

- № 11, pp. 1329-1333, 1994.
8. Jang J.S. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system, IEEE Trans. on Systems, Man & Cybernetics, т. 23, № 3, 1993. – pp. 665-685.
  9. Franz N.A., Sorokin S.V., Alexeeva A.E., Inshina I.V., Novysh O., Kazak A. Field Measurements of Gypsum Denudation Rate in Kulogorskaya Cave System, Proceedings of 16th International Congress of Speleology, Brno, 2013.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИНДИКАТОРНЫХ ОПЫТОВ И ДВИЖЕНИЕ КАРСТОВЫХ ВОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ХИПСТИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

А.С. Гусев<sup>1</sup>, С.Е. Мазина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова, Университетский пр-т 13, Москва 119992, Россия; gusev@sai.msu.ru

<sup>2</sup>Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Воробьевы горы 1-10, Москва 119991, Россия; conophytum@mail.ru

**Введение.** Изучение гидрогеологии карстовых массивов является актуальной и важной задачей как с точки зрения геологии, географии, экологии, так и для решения экономических проблем освоения территорий. Особую значимость это представляет для регионов, большую часть территории которых занимают карстующиеся породы.

Важную роль в изучении гидрогеологии карста играет выявление гидродинамических связей между отдельными водосборами в области питания и крупными источниками в области разгрузки [6]. Для этого обычно используются спелеологический и индикаторный методы. Спелеологический метод предусматривает проникновение в глубину массива через карстовые полости. Индикаторный метод заключается в окрашивании водотоков в области питания и поиска выхода окрашенных вод на поверхность в возможных местах разгрузки. Наилучшие результаты достигаются комбинацией двух вышеупомянутых методов.

Целью настоящей работы является изучение направлений и скоростей движения подземных карстовых вод южной части Хипстинского высокогорного карстового массива. Данный массив интересен во многих отношениях. С одной стороны, здесь расположена пещерная система Снежная, дренирующая большую часть массива. Уникальные морфометрические параметры изученной спелеологическими методами системы, наличие в ней двух значительных рек со средним расходом порядка 0,5 м<sup>3</sup>/с каждая и развитой гидросети позволяют получить гидрометрическим методом новую информацию о подземных водотоках высокогорного карста. С другой стороны, индикаторные опыты, проведенные на массиве, указывают на сложный характер движения подземных водных потоков [2]. В связи с этим, Хипстинский массив представляется авторами хорошим полигоном для изучения гидрогеологии высокогорных карстовых районов.

**Объект исследований.** Хипстинский высокогорный карстовый массив является составной частью Бзыбского хребта и его южного отрога – хребта Раздельного. Господствующие вершины массива (максимальная высота 2515 м н.у.м.) расположены в его северной части (рис. 1, 2). На юге на высотах 400-500 м над уровнем моря массив граничит с Колхидской низменностью. Массив расположен в горно-лесном (до высоты 1700-1800 м) и горно-луговом почвенно-растительном поясе [2]. В административном отношении он входит в состав Гудаутского района Абхазии.

Естественными границами массива являются в основном реки: Хипста, Решевая, Аапста. Южная граница массива имеет стратиграфический и тектонический характер. С точки зрения стратиграфии она проходит по контакту карстующихся меловых и палеоцен-эоценовых пород с более молодыми олигоцен-неогеновыми отложениями [2]. С точки зрения тектоники границей является Калдахварский сброс [3, 8] (флексура [13], разлом [17]; рис. 1). В данной работе расположение южной границы массива (рис. 2) приведено согласно [2]. С учетом принятых в [2, 15] границ, площадь массива составляет по нашим оценкам 156 км<sup>2</sup>.



