

УДК 551.44 + 577.47

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ АБХАЗИИ

© Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К., Мавлюдов Б.Р.

*Институт экологии АН Абхазии, АГУ, г. Сухуми, Абхазия
Институт географии РАН, г. Москва, Россия*

Количество туристов, посещающих Ново-Афонскую пещеру, в последние 15 лет увеличилось в 8 раз и достигло 390 тыс. человек за сезон, в отдельные дни через пещеру проходит до 4 тыс. туристов. Одновременное присутствие такого количества рекреантов, при практически непрерывном использовании осветительных приборов, приводит к повышению общей температуры воздуха внутри пещеры на 0,2-0,4⁰С, что является существенным. На основании выявленных особенностей воздухообмена пещеры с дневной поверхностью и допустимой концентрации углекислого газа проведён расчёт максимального количества туристов, одновременно допускаемых в пещеру. Важной частью охраны посещаемых карстовых полостей является создание системы прогноза негативных процессов и разработка мер по обеспечению экологической безопасности этих уникальных природных объектов.

***Ключевые слова:** карстовые полости, рекреационная нагрузка, микроклимат пещер, экологическая безопасность туристических пещер.*

Рекреация как область экономики, является одной из самых быстро развивающихся областей сферы услуг. Доступные пещеры представляют собой объекты для туристско-экскурсионных целей. Карстовые пещеры отличаются не только своим уникальным климатом, подземной гидрографической сетью, состоящей из рек, ручьев, озер, но и специфическим миром живых организмов. Само вмешательство в экологическую систему пещер предполагает ее трансформацию [2, 3, 6, 7, 9, 10].

Карстовые ландшафты, представленные на территории Республики Абхазия (РА) преимущественно известняковым, гипсовым и доломитовым карстом, имеют ряд особенностей, которые делают их особо перспективными для рекреационной деятельности:

Высокая степень расчлененности рельефа, в результате которой формируются скалы, останцы, карровые поля, воронки и провалы. Это наряду с наличием разновысотных горных цепей приводит к образованию очень живописных многоплановых пейзажей, привлекающих туристов [12]. Наличие структурных подземных элементов карстового ландшафта, часть которых (например, пещеры) очень привлекательна для рекреационного использования [1].

Карстовые формы рельефа часто являются убежищами для растений и животных, которые здесь меньше подвержены антропогенному воздействию и таким образом способствуют сохранению биологического разнообразия.

Пещеры РА могут играть важную роль в рекреационном освоении территории и выступать в качестве интегрального природного рекреационного ресурса [16, 17, 18]. Поэтому изучение экологического состояния пещер и оценка ущерба, наносимого рекреационной деятельностью, является одной из важнейших задач, необходимых для принятия превентивных мер по сохранению уникальных природных объектов.

Природные и антропогенные воздействия на пещеры

Проведя аналогии горных территорий Республики Абхазии, имеющих схожие с горами Западной Европы природные условия, можно отметить две основные тенденции в современном освоении региона [11].

1. Уровень рекреационного освоения горных районов РА очень низок, ведущую роль играют лесоразработки, добыча полезных ископаемых и животноводство, наносящие ущерб окружающей среде (особенно лесоразработки).

2. Осваиваются (причем хаотично) в основном рекреационные ресурсы Черноморского побережья Кавказа, что в ближайшем будущем может привести к ухудшению курортной инфраструктуры и состояния природной среды и соответственно к снижению аттрактивности и рентабельности этого района.

Поэтому можно сделать вывод о предстоящем переносе рекреационной активности в горные регионы, которая будет определяться такими факторами, как наличие живописных ландшафтов, дорог и коммуникаций, возможностью строительства зданий и сооружений. В некоторых районах РА уже разрабатываются планы развития туризма, началось строительство новых дорог и улучшение существующих в Республике Абхазия.

Освоение пещер для туристских, экскурсионных и других хозяйственных целей порождает ряд специфических проблем. Рентабельная и безопасная эксплуатация естественных и искусственных подземных пространств возможна только при их комплексном исследовании, а затем - соблюдении ряда эксплуатационных норм и правил.

Научно обоснованное использование пещер в рекреации – достаточно сложный вопрос, так как в связи с ограниченностью удобных для освоения спелеоресурсов неизбежно возникают конфликты между экономическими выгодами и проблемой сохранения потенциала этих ресурсов, в том числе их экологических компонентов.

