

УДК 502.5 / 579.26 / 551.44

САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНАЯ МИКРОБИОТА ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ СНЕЖНАЯ – ИЛЛЮЗИЯ – МЕЖЕННОГО**¹Мазина С.Е., ²Базарова Е.П., ³Концевова А.А.***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, e-mail: conophytum@mail.ru;**²Институт земной коры СО РАН Institute of the Earth Crust, Irkutsk;**³ФГБНУ «ВНИИ Ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», Москва*

Проведен анализ санитарно-показательной микробиоты пещерной системы Снежная. В течение четырех лет проводилось исследование микробной контаминации воздуха пещеры. Определена взаимосвязь между численностью микроорганизмов и антропогенной нагрузкой. В пещере протекает крупная подземная река, в которую впадает несколько притоков. Имеются ванночки, заполненные каплей со сводов. Оценка микробиоты в воде пещеры проводилась в период межени. Исследование состояния водных потоков показало, что наибольшее число микроорганизмов фиксируется в ванночках, тогда как проточные воды имеют невысокое содержание микроорганизмов. Проводилось изучение микробной контаминации пород и минеральных отложений пещеры. При отборе образцов избегали нарушенных участков. В грунтах пещеры показано повышение численности микробиоты вблизи подземных туристических стоянок и на участках, часто посещаемых людьми.

Ключевые слова: микроорганизмы, карст, пещера, антропогенная нагрузка, микробиота

**SANITARY-INDICATIVE MICROBIOTA CAVE SYSTEM
SNEZHNYAYA – ILLUZIYA – MEZHENNAYA****¹Mazina S.E., ²Bazarova E.P., ³Kontsevova A.A.***¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: conophytum@mail.ru;**²Institute of the Earth Crust, Irkutsk;**³Federal public budgetary scientific institution is the All-Russian research institute of the Veterinary sanitation, hygiene and ecology, Moscow*

The analysis of sanitary indicative microbiota Snow cave system. During the four years surveyed microbial contamination of the air of the cave. The correlation between the number of microorganisms and anthropogenic load. The cave runs a large underground river, which empties into several tributaries. There are trays filled with drippings from the vaults. Evaluation of the microbiota in the water held in the cave during the drought period. Investigation of the water flows showed that the greatest number of microorganisms fixed in the tub while the water flow have low content of microorganisms. Conducted study of microbial contamination of rock and mineral deposits of the cave. When sampling avoid disturbing areas. The grounds of the cave shows increasing numbers of microbiota underground near tourist sites and in areas frequented by people.

Keywords: microorganisms, karst, cave, anthropogenic load, microbiota

Карстовые ландшафты формируют комплекс уникальных экосистем, наименее изученными из которых остаются подземные. Их отличительной особенностью являются специфические условия среды. Породы, в которых заложены полости, и отложения, характерные для подземных полостей, определяют особенности биотопа. Для карстовых полостей характерна повышенная влажность воздуха, наличие водных потоков различной мощности, повышенная минерализация воды, стабильные микроклиматические параметры [3, 11]. Отсутствие солнечного света накладывает ограничение на поступление органического вещества в подземные экосистемы. Оно либо вносится потоками, проникающими под землю, либо продуцируется обитающими в карстовых полостях организмами, видовой состав ко-

торых специфичен для каждой пещеры [14]. Карстовые горные массивы являются важной частью биосферы, в частности способствуют сохранению влаги и обеспечивают питание рек и ручьев. На карстовых территориях реализуются процессы самоочистки природных вод, эффективность которых зависит от состояния карста [15].

Увеличение в обществе интереса к экстремальным видам спорта, в том числе спелеотуризму, и совершенствование технических средств значительно увеличили рекреационную нагрузку на карстовые территории. На сегодняшний день для человека стали доступны карстовые полости большой протяженности и глубины до 2 км. Посещение таких систем предполагает длительное нахождение человека в подземном пространстве, создание подземных

туристических стоянок и, как следствие, загрязнение полостей. В ряде популярных районов такое загрязнение перестает быть локальным и принимает угрожающие масштабы. В частности, еще в 70–80 годах XX века отмечено скопление мусора в ряде пещер Абхазии, наиболее загрязненной стала пещерная система Снежная, в пещере накопились тонны бытового мусора, в том числе химически опасного [13]. Органические загрязнения в пещерах не поддаются учету.