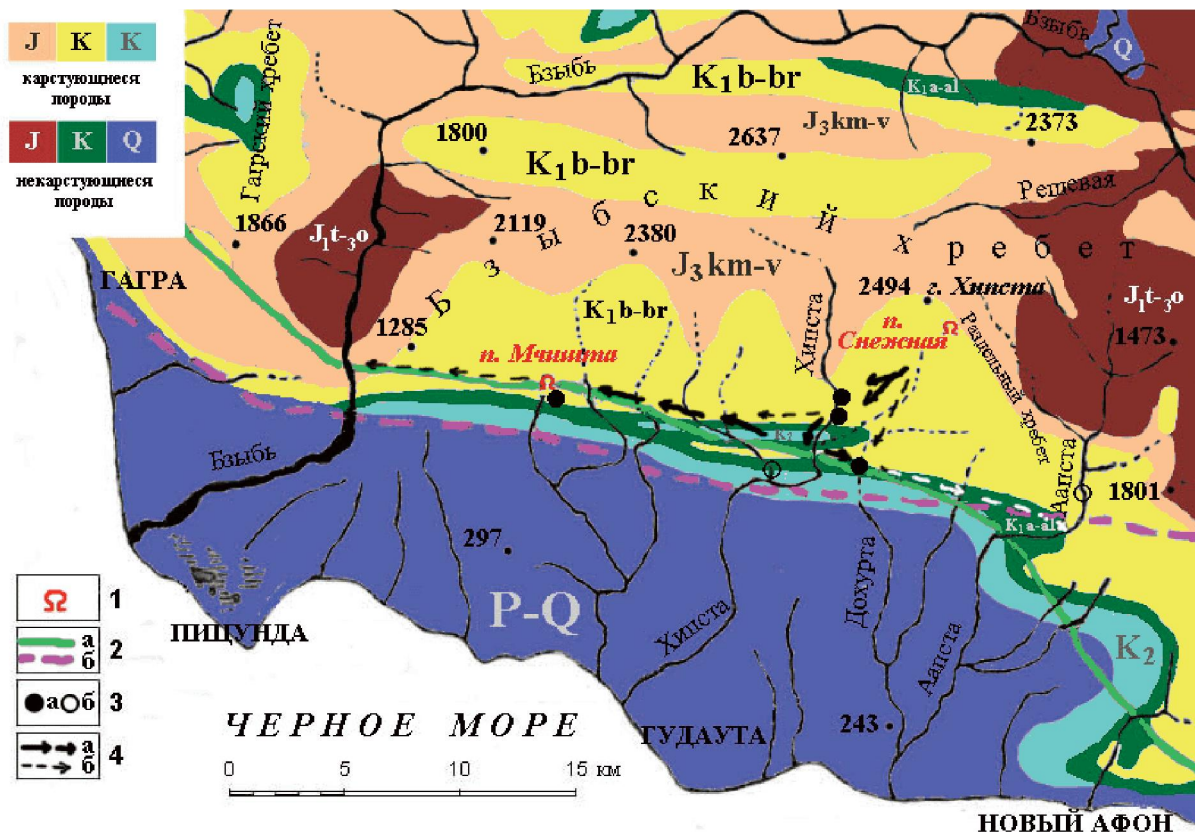


Рис. 1. Геологическая (согласно [1, 5] с дополнениями Б.Р. Мавлюдова) карта района работ. 1 – пещеры; 2 – Калдахварский сброс по данным [13, 17] (а) и [3, 8] (б); 3 – места установки ловушек: (а) – выход красителя был зафиксирован, (б) – выход красителя не был зафиксирован; 4 – вероятные (а) и возможные (б) пути движения подземных вод.

