

*Н. М. Саакашвили<sup>1</sup>, М. Ш. Табидзе<sup>1</sup>, И. Д. Тархан-Моурavi<sup>1</sup>, Э. И. Хелашвили<sup>1</sup>, А. Г. Амиранашвили<sup>2</sup>, Д. Д. Киркитадзе<sup>2</sup>, Г. И. Меликадзе<sup>2</sup>, А. Г. Нодия<sup>2</sup>, А. Г. Тархншвили<sup>2</sup>, В. А. Чихладзе<sup>2</sup>, Г. Дж. Ломинадзе<sup>3</sup>, К. Д. Цикаришвили<sup>3</sup>, Л. Т. Челидзе<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Научно-практический центр по курортологии, физиотерапии, реабилитации и лечебному туризму, Грузия

<sup>2</sup>Институт геофизики им. М. Нодиа, Грузия

<sup>3</sup>Институт географии им. Вахушти Багратиони, Грузия

<sup>4</sup>Министерство по охране окружающей среды и природных ресурсов Грузии

УДК 551.582

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ, АЭРОИОНИЗАЦИОННЫЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУРОРТНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА Г. ЦХАЛТУБО

### Введение

Цхалтубо является одним из старейших бальнеологических курортов не только Грузии, но и всего мира. Курорт расположен в долине реки Цхалтубос-Цкали (левый приток реки Гумисцкали), на высоте 95 – 150 м над уровнем моря. С северо-востока к городу подступают отроги Самгуральского хребта (Система Большого Кавказиони), а с юга – открытая к Чёрному морю Колхидская низменность. Раскинувшиеся вокруг курорта холмы покрыты богатой субтропической растительностью, вечнозелёным кустарником и лиственным лесом (дуб, бук, вяз) [4].

Цхалтубо также знаменит своими карстовыми пещерами, основными из которых являются “Тетри Мгвиме”, “Сагаплия” и открытая в 1984 году экспедиционным отрядом Института географии им. Вахушти Багратиони в составе Джишкариани Д. (руководитель), Джамришвили А., Капанадзе В., Кобулашвили Т., Нижарадзе В. - “Цхалтубская” пещера [2].

В Цхалтубском районе находится множество исторических памятников. Поэтому помимо курортно – лечебных функций город привлекателен и для туристов.

В последние годы после многолетнего перерыва возобновились научные работы по изучению ранее не исследованных или недостаточно изученных климатических, аэроионизационных и радиологических характеристик курортно – туристического комплекса г. Цхалтубо. Ниже представлены некоторые результаты этих исследований.

### Методика

В работе использованы архивные данные Гидрометеорологической службы Грузии о метеорологических параметрах, а также результаты экспедиционных работ, которые проводились летом и весной 2007-2008 гг. Содержание радона измерялось с помощью радиометра РРА-01М-01 “Альфарад” Российского производства, гамма-радиационный фон определялся дозиметром-радиометром типа МКС-АТ117М производства Белоруссии, концентрация легких ионов измерялась портативным счетчиком аэроионов производства США. Параллельно велись измерения стандартных метеорологических параметров.

### Результаты

Цхалтубо характеризуется влажным субтропическим климатом. Зима очень мягкая и малоснежная (средняя температура января составляет 5,3°C). Лето очень тёплое (средняя температура августа составляет 23,8°C). Среднегодовая температура составляет 14,6°C.

Среднемесячная упругость водяного пара в атмосферном воздухе максимальна в июле (22,2 мб), а минимальная – в январе (6,4 мб). Среднегодовая упругость водяных паров в атмосферном воздухе составляет 12,9 мб. Среднемесячная относительная влажность атмосферного воздуха на курорте Цхалтубо максимальна в июле и августе (78 %), минимальна в апреле (69 %). Среднегодовая относительная влажность атмосферного воздуха составляет 73 %.

Цхалтубо отличается низкой ветреностью. В холодный период года господствуют северо-восточные и восточные ветры, а в тёплый период года – западные ветры. Число дней с сильным ветром в течение года не превышает 13. Сильные ветры бывают в основном в марте и апреле. Среднегодовое значение атмосферного давления составляет 1008,8 мм рт. столба. Курорт характеризуется частой облачностью, особенно в феврале и марте. В то же время, Цхалтубо характеризуется малым числом дней с туманом.