Масштабность загрязнений, а также слабая изученность механизмов самоочистки пещерных систем и трансформации в них органического вещества, попадающего с поверхности, заставляет проводить исследования в этом направлении. Целью данной работы был количественный учет санитарно-показательных групп микроорганизмов в различных биотопах пещерной системы Снежная.

Материалы и методы исследования

Пещерная система Снежная (открыта в 1971 году) расположена в южной части Хипстинского высокогорного карстового массива (Гудаутский район, Абхазия) [3]. Согласно последним данным пещерная система сформирована в южном крыле крупной антиклинальной складки в известняках, доломитизированных известняках и доломитах [8]. Верхняя часть пещерной системы заложена в массивных и толстослоистых известняках и доломитах баррема, а нижняя часть пещерной системы почти полностью приурочена к пласту намывных брекчий нижнего неокома. Минералогические исследования пещеры фрагментарны, последняя обобщающая работа – Базаровой с соавторами [2].

Пещера сообщается с поверхностью несколькими доступными для человека входами Снежная (высота входа 1971 м над у.м.), пещера имени С. Меженного (высота входа 2015 м над у.м.) и Иллюзия (высота входа 2389 м над у.м.), причем последний на протяжении нескольких десятков метров был значительно расширен инженерными методами. Каждый вход открывает независимые вертикальные ветки пещеры, которые соединяются в общую систему на горизонтальных участках. Глубина вертикальных частей пещер составляет 670 м (Иллюзия), 500 м (Меженного) и 550 м (Снежная). Пещера продолжается до глубины 1753 метра с чередованием горизонтальных участков каньонообразных галерей, меандров, колодцев и глыбовых завалов. Основной вход пещеры Снежная представляет собой вертикальный колодец (размеры на поверхности 12×25 метров), заполненный снежно-ледовыми массами. На глубине 185–200 метров вертикальный ход переходит в Большой зал, где располагается снежно-ледовый конус (по некоторым предположениям ледник), объем которого оценивается в 30–40 тысяч м³ [7].

Пещера в горизонтальной части имеет подземную реку с меженным расходом 200 л/с. Неоднократными экспериментами по трассированию вод пещерной системы показано, что она питает реки Бзыбь, Хипста, Дохурта, источник Мчишта. Мчишта является выходом крупной подземной реки из карстовой пещерной системы Мчишта – Акшаша [4, 5, 6]. На источнике находится форелевое хозяйство.

Площадь водосбора входного колодца предположительно составляет 0,16 км². Поступление воды в полость происходит через крупные естественные входы, по трещинам и разломам или посредством фильтрации и просачивания через породу. Пещера паводкоопасна, даже незначительные осадки на поверхности приводят к быстрому увеличению объемов воды в подземной реке и ручьях и появлению дополнительных водных потоков в местах водокапов и боковых ответвлений пещеры. Вода в пещеру поступает за счет круговорота осадочных вод, значительную роль в котором принимают талые воды снежно-ледовых отложений [3].

Исследование на участке Иллюзия – Зал Победы проводили в августе 2008 года, январе 2010 и 2011 года; на участке Снежная – Зал Победы в августе 2009 и 2010 года; на участке ниже зала Победы в январе 2010 и 2011 года. Всего отобрано более 260 образцов, глубина мест отбора указана от верхнего входа (Иллюзия) в пещерную систему по представленной топографической карте (рисунок). На участке от входа Снежная до дна дополнительно приведена глубина от входа Снежная по работе Мавлюдова [7]. Ошибка привязки точки по глубине может достигать ±50 м, ошибка увеличивается с глубиной. Проанализирована микробная контаминация подземных стоянок (лагерей) спелеотуристов на различных глубинах. Время нахождения туристов на стоянках в момент исследования составляло трое суток. Стоянки на глубине 670 и 800 м не использовались несколько лет до момента исследования. Участок от входа Снежная до зала Победы был недоступен для посещений с зимы 2005–2006 года, поскольку вследствие схода лавины в районе естественного входа доступ в пещеру блокировали снежно-ледовые массы.