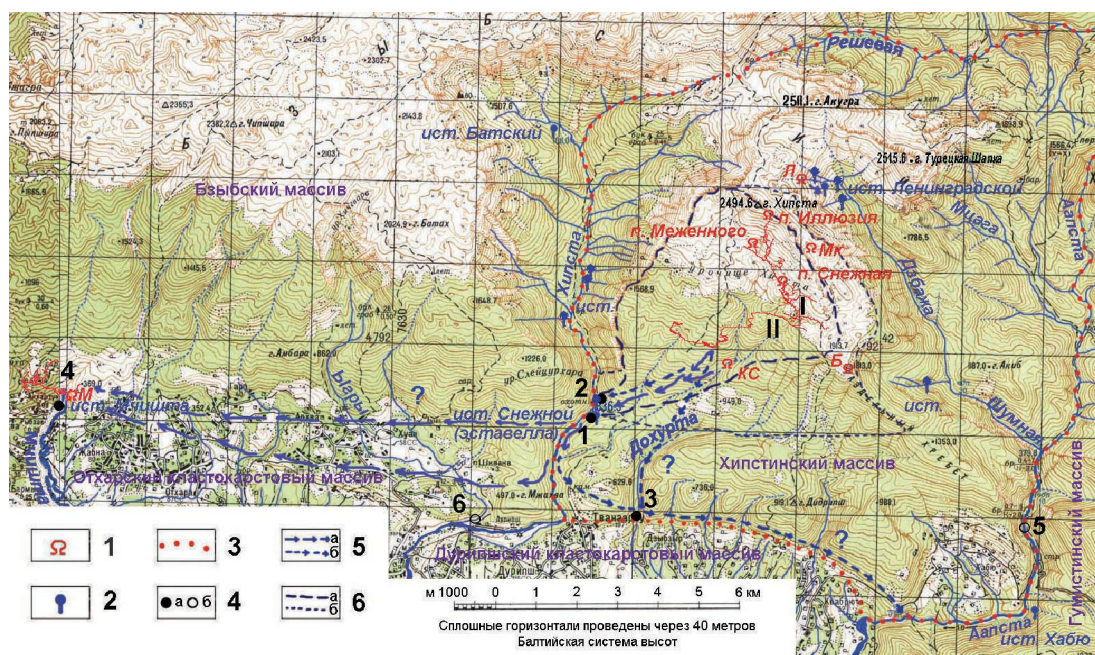


Рис. 2. Карта Хипстинского и юго-восточной части Бзыбского массивов. 1 – пещеры (Б – Божко, КС – Каньон-Самохват, Л – Ленинградская, М – Мчишта, Мк – МиКо); 2 – источники; 3 – границы Хипстинского массива; 4 – места установки ловушек: (а) – выход красителя был зафиксирован, (б) – выход красителя не был зафиксирован; 5 – направления движения подземных вод в межень (а) и в период паводка (б), вопросительными знаками отмечены возможные пути движения; 6 – границы минимальной (а) и максимальной (б) водосборной площади системы Снежная.



В схеме тектонического районирования карста Хипстинский подрайон входит в Гагро-Бзыбский район Гагро-Джавского округа провинции Южного склона Кавказа [10]. Чипширский сброс разделяет массив на северный и южный блоки. К северу от сброса известна пологая синклиналь Акугра, сложенная верхнеюрскими породами [4]. Южный блок несколько приподнят по отношению к северному (на 700 м по данным [9]). Его слагает асимметричная Бзыбская антиклиналь. Северное крыло сложено известняками титона, имеющими довольно крутое падение ( $50^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ), южное – меловыми известняками, полого ( $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) падающими к прибрежной равнине. Южное крыло антиклинали – хребет Раздельный – является моноклиной с падением пластов к югу. В среднем течении р. Хипста, южнее источника Снежной, апт-альбские и верхнемеловые известняки образуют наложенные складки [3, 8]. Долинам рек Хипста и Аапста соответствуют поперечные нарушения [8].

Суммарная мощность карстующихся пород на южном склоне хребта Раздельный превышает 1200 м [2, 15].

В пределах Хипстинского массива по данным Комиссии спелеологии и карстоведения Московского центра Русского географического общества ([www.rgo-speleo.ru](http://www.rgo-speleo.ru)) известно более 50 пещер, из которых 16 можно отнести к категории крупных (длиной более 1 км и (или) глубиной более 100 м). Особое место занимает пещерная система Снежная, речь о которой пойдет ниже. Большинство крупных карстовых полостей массива расположено в пригребневой части хребта Раздельный и на его южном склоне (рис. 2).

