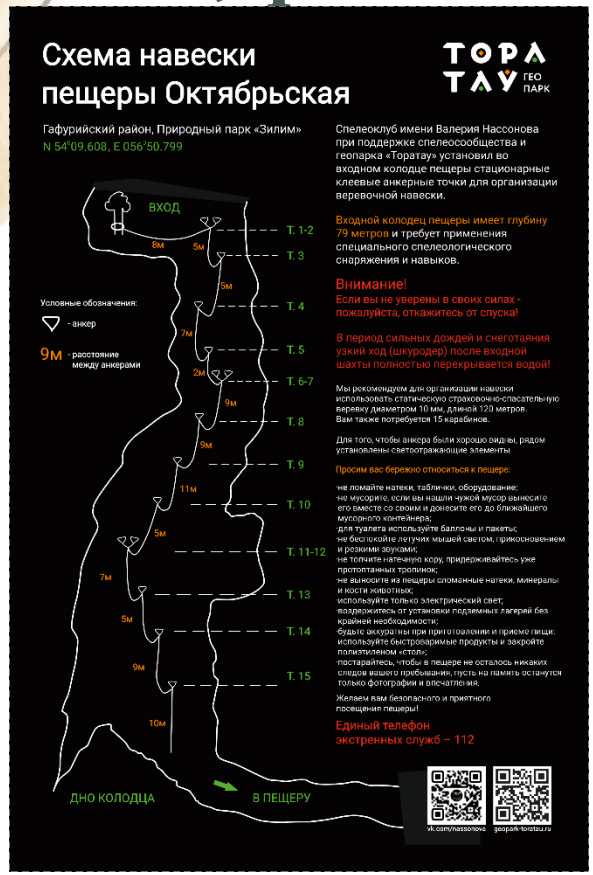


Светоотражающие таблички с названиями ходов и залов установлены в разных частях пещеры. а фото Гильманов Р. Фото: Насрединова З., январь 2024 г.



Спортивный траверс по аналогии с виа-феррата над колодцем 12м оборудован тросом и скобами-ступенями. Фото Рычагов С., июнь 2023 г.

Оборудование спортивного маршрута в пещерной системе Октябрьская-Леднева



У входной воронки установлен стенд со схемой и описанием навески во входной шахте и рекомендациями по безопасному и экологическому прохождению пещеры

Пещера Октябрьская начинается 80-метровой входной шахтой, для прохождения которой требуется специальное снаряжение и спелеоподготовка. В пещерной системе Октябрьская – Леднева разработан спортивный спелеотуристский маршрут 3Б категории трудности. Маршрут был оборудован для спортивных групп.

Шахта оборудована клеевыми анкерами с кольцом и светоотражающими номерами точек опоры.
Фото: Рычагов С., 2023 г.



Рычагов С. устанавливает анкер. Фото: Ахмадеев Р., 07.2023 г.



Все вертикали на маршруте оборудованы клеевыми анкерами с кольцом, на подъемах из Октябрьской – бескарабинной навеской

Выводы:

Заявленные работы выполнены в полном объеме.

- Продолжен микроклиматический и микробиологический мониторинг пещеры;
- Продолжено изучение динамики многолетней гидрогенной наледи;
- Проведено детальное морфологическое исследование ледяной части пещеры: комбинирование данных лидарного сканирования и георадарной съемки позволило создать единую цифровую модель пещерных полостей и наледи, рассчитать объемы льда и подледных полостей;
- В результате топосъемки созданы качественные планы пещерной системы Октябрьская-Леднева и новых ходов пещеры Киндерлинская, которые можно использовать для проведения спортивных спелеопоходов, а также цифровые 3D модели;
- Работы по разведке ходов позволили увеличить длину пещеры Киндерлинская до **17 466** м, длину пещерной системы Октябрьская – Леднева до **6 036** м;
- В пещерной системе Октябрьская – Леднева разработан спортивный маршрут 3Б категории трудности;
- Представлены научные рекомендации по сохранению пещеры и безопасности посетителей,
- Результаты проекта имеют практическое значение в вопросах оборудования части пещеры, подверженной оледенению при создании надледной конструкции для передвижения посетителей; позволят грамотно эксплуатировать пещеру как экскурсионный объект при условии соблюдения рекомендаций по туристскому использованию, режиму посещения экскурсионных групп и экологической безопасности