Пещеры имеют познавательное значение, т.к. на примерах иллюстрации процессов, происходящих в пещерах хорошо видна не только созидательная и разрушительная деятельность природных сил, влияние, которое пещеры оказывают на деятельность человека, и, наоборот, какое действие оказывает деятельность человека на природу пещер [5, 8].

В пещерах особым путем протекают биологические процессы, что позволяет изучать влияние на организм человека экстремальных условий (отсутствие солнечной радиации, смены дня и ночи, темнота, постоянная высокая влажность и низкая температура воздуха, повышенная ионизация воздуха) и необычных режимов труда, отдыха и питания.

Специфические условия подземных полостей находят многообразное использование в жизни человека в качестве бальнеологических лечебниц, лабораторий, рекреационных объектов, музеев, концертных залов, в отдельных случаях – хранилищ, холодильников и др. [8].

Воздействия на пещеры, приводящие к значительным изменениям их основных качественных характеристик можно разделить: на природные (естественные) и антропогенные. Природные воздействия связаны, преимущественно с климатическими флуктуациями современного периода, ритмами солнечной и космической активности. Антропогенные воздействия связаны как с использованием человеком самих пещер, так

и хозяйственной деятельностью в пределах водосборных площадей карстово-водоносных систем, питающих пещеры. Экологическая безопасность пещер составляет триаду: информационная безопасность (сохранение объема накопленной информации о пещерах), эстетическую безопасность (сохранение уникальной эстетической ценности объекта) и техническую безопасность (обеспеченность безопасного исследования или экскурсионного посещения). При нарушении даже одного из этих параметров экология пещеры, несомненно, будет нарушена.

География и геология пещерной системы Нового Афона

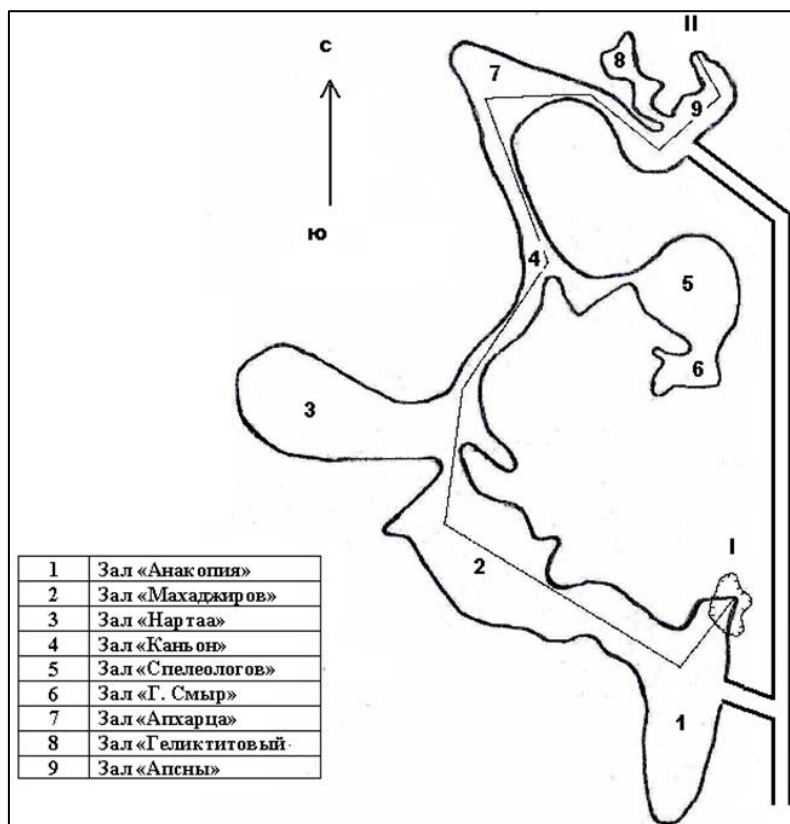
Область развития карстовых явлений в Абхазии охватывает часть северного холмистого окаймления Колхидской низменности и пограничную с ним периферическую полосу южного склона Большого Кавказа, начиная от долины р. Ингур (восточный рубеж), до р. Псоу (западный рубеж). Эта горно-холмистая полоса, длиной в 200-240 км, при ширине 3–30 км, подразделяется транзитными речными ущельями (Псоу, Бзыбь, Гумиста, Кодор и др.) на обособленные известняковые массивы, общее количество которых достигает нескольких десятков. Крупнейшие из них – высокогорные и среднегорные массивы Арабики, Бзыбского хребта. На массиве Арабика находится высшая точка известняковой полосы Абхазии - пик Спелеологов (2757,6 м). Немногом ниже Бзыбский массив (2607 м).

