

**БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ****ХИМИЯ И БИОХИМИЯ НАТЕЧНЫХ ВОД НЕКОТОРЫХ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР  
РЕСПУБЛИКИ ГРУЗИЯ**

**Ломсианидзе Изolda Александровна**

*ассоциированный профессор Кутаисского государственного университета имени Церетели  
4600, Республика Грузия, г. Кутаиси. улица Тamar Мene, 59  
E-mail: [izoldalomsianidze@yahoo.com](mailto:izoldalomsianidze@yahoo.com)*

**Джулакидзе Иракли Жозевич**

*ассоциированный профессор Кутаисского государственного университета имени Церетели  
4600, Республика Грузия, г. Кутаиси. улица Тamar Мene, 59  
E-mail: [j.julakidze@mail.ru](mailto:j.julakidze@mail.ru)*

**Хвичия Лаша Александрович**

*специалист-химик Кутаисского государственного университета имени Церетели  
4600, Республика Грузия, г. Кутаиси. улица Тamar Мene, 59  
E-mail: [lasha.xvichia1993@gmail.com](mailto:lasha.xvichia1993@gmail.com)*

**Чхеидзе Бека Гогиевич**

*студент, химик Кутаисского государственного университета имени Церетели  
4600, Республика Грузия, г. Кутаиси. улица Тamar Мene, 59  
E-mail: [chxeidzebeqa1994@gmail.com](mailto:chxeidzebeqa1994@gmail.com)*

**CHEMISTRY AND BIOCHEMISTRY OF DRIP WATERS OF SOME KARSTIC CAVES  
OF THE REPUBLIC OF GEORGIA**

**Izolda Lomsianidze**

*associate professor, Kutaisi Akaki Tsereteli State University  
4600, Republic of Georgia, Kutaisi, Tamar Mepe st., 59*

**Irakli Djulakidze**

*associate professor, Kutaisi Akaki Tsereteli State University  
4600, Republic of Georgia, Kutaisi. Tamar Mepe st., 59*

**Lasha Khvichia**

*specialist-chemist, Kutaisi Akaki Tsereteli State University  
4600, Republic of Georgia, Kutaisi. Tamar Mepe st., 59*

**Beka Chkheidze**

*student, chemist Kutaisi Akaki Tsereteli State University  
4600, Republic of Georgia, Kutaisi. Tamar Mepe st., 59*

**АННОТАЦИЯ**

В статье изучен химический состав тѣчных вод карстовых пещер западной Грузии: „Мурад“, „Прометей“, „Сатаплиа“. Изучали причину образования шаровых форм в пещере „Мурад“, которые не имеют аналогов в Грузии и представляют большую редкость в мире.

**ABSTRACT**

The article studies the chemical composition of drip waters of the karstic caves of Western Georgia: 'Murad', 'Prometheus', 'Sataplia'. The reason for the formation of globular forms in the cave 'Murad' has been studied. These forms have no analogues in Georgia and are very rare in the world.

**Ключевые слова:** пещера, карст, катионы, анионы, кислород, углекислый газ.

**Keywords:** cave, karst, cations, anions, oxygen, carbon dioxide.

### Введение

По расчётам Максимовича карстовые породы на нашей планете занимают треть суши - площадью 50 млн км<sup>2</sup>. К этому добавляются карстовые участки на дне морей и океанов, площадь которых не известна. [3]

Для образования карстовых пещер нужны следующие условия:

1. основным условием образования карстовых пещер является существование цельной массы легкорастворимых пород: Каменная соль, гипс, известняк, доломит, карбонатные рушенные породы, травертины; [1,2]

2. для карстового процесса, а также для пещерообразования, кроме литологических условий нужны структурно-геологические условия: слоистость породы, наклонность этих слоев, а также направление и характер трещин; [1,2]

3. для процесса карстования обязательным является регулярный поток воды в виде: атмосферных осадков, поток талой воды, подземная или поверхностная река. [1,2,3]

Растворённый в воде CO<sub>2</sub> ускоряет химическое растворение пород. Поэтому, чем больше CO<sub>2</sub> в воде, тем интенсивнее идёт карстование породы. [2]

4. Для развития карста обязательна постоянная циркуляция подземной воды. [1,2,3]

Республика Грузия (особенно её западная часть) богата карстовыми пещерами: „Прометей“, „Сатаплия“ (переводится как место, где много мёда) и т.д.