Количество осадков в среднем за год составляет 1692 мм. Большая часть осадков приходится на холодный период (IX – III месяцы) часть весной и в начале лета (IV – VI месяцы). Максимальное количество осадков приходится на январь (169 мм), а минимальное на август (123 мм). В холодный период года осадки выпадают в виде снега. Из общего количества осадков (жидкие, твёрдые и смешанные), на твёрдую фазу приходится всего 7 %. Выпадение первого снега обычно ожидается в январе. Снежный покров неустойчив и его таяние бывает в феврале. Толщина снежного покрова редко достигает 10 см и более.

Климат Цхалтубо отличается обилием солнечных дней. Отсутствие солнечных дней обычно имеет место в холодный период года и в начале весны. Продолжительность солнечного сияния в Цхалтубо в течение года в среднем составляет 2032 часов. Активность солнечного сияния, как в абсолютном выражении, так и в процентах, максимальна в августе (соответственно 239 час и 11,8 %), а минимальна в декабре (89 час и 4,4 %).

Для оценки биоклиматических характеристик местности и в гигиенической практике часто используется метод эквивалентной-эффективных температур (ЭЭТ). ЭЭТ – это сочетание одновременно наблюдаемых температуры, относительной влажности воздуха и скорости ветра, выраженное условным значением температуры, которое создает

то же теплоощущение (тот же тепловой эффект), что и неподвижный воздух при 100% относительной влажности и определенной температуре [5,10,13].

Существует две шкалы ЭЭТ. Основная соответствует теплоощущению обнаженного человека, находящегося в тени и принимающего воздушные ванны. Нормальная шкала ЭЭТ соответствует теплоощущению одетого по сезону человека, совершающего небольшие прогулки. В соответствии с нормальной шкалой выделяются пять основных градаций ЭЭТ: 1-8 °С – *холодно*, 9-16 °С – *умеренно холодно*, 17-22 °С – *комфортно*, 23-27 °С – *тепло*, более 27 °С – *жарко* [10].

На рис. 1 представлен внутригодовой ход среднемесячных значений ЭЭТ в Цхалтубо. Как следует из этого рис. В январе, феврале, марте, апреле, ноябре и декабре среднемесячные значения ЭЭТ в Цхалтубо соответствуют градации *холодно*. В мае и октябре значения ЭЭТ соответствуют градации *умеренно холодно*. С июня по сентябрь самый благоприятный сезон - ЭЭТ соответствуют градации *комфортно*.



Рис. 1

При штиле и корригирующих устройствах, снимающих влияние ветра, теплоощущение человека при тех же температурах и относительной влажности воздуха, выражающееся в эффективных температурах, несколько меняется. В данном случае градации *холодно* значения ЭЭТ в Цхалтубо наблюдаются в январе, феврале и декабре; градации *умеренно холодно* – в марте, апреле, октябре и ноябре; градации *комфортно* – с мая по сентябрь.

То есть, в местах с корригирующими устройствами по сравнению с местами, где есть ветер, продолжительность «комфортных» месяцев увеличивается с четырех до пяти, тогда как продолжительность «холодных» месяцев уменьшается с шести до трех за счет роста месяцев с градацией *умеренно холодно* с двух до четырех. Таким образом, ветер оказывает достаточно существенное влияние на степень теплоощущения человека в условиях Цхалтубо.

Одной из важных характеристик качества воздуха является содержание в нем легких ионов. Профилактической и гигиенической считается концентрация легких ионов от  $10^3$  до  $10^4$  в  $\text{см}^3$ , соответствующая их содержанию в чистом воздухе. Содержание ионов выше  $5 \cdot 10^4$  в  $\text{см}^3$  негативно влияет на здоровье человека [7,11]. Влияние аэроионов на человека многосторонне, оно зависит от полярности аэроионов. Например, при недостаточной и избыточной концентрациях аэроионов оно может быть неблагоприятным, а при оптимальных концентрациях ионов отрицательной полярности - стимулирующим. Зонами, воспринимаемыми аэроионы в организме, являются органы дыхания и кожа.