Южная часть Хипстинского массива охватывает территорию южного склона и пригребневую часть хребта Раздельный и примерно соответствует водосборной площади системы Снежная (рис. 2). Далее в работе мы будем, в основном, рассматривать только южную часть массива.

Пещерная система Снежная (рис. 2, 3) располагается на южном склоне хребта Раздельный, который и дренирует. В настоящее время известны три входа в систему - через шахты-поноры Иллюзия (вход на высоте 2389 м над уровнем моря), Меженного (2015 м) и Снежная (1971 м; точность определения составляет 4-5 м).

Морфометрические параметры системы Снежная по состоянию на январь 2014 г.: глубина - 1760 м, протяженность ходов – более 32 км, объем – около 2 млн. м<sup>3</sup> (по [2] с учетом новых данных 2005-14 гг.). Она входит в тройку глубочайших пещер мира и является самой длинной карстовой полостью Кавказа.

На формирование как общего плана системы, так и отдельных деталей ее морфологии большое значение оказали тектонические нарушения общекавказского ( $130^{\circ}$ - $310^{\circ}$ ) и субмеридионального ( $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ) направлений и их динамопары ( $40^{\circ}$ - $220^{\circ}$  и  $90^{\circ}$ - $270^{\circ}$ ) [2, 15, 16]. Самая нижняя часть пещеры, находящаяся после водопада Олимпийского (рис. 3), приурочена к мощной зоне тектонических нарушений. Здесь находятся крупнейшие в системе обвальные залы [16].

Относительно геологических условий заложения системы Снежная единого мнения нет. Авторы [15, 16] считают, что верхняя ее часть заложена в массивных и толстослоистых известняках баррема, а нижняя - в намывных брекчиях валанжинского и готеривского ярусов. Согласно [2], верхняя часть системы Снежной заложена в чистых толстослоистых, местами – брекчиевидных или конгломератовидных известняках и продуктах их разрушения в зонах дробления, а нижняя часть системы использует в основном трещины напластования в толще слоистых известняков, местами переходящих в доломитовую брекчию.

Гидросистема Снежной включает в себя 2 крупных подземных реки, 8 крупных (расход больше 10 л/с) и более 30 мелких притоков. Пещерная река Снежной (Гужва) изучена на протяжении 7 км. Она вытекает из глубокого (>10 м) колодца на глубине 720 м (относительно верхнего входа в систему). На глубине 1740 м река уходит под мощный глыбовый завал. С противоположной стороны под тот же завал втекает такая же крупная Татьянана река, протяженная на протяжении более 1 км.

Меженный расход подземной реки Снежной в донной части оценивается в 150-300 л/с, среднегодовой – около 500 л/с, расход в паводки – более 2000 л/с. Средняя скорость течения реки в межень на горизонтальных участках составляет 0,2 м/с [15]. Меженный расход Новой (Татьяниной) реки оценен в 80-300 л/с.



Рис. 3. Топографический план системы Снежная. Показаны направления течения двух основных рек системы и места выпуска красителя (I, II). Отметки глубин указаны от верхнего входа в систему.

Постоянные поверхностные водотоки в пределах водосборной площади системы Снежная и на платообразных участках массива отсутствуют (рис. 2).

В 1980 г. был обнаружен вклюдз, который является одним из выходов вод системы Снежная. Он находится в левом борту ущелья р. Хипста на отметке около 330 м над уровнем моря (рис. 2) [15]. В засушливый период источник работает как поглотитель (т.е. является эставеллой) [14, 18].