Довольно густое и глубокое эрозионное расчленение – характерная географическая особенность карста Абхазии – оказывает значительное влияние на ряд существенных моментов морфологии, спелеологии и гидрогеологии всей карстовой полосы. Раздробленность этой территории является результатом расположения ее на периферии зоны устойчивых восходящих движений, где эрозионные процессы проявлялись и проявляются весьма интенсивно [4].

Одним из таких наиболее популярных спелеотуристических объектов Абхазии является Новоафонская пещера. Пещере несколько миллионов лет, в течение которых она благополучно хранила свои богатства в недрах Апсарской горы. Первый поезд-миниметр с экскурсантами пошел в июне 1975 года.

Новоафонская пещерная система находится в Абхазии, на территории города Новый Афон – одного из живописнейших курортов страны. Своим тектоническим строением территория Нового Афона давно привлекает внимание исследователей. Интерес к геологическим и гидрогеологическим особенностям окрестностей Нового Афона особенно возрос в связи с освоением пещеры для туристических целей. Общий тектонический план территории Нового Афона и его окрестностей тонов; исследуемых район входит в Абхазскую подзону Гагрско-Джавской зоны и характеризуется чередованием ассиметричных складок, осложненных разрывами. Огромные объемы залов Новоафонской пещеры – результат заложения их вблизи крупного нарушения – в тектоническом отношении структурной зоне, прослеживающейся к северо-западу в сторону южного склона Бзыбского хребта, на расстоянии 14-18 км (рис. 1).

Естественный вход в пещеру (220 м н.у.м.) – сплошная система колодцев и шахт не подходила для массового осмотра гигантских подземных залов. Поэтому в Апсарской горе пришлось пробить 1175-метровый специальный транспортный тоннель, по которому теперь ходят миниатюрные комфортабельные электропоезда. По специально пробитому от основного тоннеля проходу посетители попадают в самый южный зал Новоафонской пещеры – Анакопия. На подступе к нему создана высадочная платформа. Экскурсия заканчивается в северном зале системы – Апсны, откуда по искусственному штреку посетители возвращаются в транспортный тоннель – на посадочную площадку, где их ожидает электропоезд.



Масштаб 1:4000

Рис. 1. Схема горизонтальной части Ново-Афонской пещеры

Антропогенные факторы, оказывающие влияние на микроклимат пещеры

Под антропогенными факторами, оказывающими влияние на микроклимат пещеры и на ее физико-географическую среду в целом, понимаются элементы вмешательства в результате оборудования и эксплуатации пещеры как экскурсионного объекта.

Само вмешательство в экологическую систему пещеры предполагает ее изменение, но вопрос состоит в степени влияния этого антропогенного вмешательства и его последствий для хрупкой динамической системы карстовой полости. Ниже описаны факторы антропогенного вмешательства на наиболее важные элементы микроклимата пещеры и степень их влияния на сегодняшний день:

1. Оборудование искусственных ходов в пещере (начальный этап освоения).
2. Устройство пешеходных дорожек, протяженностью более 1555 м.
3. Искусственное электрическое освещение пещеры, его мощность, направление пучка света.
4. Посещаемость пещеры экскурсионными группами, увеличение его интенсивности в определенные сезоны года (в основном июль–август).

Все эти факторы в свою очередь в разной степени влияют на элементы микроклимата пещеры. Производной от факта присутствия в замкнутом пространстве пещеры человека является выделение углекислого газа в процессе дыхания.

На рис. 2 показана динамика количества туристов (N), посетивших Новоафонскую пещеру за последние 15 лет.