Измерения показали, что в курортных зонах Цхалтубо достаточно хорошее качество воздуха с точки зрения его ионизации. Так, во дворе санаториев *Оазис* и *Сакартвело* суммарная концентрация положительных и отрицательных ионов была близка к  $2000 \text{ см}^{-3}$ . Вблизи дорог концентрация легких ионов существенно уменьшалась. Например, в сквере напротив вокзальной площади суммарное содержание аэроионов упало до  $940 \text{ см}^{-3}$ . Высокая концентрация аэроионов наблюдалась вблизи фонтанов в центре города с существенным преобладанием отрицательных ионов – от  $2000 \text{ см}^{-3}$  до  $8000 \text{ см}^{-3}$  отрицательных и около  $900 \text{ см}^{-3}$  положительных. На организм отдыхающих вблизи фонтана людей это оказывает благотворное влияние.

Уровень гамма радиации почвы в Цхалтубо не превышает допустимых норм и по нашим измерениям не превышал  $73 \text{ нЗв/час}$ .

Как было отмечено выше, в Цхалтубском районе имеются карстовые пещеры, которые можно применять для лечебных (спелеотерапия) и туристических целей [1,12]. Однако выяснилось, что часть обследованных на радон пещер в радиационном отношении оказалась далеко небезопасной (согласно [11] ПДК радона в воздухе рабочих помещений составляет  $1200 \text{ Бк/м}^3$ ). Причем, в плане риска для здоровья человека главную опасность представляет не

столько сам радон, сколько его дочерние продукты, вдыхаемые человеком и оседающие в легких. Известно, что повышенная концентрация дочерних продуктов радона повышает риск заболевания раком легких, а также раком крови. В то же время радон обладает полезными терапевтическими свойствами, в связи с чем вполне возможно использование пещер в лечебных целях, используя соответственные меры радиационной безопасности. Повышенные концентрации радона приводят к усилению ионизации воздуха и, соответственно, к увеличению содержания в пещерах легких ионов, имеющих также полезное воздействие на здоровье человека.

Ниже приводится краткая микроклиматическая и радиационная характеристика пещер “Тетри Мгвимე”, “Сатаплиა” и “Цхалтубская”. Микроклимат этих пещер отличается выраженной стабильностью в течение года.

Карстовая пещера “Тетри Мгвимე” расположена в северной части Цхалтубо, на расстоянии 1 км от центра курорта и начинается 5-метровым колодцем. Со дна колодца узкий лаз выводит в коридор длиной 100 м, при ширине 5 – 20 м и высоте 3 – 5 м.

Температура воздуха в пещере колеблется в течение года в пределах (12 – 14)° С, относительная влажность – (98 – 100)%, упругость водяного пара в воздухе – (13,7 – 16) мб.

Внутри “Тетри Мгвимე“ эквивалентные дозы ионизирующей радиации составляют – (100 – 170) нЗв/час (гамма-излучение), (110 – 180) нЗв/час (гамма- и бета-излучения) и (130 – 190) нЗв/час (альфа-, бета- и гамма-излучения).

К сожалению во время последней экспедиции в апреле 2008 года нами было обнаружено, что дверь в пещеру была взломана. Внутри пещеры были обнаружены следы несанкционированного нахождения людей: мусор, бутылки, остатки пищи, зола от костров. То есть естественные условия состояния пещеры были нарушены (герметизация, чистота воздуха и др.). В результате в пещере содержание радона было менее 20 Бк/м<sup>3</sup>. Соответственно концентрация легких ионов составляла 250 см<sup>-3</sup> для положительных и 100 см<sup>-3</sup> для отрицательных, что характерно для сильно загрязненных промышленных городов. Для сравнения отметим, что вне пещеры, в небольшом лесу недалеко от входа в нее, содержание легких ионов в воздухе в разных местах составляло (1000 – 1500) см<sup>-3</sup> для положительных и (900 – 1600) см<sup>-3</sup> для отрицательных. Таким образом, следует принять срочные меры по восстановлению естественного лечебного потенциала пещеры “Тетри Мгвимე“, предварительно детально изучив причины нарушения этого потенциала.