Определяли общее микробное число (ОМЧ) в воздухе, воде и грунте по стандартной методике [12]. Количество микроорганизмов в воздухе определяли методом седиментации с экспозицией 30 минут, расчет количества КОЕ в единице объема воздуха производили по формуле Омелянского [12]. Образцы воды отбирали на протяжении водного потока, их помещали в стерильные флаконы и хранили при температуре 5–9°C не более 8 часов. Численность микроорганизмов учитывали, используя среды МПА и Чапека – Докса, и на среде Эндо при 37°C. Бактерии группы кишечной палочки определяли методом мембранных фильтров, из лактозоположительных колоний делали окраску по Граму и ставили оксидазный тест. Бактерии *Clostridium perfringens* определяли на среде Вильсона – Блера при 43°C через 14–20 дней после отбора проб [12].

Анализировали глинистые отложения пещеры. Образцы грунтов отбирали в районе подземных базовых лагерей туристов (ПБЛ), участков удаленных от посещения (труднодоступные гроты), в сухих галереях и вдоль подземной реки. Грунт отбирали в стерильные емкости, которые хранили при 4–6°C не более 20 дней. Отбор образцов в каждой точке осуществляли с шагом в 10 см поперек хода пещеры на однородном грунте, исключая участки с явным антропогенным воздействием (уплотненный грунт, тропы, замусоренные участки и пр.). Для анализа использовали усредненную пробу с каждого участка. Кислотность грунта определяли в водной вытяжке [1]. Проводили анализ общего микробного числа, бактерий группы кишечной палочки, *Clostridium perfringens* и микромицетов. Численность выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на вес сухого грунта [12]. Образцы хранили и выращивали в темноте.



Топографическая схема (разрез-развертка) пещерной системы Снежная с указанием точек отбора проб

Исследование микробиоты пещер вызывает определенные сложности, поскольку пещеры часто расположены в труднодоступных местах и чаще всего транспортировка образцов до лаборатории занимает время, которое не позволяет обеспечить достоверность получаемых данных. Сохранить образцы, организовав необходимые условия для их транспортировки, не всегда возможно. В случае с пещерами, имеющими большую глубину и протяженность, эта задача становится еще более сложной. Спуск на дно пещеры Снежной занимает около 8 дней. Единственным способом получить адекватные результаты является организация микробиологических исследований непосредственно в пещере.

В данном исследовании использовали стерильные среды, разлитые в пластиковые чашки, которые закладывали в термоконтейнеры, где поддерживали необходимую температуру. Образцы грунтов с целью количественного анализа микроорганизмов изучали в лаборатории. Поскольку в пещере влажность близка к 100%, высушить образцы грунтов не представлялось возможным, это делали на поверхности.

В местах отбора образцов проводили измерение температуры и влажности электронными приборами Элин Комплекс iBDLR-L-U (термохрон) с ошибкой 0,1°C и 1%. Измерение pH проводили pH-метрами PH200 (погрешность $\pm 0,02$ pH) и PH-013 (погрешность $\pm 0,01$ pH).

Результаты исследования и их обсуждение

Микроклиматические параметры полости стабильны, температура воздуха колебалась только в привходовой зоне пещеры, с глубины 100 метров она становилась практически постоянной и постепенно увеличивалась с 2,8 до 6,5°C. В Большом зале, где расположен Ледовый конус, температура была 0°C. В пещере отмече-

на высокая влажность воздуха 96–100%. Температура воды на разных участках пещеры изменялась в пределах 3,8–4,1°C, pH воды была от 7,86 до 8,32 pH грунтов. Более подробно микроклиматические параметры пещеры и характеристика грунтов даны в работах [9, 2].

В глинистых отложениях пещеры численность всех групп микроорганизмов была повышенной вблизи постоянно используемых туристических стоянок и на часто посещаемых участках пещеры. Бактерии группы кишечной палочки отсутствовали на редко посещаемых участках и неиспользуемых стоянках, но в последнем случае выявлялись бактерии *Clostridium perfringens*. Наиболее загрязненными были стоянки в зале Победы, а наименее – лагеря на участке Иллюзии на глубине 320, неиспользуемые стоянки в Иллюзии на 670 метрах и ПБЛ в зале Юпитера (табл. 1). В образцах глинистых отложений непосещаемых участков изредка встречался светлоокрашенный мицелий с низким обилием, число КОЕ микромицетов не превышало 200 КОЕ/г, в паводковых глинах микромицетов не обнаружено. В образцах субстратов туристических лагерей микромицеты были представлены дискретно.