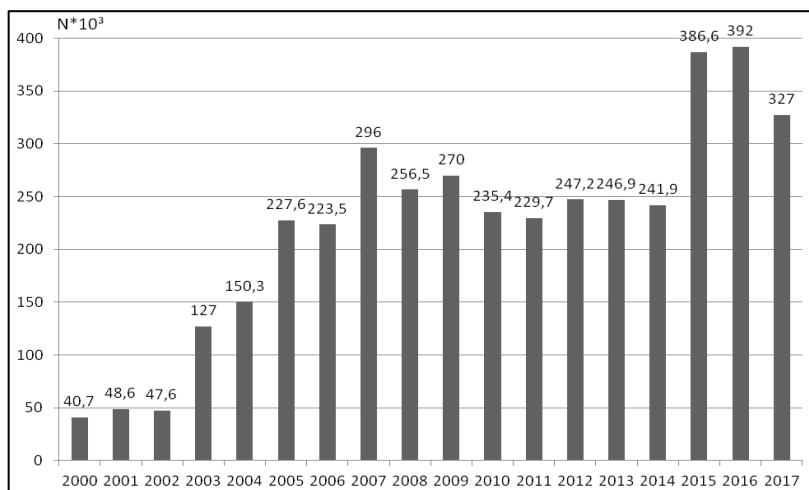


Рис. 2. Динамика роста количества туристов (N) в Новоафонской пещере

Из анализа данных рисунка 2 следует, что количество рекреантов посетивших Новоафонскую пещеру за последние десятилетия увеличилось в восемь раз с 48000 чел. в 2000 г. до 390000 чел. в 2016 г.

Повышение среднегодовой температуры связанное с увеличением количества туристов и использованием ламп накаливания показано на рис. 3.

Среднегодовая температура внутри пещеры повысилась в среднем на 0,6⁰ С.

По сравнению с широким диапазоном колебаний среднегодовых температур дневной поверхности, которые достигают 3–4 градуса, внутри пещеры эти отклонения значительно сглаживаются и составляют 0,5⁰–0,6⁰С. Однако среднегодовая температура воздуха внутри пещеры в последнее десятилетие непрерывно возрастает и отражает, скорее всего, динамику глобальной температуры приземного воздуха умеренных широт северного полушария, чем региональные отклонения.

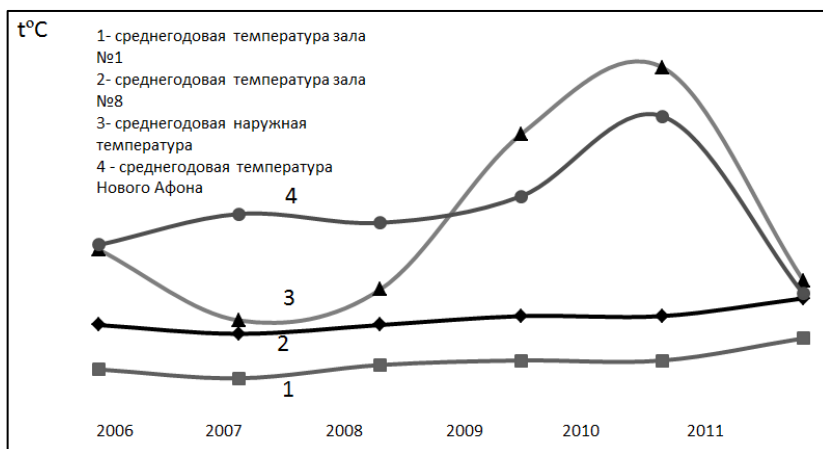


Рис. 3. Изменение температуры в Новоафонской пещере

Сезонное распределение температуры воздуха внутри пещеры (рис. 4) является отражением особенностей тепло-массообмена с внешней средой. Минимальная температура, соответствующая 12,5⁰С наблюдается в феврале-марте, в дальнейшем температура с небольшими колебаниями остаётся практически неизменной до мая, что

свидетельствует о термостатировании воздуха пещеры в связи с отсутствием или значительным ослаблением проникновения воздуха в пещеру. К этому времени завершается период весеннего реверса и тёплый воздух с поверхности начинает проникать в пещеру, что приводит к возрастанию температуры, достигающей своего максимального значения $13,5^{\circ}\text{C}$ в сентябре-октябре. Максимум температуры воздуха пещеры смещён на два месяца относительно максимума температуры дневной поверхности, что объясняется особенностями воздухообмена и осенним реверсом.