Карстовая пещера “Сатаплиა“ заложена в нижнемеловых известняках и расположена в 7 км от Цхалтубо, на горе Сангуралис Сери . Пещера горизонтальная и состоит из нескольких залов. Длина пещеры с ответвлениями – 300 м. Пещера сквозная.

Суточные и сезонные изменения температуры воздуха от входа в пещеру вглубь постепенно сглаживаются и в центральной части наблюдается почти постоянная температура (14 – 15)°С с суточными колебаниями в пределах (0,3 – 0,5)°С и годовыми – (1 – 2)°С. Незначительным колебанием характеризуется и влажность воздуха. Упругость водяного пара и относительная влажность у входа зависит от погодных условий наружного воздуха, но вглуби пещеры, через несколько десятков метров, величины этих показателей становятся почти постоянными. Относительная влажность в центральной части пещеры колеблется в пределах (95 – 98)%, а упругость водяного пара в воздухе – (16 – 16,7) мб.

Внутри пещеры эквивалентные дозы ионизирующей радиации составляют – (100 – 170) нЗв /час (гамма-излучение), (110 – 180) нЗв /час (гамма- и бета-излучения) и (110 – 190) нЗв /час (альфа-, бета- и гамма-излучения). Содержание радона было около 960 Бк/м<sup>3</sup>, концентрация положительных легких аэроионов - 16000 см<sup>-3</sup>, а отрицательных 18000 - см<sup>-3</sup>.

Пещера “Цхалтубская“ расположена на расстоянии 6 км к северо-востоку от курорта Цхалтубо, на высоте 140 м над уровнем моря. Для нее характерны просторные (14-35 м) и высокие (7-25м) подземные залы, возникшие в результате разрушительных подвижек, а также узкие меандровые проходы, сухие и водные сифоны, эвразионные ямы (см. фото). Пещера выработана в массивных известняках Баррема. Ее возникновение и развитие тесно связано с воздействием напорных вод.



В начальном отрезке пещеры, как и в других частях, привлекают внимание обвалившиеся породы, в том числе гигантские известняковые глыбы; на среднем участке отмечается также обнажение плотных глин. При этом представлены все генетические типы субтеральных осадков. Обилием и многообразием гомогенных осадков она может поспорить со всемирно известной Ново-Афонской пещерой.

На конечном участке основной магистрали протекает подземная река с нестабильным дебитом (60-8000 л/сек). Поступление водного потока в пещеру происходит из расположенной в 500 м от нее на северо-востоке, пещеры-эставелы Опичо.

С помощью аквалангов была произведена съемка ранее неизвестных и наполненных водой подземных коридоров: Опичо (3 800 м), Глиана (1 200 м), Дидгеле (250 м) и др. На сегодняшний день суммарная длина обследованной Цхалтубской пещерной системы превысила 15 км. В пределах села Кумистави еще остались неисследованные пещеры, которые находятся в непосредственной связи с выше описаной пещерной системой.

Концентрация радона в различных залах пещеры меняется от 307 до 6905 Бк/м<sup>3</sup>, гамма-радиационный фон от 45 до 133 нЗв/час, суммарное содержание аэроионов от 32000 до 135000 ионов/см<sup>3</sup>. Как и следовало ожидать, содержание радона и аэроионов имеет значительную пространственно-временную неоднородность. Так, например, измерения в одном и том же пункте показали, что летом 2007 года концентрация радона была более чем в 2 раза выше, чем весной 2008 года. Суммарное содержание аэроионов летом 2007 года в том же пункте измерения было в 1,59 раз выше, чем в 2008 г. Что касается гамма-радиационного фона, то данные измерений отличаются незначительно (около 10 %). По всей видимости, существенная разница в содержании радона и аэроионов в указанные сроки наблюдений обусловлена тем, что в летний период 2007 года стены пещеры были значительно менее влажные, чем весной 2008 года. Это способствовало эманации радона из стен пещеры. Не исключена и роль циркуляции воздуха в пещере.

Отметим, что по нашим ранним исследованиям в Ново-Афонской пещере концентрация радона в различных залах колебалась от 67 до 3045 Бк/м<sup>3</sup>, в пещере “Цхалтубская“ от 555 до 3885 Бк/м<sup>3</sup> [2,3].