Основной водный поток пещеры в период межени содержит небольшое число микроорганизмов. После водопадов и каскадных уступов содержание микроорганизмов в воде снижается, что можно объяснить разрушением клеток на участках со сложным рельефом. Такое явление

описано и в других пещерах [10]. Воды боковых притоков и водокапы также относятся к чистым по показателям содержания микроорганизмов. Наибольшее число

микроорганизмов отмечено в ванночках вблизи стоянок туристов, причем в процессе использования ПБЛ численность микроорганизмов возрастала (табл. 2).

Таблица 1

Численность микроорганизмов в грунтах пещеры*

№ п/п	Место отбора	Глубина, м	ОМЧ	Микро- мицеты	<i>Clostridium perfringens</i>	БГКП
			в 1 г			
Иллюзия						
1	Зал, ПБЛ	110	4·10 ⁶	2·10 ⁴	4	0–14
5	Иллюзия, ПБЛ	320	2·10 ⁷	4·10 ⁴	40	6
7	Ядерный каскад	500	8·10 ⁴	2000	0	0
8	Иллюзия, ПБЛ	670	4·10 ⁶	2·10 ⁴	28	0
10	Иллюзия, ПБЛ	700	2·10 ⁹	2·10 ⁸	65	26
11	Берег ручья	720	4·10 ⁸	600	4	0–12
12	Галерея оранжевых грез	770	3·10 ⁷	3·10 ⁴	2	14
Меженного						
13	Соединение Иллюзия – Меженного, ПБЛ	800	5·10 ⁶	300	7	0
14	Берег реки	830	5·10 ⁶	200	6	4
15	Сахалинская галерея, ПБЛ	900	2·10 ⁸	4·10 ⁸	36	12
16	Берег реки	960	4·10 ⁷	4000	–	8
17	ПБЛ в Зале Юпитера	940	2·10 ⁶	3·10 ⁴	14	0
Снежная						
18	Соединение пещер Меженного – Снежная	950 (1368)	4·10 ⁵	400	2	4
19	Берег реки	1050 (1468)	4·10 ⁵	200	–	0
20	Цветочный ход	550 (968)	5·10 ⁶	110	0	0
21	Зал Надежда, перед Цветочным ходом	550 (968)	3·10 ⁶	4000	0	0
22	Зал Надежда, соединение с залом Победы	550 (968)	6·10 ⁷	6·10 ⁴	6	0
23	Большой зал	185 (603)	3·10 ⁵	12	0	0–20
24	Университетский зал	447 (865)	3·10 ⁶ –3·10 ⁸	3·10 ⁴ –5·10 ⁴	30–400 900	0–25 2–80
28	Четвертый завал	650 (1068)	6·10 ⁶	2000	6	0
30	Первый ПБЛ, подъем с реки	675 (1093)	5·10 ⁶	3·10 ⁴	10	0
32	Зал Победы, ПБЛ	630 (1048)	4·10 ⁸	3·10 ⁸	80–400	40
35	Зал Дольмена	732 (1150)	4·10 ⁶ –2·10 ⁸	2·10 ⁴	20	0
39	Зал Ожидания	800 (1218)	9·10 ⁷	2·10 ⁷	70	25
40	Гремящий зал	835 (1253)	4·10 ⁷	1·10 ⁶	4–3504	0–16
43	Глиняный завал	965 (1383)	8·10 ⁷	9·10 ⁵	60	20
45	Зал ИГАН, ПБЛ	1125 (1543)	4·10 ⁷	2·10 ⁵	40	18
48	Зал Икс	1275 (1693)	6·10 ⁶	4·10 ⁵	800	40

Пр и м е ч а н и е . *В таблицах указаны средние значения, в случае большой разницы между значениями в различные даты исследования указаны min и max значения).