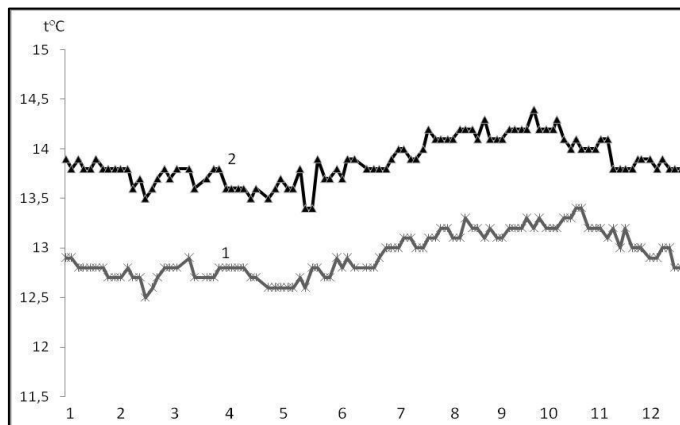


Рис. 4. Сезонное распределение температуры внутри пещеры (1-первый зал, 2-восьмой зал)

Температура окружающих стен карстовых полостей оказывает существенное влияние на влажность воздуха и конденсацию водяных паров.

В южной обводненной части Новоафонской пещерной системы ход влажности характеризуется незначительными колебаниями. Соответственно распределению температуры, самый влажный слой воздуха отмечается вдоль дна пещеры, а выше влажность уменьшается.

На температуру внутренней среды пещеры оказывает влияние, в первую очередь, интенсивность воздухообмена с дневной поверхностью через многочисленные трещины и входы. Во-вторых, одновременное присутствие в пещере до 300 и более человек при почти непрерывном использовании осветительных приборов, приводит к повышению общей внутренней температуры на $0,2\text{--}0,4^{\circ}\text{C}$, что является довольно существенным. На графике видно характерное понижение среднегодовой температуры, начиная с 2008 года, что связано с заменой ламп накаливания на светодиодное освещение.

Оборудование пещеры для экскурсионного посещения предполагает нахождение в полости большого количества экскурсантов. Присутствие человека, несомненно, влияет на состояние микробиологической среды пещеры, что приводит к увеличению содержания различных микроорганизмов в воздухе пещеры на несколько порядков.

Воздушный обмен с дневной поверхностью

Анализ результатов депрессионных съемок позволил построить схемы движения воздуха в залах пещеры [13]. Результаты исследований показывают, что видимый вход воздуха в пещеру играет весьма незначительную роль в проветривании пещеры. Пещера представляет собой весьма сложную вентиляционную систему с множеством входов и выходов, по которым воздух поступает или выносится из пещеры.

Для расчета числа людей, которые одновременно могут быть допущены в пещеру, был применен следующий способ [15].

Воздух в карстовых пустотах находится в движении под влиянием естественной тяги, циркуляции подземных вод и воздействия ветров. Поэтому причины, вызывающие движение воздуха в карстовых полостях делят на статические и динамические.

Например, в августе, при максимальной разности температур воздуха в пещере и вне её полным ходом работают всасывающие трещины, и господствует тяга к залам пещеры в декабре – наоборот, те же ходы представляются в качестве дующих на дневную поверхность.

Особый интерес вызвало изучение количества воздуха, поступившего под землю за единицу времени, в целом количество поступающего в пещеру воздуха составляло 1580 м³/мин. Существенное влияние на движение воздуха под землей оказывают разность плотности воздуха в различных частях пещеры и вне ее, движение подземных водотоков, объемы полостей, характер их продольных профилей и т.д.

В карстовых полостях с восходящим дном, имеющих два и больше входа, воздухообмен носит активный характер. Он зависит от условий изменчивости погоды и атмосферных циркуляций, а в нисходящих пещерах, имеющих один вход, на воздухообмен более или менее влияет колебание температуры внешнего воздуха – чем больше разница между температурой подземного и вне пещерного воздуха, тем резче выражена его трансформация.

В прошлом в Новофонской пещере циркуляция воздуха осуществлялась посредством Анакопийской пропасти и закарстованных трещин. После ввода пещеры в эксплуатацию, в связи с прокладкой искусственных тоннелей и отдельных штолен, проветривание подземных залов стало интенсивнее.