Для сравнения отметим, что большинству пещер Южного Урала и Предуралья зафиксированные значения гамма-фона, колеблются от 26 до 88 нЗв/час. Обычно они составляют – 44-53 нЗв/час и являются фоновыми для мест расположения самих пещер. Между тем в 18-ти пещерах, причем независимо от их принадлежности к какому-либо стратиграфическому подразделению, карстово-спелеологической провинции или области, отмечена повышенная степень радиоактивности. А именно: в 10-ти пещерах гамма-фон достигал 132, в 4-х – 176, в 2-х – 220, в одной – 264 и в пещере Ледяная-Липовая – 282 нЗв/час. Причем, в последней показания радиометра нигде не опускались ниже 220 нЗв/час [6,9].

В пещере “Геофизическая“ (Хребет Кугитангтау, Туркменистан) концентрация радона составила 14500-69110 Бк/м<sup>3</sup>, а уровни гамма-фона соответственно колебались в пределах от 150 до 1311 нЗв/час. Содержание радона в различные сезоны года в 5 гротах “Кунгурской ледяной пещеры“ (Пермский край) варьирует от 234 до 12280 Бк/м<sup>3</sup>. В различных залах “Воронцовской“ пещеры (Сочи) содержание радона колебалось от 20 до 5900 Бк/м<sup>3</sup>. Средний радиационный фон “Воронцовской“ пещеры по полостям составляет 35 нЗв/час и колеблется от 26 до 70 нЗв/час. Наибольший фон наблюдается в полостях, заполненных отложениями пещерного туфа (70 нЗв/час), наименьший (не более 26 нЗв/час) - в полостях, выложенных известняком. В пещерах массива Кыртау (Узбекистан) среднее содержание радона составляло 854 Бк/м<sup>3</sup>. В “Большой Азишской“ пещере (Северный Кавказ) концентрация радона колебалась от 77 до 1080 Бк/м<sup>3</sup>, а в пещерах массива Арабика (Западный Кавказ) – до 1628 Бк/м<sup>3</sup>. Содержание радона в пещере “Мраморная“ (Крым) составляло 155-39300 Бк/м<sup>3</sup> [6,8,9].

Таким образом данные, полученные нами, вполне сопоставимы с аналогичными результатами других авторов, и подтверждают общую для всех пещер закономерность существенных пространственно-временных неоднородностей содержания в них радона. Что касается аэроионов, то работ других авторов по этому вопросу весьма мало.

Несмотря на незначительное количество измерений можно сделать вывод о том, что необходим регулярный контроль (мониторинг) радиационной обстановки в пещере, учитывая то, что в отдельных ее залах наблюдаются существенно повышенные (выше ПДК) концентрации как радона, так и легких аэроионов.

#### **Заключение**

Представлены предварительные результаты исследования ранее не изученных или мало изученных микроклиматических, аэроионизационных и радиационных характеристик курортно – туристического комплекса г. Цхалтубо. Проведена оценка значений эквивалентно-эффективной температуры воздуха в Цхалтубо. Приведены данные о содержании легких аэроионов и гамма радиационном фоне в различных местах города. Представлены новые данные о концентрации радона, легких аэроионов и гамма радиационном фоне в пещерах “Тетри Мгвиме”, ”Сагаплиа” и “Цхалтубская“. Отмечается, что в пещере “Тетри Мгвиме” нарушено естественное микроклиматическое состояние и необходимо принятие мер по его восстановлению. Делается вывод о необходимости регулярного контроля содержания радона и аэроионов с точки зрения радиационной и гигиенической безопасности.

Работа выполнена при поддержке грантов STCU N 3992 и GNSF N 074, а также Департамента по туризму Грузии.

#### **ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. თარხან-მოურავი ო., 2000, სპელეოთერაპია, თბილისი, თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 88 გვ.
2. Амиранашвили А., Джишкариани Д., Нодия А., Таташидзе З., Сепиашвили Р., 1994, Содержание аэроионов и естественная радиоактивность воздуха в Цхалтубской пещере, АН Грузии, Тбилиси, 53 с.