Таблица 2

Численность микроорганизмов в водах пещеры

№ п/п	Место отбора	Глубина, м	ОМЧ	Микро- мицеты	БГКП
			в 100 мл		
Иллюзия					
2	Водокап в зале, ПБЛ	113	1500	30	8
3	Ванночка с водокапом	130	1800–2·10 ⁵	20	6
4	Ручей	260	400	10	0
6	Основной поток	440	3200	0	14
7	Ядерный каскад	500	1200	20	0
9	Ручей Яуза	680	780	42	0
10	Иллюзия, ванночка с водокапом, ПБЛ	700	1000–15·10 ⁴	58	2
11	Ручей	720	1100	12	0
12	Галерея оранжевых грез	770	600	60	0
Меженного					
14	Река	830	600	30	0
15	Сахалинская галерея, ПБЛ	900	30–4000	7	0
16	Река	940	1000	16	0
Снежная					
18	Соединение пещер Меженного – Снежная	950 (1368)	800	30	3
19	Река	1050 (1468)	600	40	0
24	Университетский зал, водокап	447 (865)	400–15000	18–60	2–6
25	Ручей перед первым завалом	520 (938)	1200	6–65	0–20
26	Впадение Водопадного ручья в основную реку	650 (1068)	860-8000	25	14
27	Река перед четвертым завалом	670 (1088)	770	16	0
29	Пятый завал у реки	685 (1103)	650	14	0
32	Зал Победы, водокап	630 (1048)	300	60	0
33	Река, спуск из зала Победы	710 (1128)	12000	400	6
34	Река перед залом Дольмена	777 (1195)	200	13	0
36	Река, спуск из зала Дольмена	790 (1208)	220	20	0
37	Ручей Струйка	792 (1210)	120	4	0
38	Река перед Седьмым завалом	810 (1228)	180	16	0
40	Гремящий зал	835 (1253)	240	18	0
42	Река перед глиняным завалом	950 (1368)	9000	36	12
44	Верх водопада Озерный	1070 (1488)	200	–	–
46	Река у зала ИГАН	1130 (1548)	140	19	0
47	Низ водопада Олимпийский	1255 (1673)	130	8	0

По результатам исследований воздуха показана зависимость содержания КОЕ бактерий и микромицетов от присутствия человека. Отмечено повышение количества микроорганизмов в воздухе в районе туристических лагерей при нахождении в них людей (табл. 3). За три дня пребывания на стоянках туристов ОМЧ и количество микромицетов могло увеличиться в несколько десятков раз (Иллюзия 700, Сахалинская галерея, зал Победы). Все туристические стоянки располагались в залах, в верхних участках пещеры, где ток воздуха замедлен, что способствовало накоплению КОЕ микроорганизмов. Резкое повышение содержания микроорганизмов

в воздухе на стоянках может быть связано как с непосредственным попаданием микроорганизмов из организма человека в воздушную среду пещеры, так и с выделением зачатков микроорганизмов из субстратов, вследствие интенсификации воздушных потоков и поднятия частиц грунта и микроорганизмов в воздух при движении людей.

Проведенные исследования показали зависимость количества бактерий и микромицетов от величины антропогенной нагрузки. Отмечено преимущественное развитие микромицетов на загрязненных органическим веществом субстратах. Число микроорганизмов в водном потоке неодинаково на разных

участках водотока, но роль воды в переносе микроорганизмов остается неопределенной. Возможно, что водный поток является переносчиком микрофлоры, но она разрушается на участках со сложным рельефом. Морфология полости, характеризующаяся обили-

ем узких участков в завалах, чередующихся спусков и подъемов, исключает перенос микроорганизмов воздушными потоками. Это подтверждается низким количеством микроорганизмов в воздухе и в грунтах на непосредственных участках пещеры.