Помимо эставеллы Снежной, в пределах массива известно несколько карстовых источников (рис. 2). Небольшой источник известен рядом с Эставеллой; он расположен на левом берегу Хипсты примерно в 100 м выше по течению от Эставеллы. Крупный источник расположен сразу за Эставеллой ниже по течению. Как минимум два прежде не описанных в литературе источника расположено на левом берегу Хипсты в ее среднем течении (в 3-3,5 км севернее Эставеллы; см. рис. 2). Известны источники в верховьях реки Дзбажа и ее нижнем течении (река Шумная). У границ массива известны источники в верховьях реки Бат и в орографически правом борту каньона р. Хипста, дренирующие центральную часть Бзыбского массива, а также пещера-источник Хабю, расположенная в среднем течении р. Аапста и дренирующая северную часть Гумистинского массива [2, 11]. Особую роль играет крупнейший на Кавказе и в бывшем СССР источник Мчишта, расположенный на южном склоне Бзыбского массива на высоте 85 м (рис. 1). Он дренирует значительную часть Бзыбского и Хипстинского массивов; его связь с водами системы Снежная доказана индикаторными методами [18].

**История исследований.** На Хипстинском массиве в 1973-2011 гг. было проведено несколько индикаторных опытов с целью установления мест разгрузки подземных водотоков



района (табл. 1), в основном – в южной части массива. К сожалению, значительная часть опытов оказалась, по различным причинам, неудачной; результаты ряда опытов оказались необработанными, неопубликованными и потерянными для науки. Наиболее успешный опыт был проведен в августе 1986 г., в результате которого была обнаружена гидрологическая связь между пещерной системой Снежная, эставеллой Снежной и пещерой-источником Мчишта [14, 18]. Отметим также успешные опыты 1973 г. в пещере Ленинградская в северной части массива и 1988 г. в системе Каньон-Самохват в южной части массива.

Таблица 1

**Результаты индикаторных опытов на Хипстинском массиве**

№	Дата	Место запуска красителя	Краситель	Уровень воды	Места (реки, источники) фиксации красителя	Места (реки, источники), где краситель не был зафиксирован	Скорость потока,	
							км/сут	м/ч
1	июль 1973 г.	п. Снежная	уранин, 3 кг	низкий	-	Аапста, Дзбажа, Мцага	-	-
2	июль 1973 г.	п. Ленинградская	уранин, 2 кг	низкий	Дзбажа	-	0,5	20
3	июнь 1974 г.	п. Снежная	уранин, 18 кг	высокий	Аапста (?)	Хипста, Дзбажа, Шумная, Мцага, Дохурта	-	-
4	май 1975 г.	п. Снежная	?	?	Хипста (?), Дохурта (?)	?	-	-
5а	август 1986 г.	эставелла Снежной	родамин, 0,5 кг	очень низкий	Мчишта	Хипста (выше Эставеллы), Аапста, Хабю	1,3-4,5	55-190
5б		п. Снежная	уранин, 8 кг	низкий	эставелла Снежной, Мчишта		1,7-3,1	70-130
6	август 1988 г.	п. Самохват	?	?	Хипста (выше Эставеллы)	-	?	?
7	август 1992 г.	п. Самохват	?	?	?	?	-	-
8	см. табл. 2							
9а	декабрь 2010 г.	п. Снежная	уранин	высокий	Бзыбь (?), Мчишта (?), Хипста (?), Аапста (?)	?	-	-
9б	январь 2011 г.		уранин, 2 кг				-	-

Тем не менее, проведенные ранее индикаторные опыты показали, что южные части Хипстинского и Бзыбского массивов представляют собой связанные гидрогеологические системы. Промежуточной зоной разгрузки Хипстинского массива является долина р. Хипста. Прохождение красителя из системы Снежная в источник Мчишта плотным «пакетом» (с концентрацией до 300 мг/м<sup>3</sup>) свидетельствует о существовании хорошо проработанных подрусловых карстовых каналов под долинами рек Хипста и Ыгры [2, 14, 18]. Дополнительно, результаты опытов поставили вопрос о возможности существования разных путей движения подземных вод в межень и паводок [2].