3. Балабуев А.Г., Нодия А.Г., Амиранашвили А.Г., Балавадзе А.Ш., Тинтилозов З.К., 1977, Ионизационное состояние и естественная радиоактивность воздуха в Ново-Афонской пещере, Матер. Докл. 2-го Респ. Семинара по некоторым вопросам физики земли, атмосферы, ионосферы и космических лучей, Тбилиси, 28-30 декабря, с. 50-50.
4. Вадачкория М.К., Ушверидзе Г.А., Джалиашвили В.Г., 1987, Курорты Грузии, Тбилиси, изд. "Сабчота Сакартвело", 382 с.
5. Климат Тбилиси, 1992, под. Ред. Сванидзе Г.Г. и Папинашвили Л.К., Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 230 с.
6. Климчук А.Б., Наседкин В.М., 1992, Радон в пещерах СНГ, Вестник Киевского карстолого-спелеологического центра, № 4 (6), Киев, изд. Свет, с. 21-35.
7. Крутиков В.Н., Брегадзе Ю.И., Круглов А.Б., 2003, Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека, М., ИПК изд. Стандартов.
8. Лавинский Ю.Г., Громов А.В., 2004, Воронцовская система пещер как полигон радоновых исследований, сб. «Пещеры», Пермь, с. 42-48.
9. Наседкин В.М., Климчук А.Б., 1991, Воздушная альфа-радиация в пещерах: состояние проблемы, Вестник Киевского карстолого-спелеологического центра, № 1, Киев, изд. Свет, с. 9-13.
10. Русанов В.И., 1981, Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей, Томск, изд. Томского университета, 87 с.
11. СП-2.6.1-758-99, 1999, Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы, Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, М., 116.
12. Тинтилозов З.К., 1976, Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ), Тбилиси, Мецниереба, 275 с.
13. Шелейховский Г.В., 1948, Микроклимат южных городов, М., 118 с.

უკ 551.582

ქ. წყალტუბოს საკურორტო-ტურისტული კომპლექსის კლიმატური, აეროიონიზაციური და რადიოლოგიური მახასიათებლები./სააკაშვილი ნ., ტაბიძე მ., თარხან მოურავი ი., ხელაშვილი ე., ამირანაშვილი ა., კირკიტაძე დ., მელიქაძე გ., ნოდია ა., თარხნიშვილი ა., ჩიხლაძე ვ., ლომინაძე გ., წიქარიშვილი კ., ჭელიძე ლ./ჰმი-ს შრომათა კრებული -2008.-ტ.115.-გვ. 31-40.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

წარმოდგენილია ქ. წყალტუბოს და აგრეთვე თეთრი მღვიმის, სათაფლიის და წყალტუბოს მღვიმის კლიმატური, აერო იონიზაციური და რადიოლოგიური მახასიათებლების კვლევის შედეგები.

UDC551.582

**CLIMATIC, AERO - IONIZING AND RADIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HEALTH RESORT - TOURIST COMPLEX OF TSKALTUBO CITY.** /Saakashvili N., Tabidze M., Tarkhan-Mouravi I., Khelashvili E., Amiranashvili A., Kirkitadze D., Melikadze G., Nodia A., Tarkhishvili A., Chikhladze V., Lominadze G, Tsikarishvili K., Chelidze L./Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - т.115. – р. 31-40. - .; Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Results of studies of climatic, aero- ionizing and radiological characteristics of Tskaltubo city and also "Tetri Mgvime", "Sataplia" and "Tskaltubo" caves are represented.

УДК551.582

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ, АЭРОИОНИЗАЦИОННЫЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУРОРТНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА Г. ЦХАЛТУБО.**/Саакашвили Н. М., Табидзе М.Ш., Тархан-Моурави И.Д., Хелашвили Э.И., Амиранашвили А.Г., Киркитадзе Д.Д., Меликадзе Г. И., Нодия А.Г., Тархнишвили А.Г., Чихладзе В.А., Ломинадзе Г.Дж., Цикаришвили К.Д., Челидзе Л.Т./Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. -2008. – т.115. – с. 31-40. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Представлены результаты исследований климатических, аэроионизационных и радиологических характеристик в г. Цхалтубо, а также пещерах "Тетри Мгвиме", "Сатаплиа" и "Цхалтубская".