Обычно принято считать, что, при равенстве температуры к влажности воздуха в пещере и вне её, под землей наблюдаются штили. Однако это положение справедливо только для так называемых динамических полостей, так как в полостях с большим объемом и статическим режимом штили наблюдаются и в таких случаях, когда нарушено равенство температур и влажности воздуха подземной и наружной атмосферы. В теплый сезон, несмотря на самую большую разность температур воздуха между пещерой и поверхностью (15-20°С), движение воздуха в гигантских залах практически не замечается, и воздухообмен происходит только лишь на основе термической циркуляции. Самое ветреное место во всей Новофонской пещерной системе – это древний сифонный канал, – «Ворота Арсена», соединяющий, как отмечалось, две части пещерной системы – вертикальную и горизонтальную. Здесь почти в любое время года можно измерить скорость движения воздуха (1,2–4,3 м/сек). Но, все-таки, она максимальна в июле-августе. В это время холодный, более тяжелый воздух, стелясь по дну, направляется наружу, откуда в пещеру проникает теплый воздух (рис. 5).

Изменение скорости воздушного потока в залах пещеры, наиболее интенсивно подверженных воздухообмену с дневной поверхностью проведенные в 2004–2009 гг. [15] подтвердили наличие реверса воздушного потока в осенний и весенний периоды. При этом максимальные скорости потоков (4-5 м/с) наблюдаются в мае, августе и январе, когда разности температур дневной поверхности и внутри пещеры – максимальны.

На циркуляцию воздуха в Новофонской пещере, отражаются изменения атмосферного давления на поверхности карстового массива.

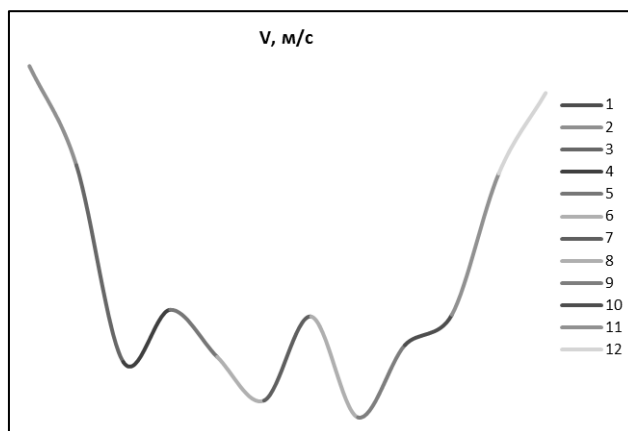


Рис. 4. Сезонное распределение скорости движения воздуха в Ново-Афонской пещере
(+ исходящий, – входящий в пещеру воздух)

Газовый состав воздуха пещеры

В 1972 году было начато исследование газового состава воздуха Новоафонской карстовой пещеры. Пробы воздуха были отобраны вдоль главной магистрали пещеры, анализы которых производились в химической лаборатории [13, 14].

Исследование газового состава подтвердило отсутствие ядовитых и горючих газов в пещерной атмосфере. Содержание кислорода находится в пределах нормы. Вместе с тем, было также констатировано возрастание углекислого газа в северной части пещеры. В условиях затрудненного проветривания пещерной системы весной и осенью должно наблюдаться заметное ухудшение газовой обстановки пещеры, на что следовало бы обратить самое серьезное внимание при эксплуатации пещеры.

Вопрос увеличения концентрации углекислого газа в отдаленных и низменных участках пещеры наиболее актуален на сегодняшний период эксплуатации пещеры, так как количество экскурсантов с каждым годом увеличивается и увеличивается количество выдыхаемой углекислоты. Содержание углекислоты в воздухе пещеры, несмотря на, значительный размах значений в разные сезоны, обнаруживает четкую закономерность, увеличения углекислого газа от входа в пещеру к более отдаленным в плане и по глубине участкам. Такое распределение свидетельствует об эндогенном происхождении CO_2 , однако, отсутствие в составе воздуха сколько-нибудь значительных количеств тяжелых углеводородов (метан и другие тяжелые углеводороды в концентрациях свыше ПДК не обнаружены) противоречит этой гипотезе. Происхождение загазованности карстовых полостей связывают как с особенностями геологического строения, того или иного участка карстующегося массива, так и с процессами аэробного разложения разнообразных органических веществ. Несколько повышенный фон CO_2 , по всей вероятности, связан с обилием натечно-капельных агрегатов, точнее, частичным улетучиванием углекислого газа из эпизодически проникающих в ту часть пещеры трещино-карстовых вод.