Анализ результатов индикаторных опытов показал, что основными путями подземных потоков из пещер южной части Хипстинского массива являются субширотные нарушения, на пересечении которых с долиной р. Хипста обнаружены мощные источники [2]. По этим же нарушениям происходит отток части подземных вод Хипстинского массива на запад, к источнику Мчишта. Здесь, на южной границе массива, Калдахварский сброс сопровождается мощная зона дробления (ширина до 200 м), в которой блоки известняков имеют различное залегание. На севере эта зона контактирует с блоком меловых известняков, имеющим северное падение. В 350-400 м севернее зоны дробления расположена основная дрена Хипстинского и Бзыбского массивов, ориентированная параллельно Калдахварскому сбросу. Она должна располагаться на стыке двух блоков с противоположным падением известняков, где ожидается наибольшее

раскрытие трещин [2]. К сожалению, в литературе не удалось найти однозначного ответа на вопрос о том, насколько близко к эставелле Снежной проходит основная дрена Хипстинского массива. Согласно разным источникам, диапазон возможных расстояний составляет от 0 до 1,5 км.

**Методы исследования.** В проведенных индикаторных опытах использовался флуоресцеин натрия химически чистый (Fluka).

Флуоресцеин натрия или Уранин А представляет собой динатриевую соль флуоресцеина, хорошо растворимую в воде с чрезвычайно сильной зеленой флуоресценцией. Флуоресцеин натрия широко используется в промышленности и является безопасным для человека. Краситель официально разрешен к применению СЭС как красящее вещество для определения утечки воды в теплосетях и водоводах, в том числе питьевых. Его можно использовать для трассирования вод без дополнительного подщелачивания раствора. Препарат обычно добавляется в количестве 1-5 г на 1 м<sup>3</sup> воды. В проведенном эксперименте количество красителя было снижено до 0,2 г/м<sup>3</sup> воды, вследствие изменения методики анализа сорбентов. В результате визуально окрашенные воды на поверхности не появлялись.

Ловушки изготавливались из пластиковой сетки с порами 1-2 мм<sup>2</sup>. Внутри цилиндра из сетки помещали уголь активированный, предварительно обработанный серной кислотой и промытый в проточной воде в течение 10 часов, в центр помещали лиофилизированные бактериальные клетки *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* (препарат Биоспорин-Биофарма, Украина).

Анализ ловушек проводили с помощью микроскопа ЛЮМАМ Из и Leica DM 1000.

**Анализ результатов.** Индикаторный опыт проведен в зимней экспедиции Клуба спелеологов МГУ 2009-2010 гг.

Ловушки перед экспериментом были 23-25 декабря 2009 г. установлены в пещере Новофонская (озеро Анатолия), на реках Псырцха (в районе Нового Афона), реке Гумиста (Сухум), Бзыбь (Бзыбта) и на реке Решевая. Эти ловушки были сняты 7-8 января. На эставелле (1 на рис. 2), реке Хипста выше эставеллы (2), реке Дохурта (3), источнике Мчишта (4), реке Аапста (5), и реке Ыгри (Абгара, Дурипш, 6) ловушки устанавливались 27.12.2009 г. и менялись каждые два часа. Данные ловушки были окончательно сняты 8.01.2010 г.

Краска была запущена в реку пещеры 28.12.2009 в 3.00 мск на реке за залом Победа (спуск с пятого завала, глубина 710 м относительно входа в п. Снежная; I на рис. 2, 3) и 29.12.2009 в 8.00 мск на реке за залом Ожидания (глубина 850 м; II). Второе окрашивание проводилось в паводок, который начался в ночь с 28.12 на 29.12.2009 г.

Выход краски был обнаружен в источнике Мчишта 31.12.2009 в 16.00, 18.00, 22.00 и 24.00; в эставелле 29.12.2009 в 6.00, в Хипсте 30.12.2009 в 14.00; в Дохурте 30.12.2009 в 22.00.