Таблица 3

Численность микроорганизмов в воздухе пещеры

№ п/п	Место отбора	Глубина, м	ОМЧ	Микромицеты
			в 1 м³ (1–3 день)	
Иллюзия				
1	Зал, ПБЛ	110	50–200	2000
5	Иллюзия, ПБЛ	320	120–12000	300–9000
7	Ядерный каскад	500	150	200
8	Иллюзия, ПБЛ	670	300	50–500
9	Ручей Яуза	680	270	200
10	Иллюзия, ПБЛ	700	800–16000	200–7000
12	Галерея оранжевых грез	770	210	40
Меженного				
13	Соединение Иллюзия – Меженного, ПБЛ	800	160	400
14	Река	830	200	30
15	Сахалинская галерея, ПБЛ	900	300–11000	800–8200
16	Река	940	500	200
17	ПБЛ в Зале Юпитера	990	1500	500
Снежная				
18	Соединение Меженного – Снежная	950 (1368)	180	60
19	Река	1050 (1468)	240	30
20	Цветочный ход	550 (968)	380	330
21	Зал Надежда, перед Цветочным ходом	550 (968)	600	1000
22	Зал Надежда, перед залом Победы	550 (968)	4000	1500
23	Большой зал	185 (603)	50	10
24	Университетский зал	447 (865)	20–3000	5019–7980
26	Впадение Водопадного ручья в основную реку	650 (1068)	250	20
28	Четвертый завал	650 (1068)	260	400
29	Пятый завал у реки	685 (1103)	210	315
30	Первый ПБЛ, подъем с реки	675 (1093)	480	19900
31	В завале, выше ПБЛ	670 (1088)	400	18480
32	Зал Победы	630 (1048)	4000–18000	1000–14000
33	Река, спуск после зала Победы	710 (1128)	600	800
35	Зал Дольмена	732 (1150)	420–2800	60
36	Река, спуск из зала Дольмена	790 (1208)	210	20
38	Река у подъема на Седьмой завал	810 (1228)	200	20
39	Зал Ожидания	800 (1218)	320–8000	300-800
40	Гремящий зал	835 (1253)	800–6000	200
41	Гремящий зал, спуск к воде	870 (1288)	980	200
42	Река перед глиняным завалом	950 (1368)	240	40
43	Глиняный завал	965 (1383)	600	600
44	Верх водопада Озерный	1070 (1488)	200	60
45	Зал ИГАН	1125 (1543)	500–1800	400
46	Река у зала ИГАН	1130 (1548)	370	300
47	Низ водопада Олимпийский	1255 (1673)	220	40
48	Зал Икс	1275 (1693)	400	800