Изучение состава воздуха в одних и тех же точках, но на разной высоте и в разных гидрогеологических условиях показало: при отсутствии воды, значительных отличий в содержании CO_2 на разных высотах не обнаруживается, замеры внизу у воды показали повышенное содержание CO_2 , что свидетельствует об активном выделении растворенного в воде углекислого газа и его накоплении в наиболее низких частях пещеры в силу его большего удельного веса. Непосредственные измерения газового состава Новоафонской пещеры, проведенные в 2011 году представлены на рис. 5.

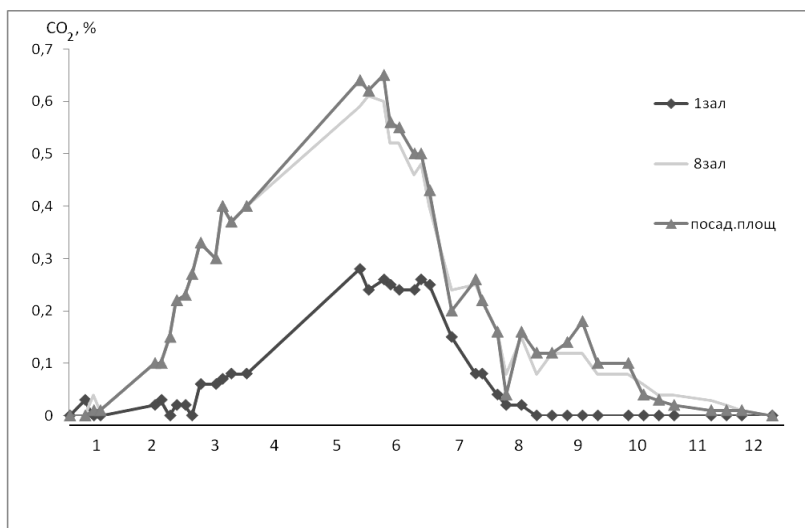


Рис. 5. Сезонное изменение содержания углекислого газа в пещере

Таким образом, основными источниками углекислого газа в залах пещеры являются: просачивающиеся через многочисленные трещины дна пещеры газы эндогенного происхождения; подземные воды глубинного генезиса; инфильтрационные воды, обогащённые углекислым газом почвы и трещинно-карстовых образований с активными деструктивными процессами. Незначительное влияние на эти процессы могут оказывать выделение CO_2 при активном формировании натёчных кальцитовых образований, разложении органики адвентивного происхождения, а также выделение углекислого газа антропогенного происхождения. К стати, непосредственные измерения концентрации CO_2 по основным маршрутам движения туристов не показал, сколь-нибудь значимого отклонения по отношению к удалённым от маршрута пунктам наблюдения.

Основной причиной накопления углекислого газа в пещере, по нашему мнению, является слабый воздухообмен, затруднённый отток воздуха из пещеры в связи с втягиванием воздуха в пещеру по основным воздухопроводным каналам в летнее время.

Заключение. В настоящее время для рациональной организации охраны карстовых ландшафтов можно предложить ряд мер:

1. Начать составление кадастров карстовых объектов для административных территорий, так как значительную часть объектов, нуждающихся в охране, составляют пещеры и соответственно массивы, в которых они заложены.

2. Принять критерии, согласно которым следует признавать нуждающимися в охране те или иные карстовые ландшафты (биологические, хозяйственные, социальные, научные, политические и т. п.).

3. Разработать систему комплексного мониторинга (по возможности биоиндикационную).

4. Применять действенные административные меры, вплоть до прекращения хозяйственной деятельности, нарушающей охранные режимы.

5. Вести среди населения (в первую очередь среди детей и молодежи) эколого-просветительскую работу по бережному отношению к природе и воспитание интереса к ней.