Результаты проведенного эксперимента представлены в табл. 2. Римскими цифрами I, II обозначены расстояния, времена прохождения красителя и скорости движения воды от Залов Победы и Ожидания, соответственно. Для оценки фактических расстояний до Мчишты и Дохурты использовались два промежуточных пункта: эставелла и место пересечения р. Хипста с Калдахварским сбросом (рис. 1, 2). Фактические расстояния рассчитывались для пройденных участков пещерной реки исходя из данных топосъемки, участков «дно Снежной – эставелла» и «дно Снежной – р. Хипста» - по фактической извилистости системы Снежная (коэффициент 1,8, согласно [14]), участков «эставелла – Калдахварский сброс» и вдоль сброса – по среднему коэффициенту 1,3 для Альпийской складчатой области (согласно [6]). Дополнительно были подсчитаны расстояние и скорость в случае прямого (с коэффициентом 1,3) движения воды из п. Снежная до р. Дохурта. Данные параметры отмечены в табл. 2 наклонным шрифтом. Исключая очевидный случай с эставеллой Снежной, в случаях с пунктами на р. Хипста и р. Дохурта мы предполагаем фиксацию паводковой воды (запуск в зале Ожидания). Для пункта на ист. Мчишта, где выход красителя наблюдался двумя пакетами (хотя и с небольшим интервалом), мы полагаем фиксацию межвенной воды (I) в первом пакете и паводковой (II) – во втором.

Полученные результаты подтверждают в целом результаты опыта 1986 г.



Таблица 2

## Результаты проведения индикаторного опыта 2009-2010 гг.

Места запуска и фиксации красителя	Время запуска и фиксации	Высота над уровнем моря, м	Расстояние между пунктами запуска и фиксации, км		Время прохождения красителя, часы	Средняя скорость движения воды,	
			по прямой (без учета разницы высот)	фактическое		км/сут	м/ч
зал Победы (I)	28.12-03.00	1260	-	-	-	-	-
зал Ожидания (II)	29.12-08.00	1120	0,9	1,5	-	-	-
эставелла Снежной (1)	29.12-06.00	330	5,6 (I)	10,1 (I)	25-27 (I)	9,4±0,4	390±15
р. Хипста (2)	30.12-14.00	350	4,7 (II)	8,4 (II)	28-30 (II)	7,0±0,2	290±10
р. Дохурта (3)	30.12-22.00	240	5,8 (II)	15,1 (II) 7,6 (II)	36-38 (II)	9,8±0,3 5,0±0,1	410±15 210±5
ист. Мчишта (4)	31.12-16.00	85	18,0 (I)	30,1 (I)	83-85 (I)	8,5±0,2	355±10
	31.12-18.00				85-87 (I)		
	31.12-22.00		17,2 (II)	28,7 (II)	60-62 (II)	11,1±0,4	460±15
	31.12-24.00				62-64 (II)		

**Обсуждение результатов.** Наиболее интересным результатом индикаторного опыта зимы 2009-2010 гг. является обнаружение выхода красителя в притоке Аапсты реке Дохурта (в районе ее пересечения Калдахварским сбросом). Полученные данные свидетельствуют о сложном характере движения подземных вод массива. Основным, наиболее вероятным направлением движения карстовых вод системы Снежная является, по нашему мнению, путь «дно Снежной → эставелла Снежной → Калдахварский сброс»; по сбросу основной поток воды идет на запад в направлении Мчишты, а в паводок – и в противоположном восточном направлении на Дохурту и, возможно, Шумную и Аапсту. В наиболее сильные весенние паводки нельзя исключить и возможность движения вод системы Снежная вдоль Калдахварского сброса на запад от Мчишты вплоть до реки Бзыбь. Авторы [2] предположили, что при оттоке воды вдоль Калдахварского сброса возможно ее поступление в пределы массива Арабика с дальнейшей прямой субмаринной разгрузкой. Кроме этого, существует возможность субмаринной разгрузки подземных вод Хипстинского и Бзыбского массива по V типу [7] в аллювий переуглубленной долины р. Бзыбь, а затем – в Черное море [2]. В пользу данной гипотезы свидетельствуют и последние исследования на массиве Арабика [12].