В ноябре 2014 года группа альпинистов клуба „Тетнулди“ и охотник Мурад открыли новую карстовую пещеру и назвали её пещерой „Мурада“.

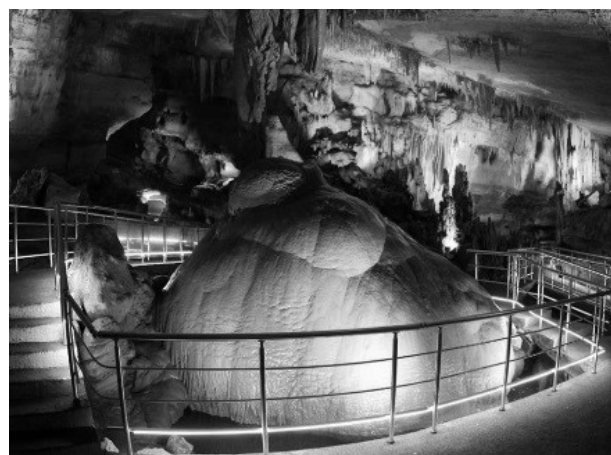
При исследовании пещеры был открыт зал с сталактидами, которые заканчивались шарообразными формами. Сталактиды такой формы не имеют аналогов в Грузии и представляют большую редкость в мире. Эти шарообразные образования возникают в основном в тихих уголках - пещеры, в подземной лагуне, образованной из тёплых вод. Температура воздуха в пещере = 7°C, Температура воды в лагуне равна - 8°C.

Все эти шары расположены в одной плоскости. Диаметр кальцитовых окаменевших шаров колеблется от 5 см - до 60 см.

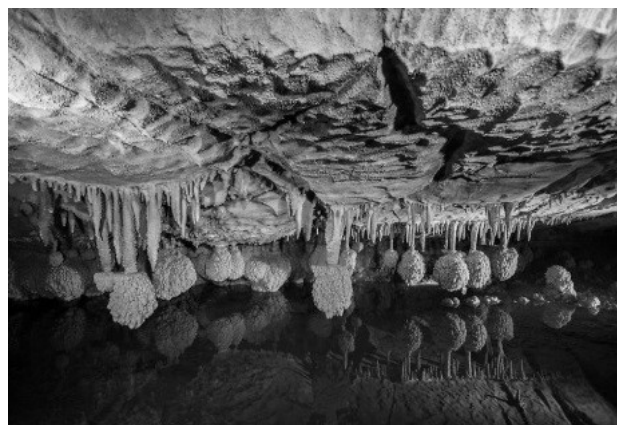
По утверждению учёных, эти формы были образованы в лагуне, одновременной на одном уровне, а после понижения уровня воды повисли над водой как люстры. Такие шаровые образования находятся и на дне лагуны.



*пещера „Промете“*



*пещера „Сатаплия“*



*пещера „Мурад“*

В процесс исследования новой пещеры включилась группа учёных, среди них были и мы, группа химиков из Государственного университета имени Церетели г. Кутаиси.

Нашей целью было исследование воды из лагуны, чтобы найти причину образования шаровидных форм.

#### Экспериментальная часть.

Исследовали воду. Определяли катионы, анионы растворённой в воде кислород, растворённый  $\text{CO}_2$  в воде (учитывая pH показатель воды и щёлочность). Определяли биохимическое потребление кислорода БПК<sub>5</sub> (через 2, 3, 5, 10, 15 дней).

#### Определяли катионы следующими методами:

$\text{Mg}^{2+}$  - комплексонометрическим методом (трилонометрическим методом).

$\text{Ca}^{2+}$  - комплексонометрическим методом.

$\text{Fe}^{3+}$  - фотоэлектроколориметрическим методом (с использованием сульфосалициловой кислоты).

$\text{Cu}^{2+}$  - фотоэлектроколориметрическим методом.

$\text{Zn}^{2+}$  - фотоэлектроколориметрическим методом (с использованием дитизона).

$\text{Pb}^{2+}$  - фотоэлектроколориметрическим методом.  
 $\text{Al}^{3+}$  - фотоэлектроколориметрическим методом (употреблением дитизона).

$\text{HCO}_3^-$  - ацидиметрическим методом.

$\text{SO}_4^{2-}$  - весовым методом.

$\text{Cl}^-$  - методом меркурометрии.

$\text{I}^-$  - методом иодометрии.

Работы проводились на КФК - 3.