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970. – 486 с.
2. Базарова Е.П., Мазина С.Е., Ходырева Е.В. Минералогические исследования в пещерной системе Снежная-Меженного-Иллюзия (Западный Кавказ, Бзыбский хребет): предварительные результаты и направления дальнейших работ // *Спелеология и карстология*. – 2013. – № 10. – С. 76–85.
3. Вахрушев Б.А., Дублянский В.Н., Амеличев Г.Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ. – М.: РУДН, 2001. – 165 с.
4. Гигинейшвили Г.Н. Карстовые воды Большого Кавказа и основные проблемы гидрогеологии карста. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. – 222 с.
5. Гусев А.С., Мазина С.Е. Движение карстовых вод системы Снежная (Западный Кавказ): результаты индикаторного опыта 2010 года // *Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук*, Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: НГПИ, 2010. – С. 121–124.
6. Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа / под ред. В.Н. Дублянского, В.И. Клименко, Б.А. Вахрушева, В.Д. Резвана. – Сочи, 1987. – 124 с.
7. Мавлюдов Б.Р. Усиков Д.А. Предварительный отчет об исследованиях пещеры «Снежная» Западно-Кавказским карстово-гляциологическим отрядом отдела гляциологии Института географии АН СССР (июнь-июль, 1979 г.) Научный руководитель: чл.-корр. АН СССР В.М. Котляков: <http://www.snowcave.ru> (дата обращения: 10.06.2015).
8. Мавлюдов Б.Р. О геологии пещерной системы Снежная-Меженного-Иллюзия (Западный Кавказ) // Комплексное использование и охрана подземных пространств: Международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию юбилею научной и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рождения В.С. Лукина / ГИ УрО РАН; под общ. ред. О. Кадебской, В. Андрейчука. – Пермь, 2014. – С. 30–39.
9. Мазина С.Е. Предварительные данные по исследованию микроорганизмов карстовой пещерной системы Снежная-Меженного-Иллюзия (Абхазия) // *Минералогия техногенеза-2009* под ред. С.С. Потапова. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. – С. 93–107.
10. Мазина С.Е. Предварительные данные исследований состава микрофлоры привходовых участков пещер Арабики: Куйбышевская, Гномов и Крубера-Вороней // *Спелеология Самарской области*. – 2011. – Вып. 6. – С. 69–77.
11. Максимович Г.А. Основы карстоведения. – Пермь, 1963. – 480 с.
12. Практикум по микробиологии / под ред. А.И. Нетрусова. – 2005. – 602 с.
13. Nemchenko T.A. Snezhnaya – History and Exploration // *National Speleological Society News*. – 1993. – Vol. 51. – № 10. – P. 268–278.
14. Northup D.E., Lavoie K.H. Geomicrobiology of Caves: A Review *Geomicrobiology Journal*. – 2001. – № 18. – P. 199–222.
15. Vesper D.J., Loop C.M., White W.B. Contaminant transport in karst aquifers. // *Theoretical and Applied Karstology*. – 2001. – № 13–14. – P. 101–111.
16. Hrebet: predvaritelnye rezultaty i napravleniya dalnejshih rabot // *Speleologiya i karstologiya*. 2013. no. 10. pp. 76–85.
17. Vahrushev B.A., Dublyanskij V.N., Amelichev G.N. Karst Bzybского hrehta. Zapadnyj Kavkaz. M.: RUDN, 2001. 165 p.
18. Giginejshvili G.N. Karstovye vody Bolshogo Kavkaza i osnovnye problemy gidrogeologii karsta. Tbilisi: Mecniereba, 1979. 222 p.
19. Gusev A.S., Mazina S.E. Dvizhenie karstovykh vod sistemy Snezhnaya (Zapadnyj Kavkaz): rezultaty indikatornogo opyta 2010 goda // *Speleologiya i spelestologiya: razvitie i vzaimodejstvie nauk*, Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Naberezhnye Chelny: NGPI, 2010. pp. 121–124.
20. Kompleksnye karstologo-speleologicheskie issledovaniya i ohrana geologicheskoy sredy Zapadnogo Kavkaza. (Pod red. V.N. Dublyanskogo, V.I. Klimenko, B.A. Vahrusheva, V.D. Rezvana). Sochi, 1987. 124 p.
21. Mavlyudov B.R. Usikov D.A. Predvaritelnyj otchet ob issledovaniyah peshchery «Snezhnaya» Zapadno-Kavkazskim karstovo-glyaciologicheskim otryadom otдела glyaciologii Instituta geografii AN SSSR (iyun-iyul, 1979 g.) Nauchnyj rukovoditel: chl.-korr. AN SSSR V.M. Kotlyakov: <http://www.snowcave.ru> (data obrashcheniya: 10.06.2015).
22. Mavlyudov B.R. O geologii peshchernoj sistemy Snezhnaya-Mezhennogo-Ilyuziya (Zapadnyj Kavkaz) // Kompleksnoe ispolzovanie i ohrana podzemnykh prostranstv: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 100-letnemu yubileyu nauchnoj i turistsko-ehkskursionnoj deyatel'nosti v Kungurskoj Ledyanoy peshchere i 100-letiyu so dnya rozhdeniya V.S. Lukina /GI UrO RAN; pod obshch. red. O. Kadebskoj, V. Andrejchuka. Perm, 2014. pp. 30–39.
23. Mazina S.E. Predvaritelnye dannye po issledovaniyu mikroorganizmov karstovoj peshchernoj sistemy Snezhnaya-Mezhennogo-Ilyuziya (Abkhaziya) // *Mineralogiya tekhnogeneza-2009* pod red. S.S. Potapova. Miass: IMin UrO RAN, 2009. pp. 93–107.
24. Mazina S.E. Predvaritelnye dannye issledovaniy sostava mikroflory privhodovykh uchastkov peshcher Arabiki: Kujbyshevskaya, Gnomov i Krubera-Voronej // *Speleologiya Samarskoj oblasti* (vypusk 6), 2011. pp. 69–77.
25. Maksimovich G. A. Osnovy karstovedeniya. Perm, 1963. 480 p.
26. Praktikum po mikrobiologii. Pod red. Netrusova A.I. 2005, 602 p.
27. Nemchenko T.A. Snezhnaya History and Exploration // *National Speleological Society News*, 1993. Vol. 51. no. 10. pp. 268–278.
28. Northup D.E., Lavoie K.H. Geomicrobiology of Caves: A Review *Geomicrobiology Journal*. 2001. 18: pp. 199–222.
29. Vesper D.J., Loop C.M., White W.B. Contaminant transport in karst aquifers. // *Theoretical and Applied Karstology*. 2001. no. 13–14. pp. 101–111.

References

1. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. M., 1970. 486 p.
2. Bazarova E.P., Mazina S.E., Hodyreva E.V. Mineralogicheskie issledovaniya v peshchernoj sisteme Snezhnaya-Mezhennogo-Ilyuziya (Zapadnyj Kavkaz, Bzyb'skij

Рецензенты:

Удавлив Д.И., д.б.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва;
Светличкин В.В., д.б.н., профессор, заведующий «Отдел технического регулирования, стандартизации и сертификации», ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», г. Москва.