Охрана карстового ландшафта должна быть комплексной и строиться на учете системообразующих связей его элементов. Придавая карстовым массивам статус охраняемых территорий (в том числе с возможностью ведения рекреационной деятельности - национальных парков), можно решить в общих чертах две основные проблемы: равномерное распределение рекреационной нагрузки (и экономического

развития) между Черноморским побережьем Кавказа и горами, и в то же время, защитить эти массивы от деградации в результате лесоразработок, добычи строительного сырья и чрезмерного выпаса скота.

Таким образом, организация эффективной системы рационального природопользования и решение экологических проблем черноморского побережья и шельфа РА предполагают проведение детального карстолого-спелеологического исследования структурных и функциональных особенностей, расположенных в их пределах природно-территориальных и природно-аквальных комплексов. Цель этих исследований – прогнозирование поведения прибрежно-карстовых ландшафтов в условиях усиления антропогенного пресса и управление ими на примере Новоафонской пещерной системы.

Для ведения комплексного изучения и действенной, а не формальной охраны карста недостаточно объединения усилий природоохранных организаций различных рангов, заинтересованных общественных организаций и частных лиц. Необходима принципиально новая экологическая политика, разрабатываемая не только на тактическом, но и на стратегическом уровне. Карстовые пещеры и карстовые ландшафты представляют собой национальное природное достояние РА, которое может и должно не только использоваться, но изучаться и охраняться на достойном уровне.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №17-55-40003

Литература

1. *Воропай Л.И., Андрейчук В.Н.* Особенности карстовых ландшафтов как геосистем. Черновцы: Черновицкий госуниверситет, 1985. 80 с.
2. *Гвоздецкий Н.А.* Проблемы изучения карста и практика. М.: Мысль, 1972. 392 с.
3. *Гвоздецкий Н.А.* Карстовые ландшафты. М.: МГУ, 1979. 154 с.
4. *Гамкрелидзе П.Д.* Геология СССР. Грузинская ССР. Тектоника. М.: Недра, 1964. 360 с.
5. *Голод В.М., Мавлюдов Б.Р.* Рекомендации по выявлению, учету, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы. М.: ВООП, 1984. 50 с.
6. *Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н., Лавров И.А.* Классификация, использование и охрана подземных пространств. Екатеринбург: УрО РАН, 1984. 196 с.
7. *Дублянский В.Н., Шутлов Ю.И.* Газовый состав воздуха в карстовых полостях Горного Крыма / ДАН СССР, 1986. № 2. С. 172-173.
8. *Мавлюдов Б.Р.* Ценность и уязвимость пещер // Спелеология в России. Вып. 1. М., 1998. С. 57-66.
9. *Максимович Г.А.* Основы карстведения. Пермское книжное издательство. Пермь, 1963. 260 с.
10. *Максимович Г.А., Хорошавин Н.С.* Типы приморских и искусственных пещер, используемых в лечебных целях. «Пещеры». Пермь, 1972. С. 21-29.
11. *Остапенко А.А.* Использование и охрана карстовых ландшафтов, участвующих в формировании рекреационных ресурсов Северо-Западного Кавказа // Сборник научных трудов № 1 Кубанского Ин-та Междунар. Предпр-ва и Менеджмента. Краснодар, 2000. С. 29-33.
12. *Путрик Ю.С., Свешников В.В.* Туризм глазами географа. М.: Мысль, 1986. 158 с.
13. *Тинтилов З.К.* Новоафонская пещерная система. Т.: Мецниереба, 1983. С. 149.
14. *Тинтилов З.К.* Карстовые пещеры Грузии. Т.: Мецниереба, 1976. 276 с.
15. *Цинцадзе Ю.В.* Изучение аэродинамических параметров Иверской пещеры. Тбилиси, 1972.
16. *Экба Я.А., Дбар Р.С.* Особенности антропогенного воздействия на экосистемы карстовых пещер Абхазии // Горные экосистемы и их компоненты. Тр. междунар. конф. Нальчик: Изд. КБ НЦ РАН, 2005. Т. 2. С. 187-192.
17. *Экба Я.А., Дбар Р.С.* Динамика микроклимата карстовых пещер в условиях рекреационных нагрузок // Горные экосистемы и их компоненты. Тр. междунар. конф. Нальчик: Изд. КМК.М, 2007. Ч. 2. С. 187-192.
18. *Экба Я.А., Дбар Р.С.* Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии. Сочи: Папирус-М-Дизайн, 2007. 324 с.