Растворённый в воде кислород определяли методом иодометрии. [7]

pH определяли на pHметре. модель - PHS-3В/

В воде растворённого  $\text{CO}_2$  определяли методом титрования. При вычислениях учитывали pH и щёлочность воды.

Биохимическое потребление кислорода БПК<sub>5</sub> определяли через 2, 3, 5, 10, 15 дней методом иодометрии. [4, 5, 6]

#### Результаты.

Были получены следующие результаты:

Таблица 1.

Количество катионов в тёчных водах пещеры: „Мурад“, „Прометей“, „Сатаплия“

№	наименование пещеры	количество катионов, мг/л						
		$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$
1.	„Мурад“	0.04	3.28	0.066	0.008	0.0065	0.0009	0.0035
2.	„Прометей“	0.37	4.59	0.211	0.006	0.0037	0.0003	0.0017
3.	„Сатаплия“	0.32	3.09	0.177	0.001	0.0413	0.0006	0.0046

Таблица 2.

Количество анионов и показатели pH в тёчных водах пещеры: „Мурад“, „Прометей“, „Сатаплия“

№	наименование пещеры	количество анионов, мг/л				показатель pH
		$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{I}^-$	
1.	„Мурад“	1.76	0.621	0.416	-	7.3
2.	„Прометей“	3.35	0.411	1.045	-	6.5
3.	„Сатаплия“	2.43	0.411	0.429	-	6.7

Таблица 3.

Количество в воде растворённого кислорода, углекислого газа и биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>)

№	наименование пещеры	в воде растворённый $\text{O}_2$ мг/л	в воде растворённый $\text{CO}_2$ мг/л	биохимическое потребление кислорода, мг/л				
				через 2 дня	через 3 дня	через 5 дней	через 10 дней	через 15 дней
				1.	„Мурад“	10.8	5	9.0
2.	„Прометей“	7.4	18	7.2	5.5	5.2	4.9	4.2
3.	„Сатаплия“	9.1	13	9.2	8.5	7.7	6.6	5.7

#### Выводы.

1. По количеству катионов и анионов пещеры „Прометей“ и „Сатаплия“ почти сходны и резко отличаются от данных пещеры „Мурад“. Например, кол-во  $\text{HCO}_3^-$  в пещере „Мурад“ равно 1,76 мг/л, а

кол-во ионов  $\text{Ca}^{2+}$  почти таков, как в других пещерах. Очень мала кол-во ионов  $\text{Mg}^{2+}$  - 0,04 мг/л.

2. Кол-во в воде растворённого  $\text{CO}_2$  в пещере „Мурад“ меньше, чем в других пещерах (5 мг/л). Показатель  $\text{pH}=7.3$ , Когда показатель  $\text{pH}$  в других пещерах почти одинаковый (6,5-6,7).

3. Количество в воде растворённого кислорода в пещере „Мурад“ выше, чем в других пещерах (10,8 мг/л).

Для возникновения жизни в воде нужен 6 мг/л  $\text{O}_2$ . [7]

4. При определении биохимического потребления кислорода в тѣчных водах, самый высокий показатель получили в пещере „Мурад“ (9,0 мг/л - 8,2 мг/л - 6,6 мг/л - 5,4 мг/л - 2,6 мг/л).

Исходя из полученных данных, мы предполагаем, что в лагуне пещеры „Мурад“ может находиться форма жизни, содержащая  $\text{CaCO}_3$ , или эта жизненная форма интенсивно могло способствовать химическому процессу образования  $\text{CaCO}_3$ , что и привело к формированию шарообразных форм.

Исследование продолжается.

#### Список литературы:

1. Лежава З. - Карст плато верхней части Имерети. - Тбилиси, из-во „Универсал“. 2015, с-210 (на грузинском языке).
2. Маруашвили Л. - Основы пещероведения (на грузинском языке). - Тбилиси, 2013, с-270.
3. Максимович Г.Л. - Основы карстведения. - I-II т, Пермь, 1993, с-1180.
4. Резников А.А., Муликовская Е.М. - Метод анализа природных вод, из-во „Недра“, Москва, 1970, с-479.
5. Семёнов А.Р. - Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши, „гидрометеоиздат“, Ленинград, 1977, с-540.
6. Шарло Г. - Методы аналитической химии, I-II, из-во Химия, Москва, 1969, с-1204.
7. Jonson Robyn L., Holmyuist Dan D., Redding Kally - Water Quality with Vernier, Vernier, Printeg in the United States of America, 2015, p-1044.