Вероятность оттока части вод пещерной системы Снежная в период паводка в восточном направлении вдоль Калдахварского сброса подтверждается как нашим опытом, так и экспериментом 1974 г. Однако, выход красителя в р. Аапста нами не был зафиксирован. Возможно, это связано с тем, что ловушка была поставлена выше места пересечения реки Аапста с Калдахварским сбросом. Проверка данной гипотезы требует постановки дополнительных экспериментов по трассированию.

Часть вод Снежной поступает в р. Хипста выше эставеллы. По-видимому, этот канал работает только во время паводка. Нельзя исключить и возможность существования прямых каналов «дно Снежной → верховья р. Дохурта» и «дно Снежной → эставелла Снежной → ист. Мчишта». Вероятные и возможные пути движения карстовых вод представлены на рис. 1, 2.

Отметим также экстремально высокую (7-11 км/сут) скорость карстовых вод. Средняя скорость подземных вод массива, зафиксированная в нашем эксперименте, оказалась в 3-4 раза выше, чем в опыте лета 1986 г. [14, 18] и всего лишь в 2 раза ниже средней скорости течения реки Снежной [15].

По нашему мнению, пещерная система Снежная является наиболее значительным, но не единственным источником питания эставеллы Снежной. Наряду с системой Каньон-Самохват, должен существовать целый ряд пещер-поноров – источников питания эставеллы, нахо-

дящихся на различных абсолютных высотах. Возможна и связь эставеллы Снежной с водами основной дрены Хипстинского массива.

Большинство пещер южной части Хипстинского массива, по-видимому, объединяются в единую гидрологическую систему с частичной разгрузкой в источнике-эставелле Снежной и источнике на реке Хипста выше Эставеллы. Гидрологическая система включает в себя как собственно пещерную систему Снежная, так и пещеры, гидрологическая связь которых со Снежной доказана (система Каньон-Самохват), представляется очевидной (например, пещера Сувенир) или возможной (пещеры МиКо, Божко).

**Выводы.** Результаты индикаторного опыта зимы 2009-2010 гг. подтвердили в целом результаты опыта 1986 г.: разгрузка вод системы Снежная осуществляется в пещеру-источник Мчишта, промежуточной точкой разгрузки является эставелла Снежной. В период паводка дополнительными точками разгрузки являются источник на реке Хипста выше Эставеллы и река Дохурта. Гидрологическая связь вод пещерной системы Снежная с р. Дохурта требует дополнительной проверки.

Средняя скорость подземных вод 7-11 км/сут, зафиксированная в нашем эксперименте, оказалась в 3-4 раза выше, чем в опыте лета 1986 г. и всего лишь в 2 раза ниже средней скорости течения реки Снежной.

Полученные данные свидетельствуют о сложном характере движения подземных вод южной части Хипстинского массива. Основным направлением движения карстовых вод системы Снежная является, по-видимому, путь от дна Снежной через Эставеллу до Калдахварского сброса; вдоль Калдахварского сброса основной поток воды идет на запад в направлении Мчишты, а в паводок – и в противоположном восточном направлении в сторону Аапсты. Существование восточного направления движения карстовых вод системы Снежная вдоль Калдахварского сброса в паводок требует дополнительного подтверждения.

Авторы благодарят Б.Р. Мавлюдова (Институт географии РАН) за полезную дискуссию, А.Л. Шелепина (МЦ РГО, МИРЭА) и участников экспедиций Клуба спелеологов МГУ и Московского центра РГО за помощь в работе.

#### Литература

1. Букия С.Г., Колосовская О.В., Абамелик Е.М. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской АССР. – М.: Недра, 1971. – 338 с.
2. Вахрушев Б.А., Дублянский В.Н., Амеличев Г.Н. Карст Бзыбского хребта. Западный Кавказ. – М.: РУДН, 2001. – 165 с.
3. Гамкрелидзе П.Д. Некоторые особенности расположения тектонических зон складчатой системы южного склона Большого Кавказа // Труды геол. ин-та АН Груз. ССР. – Тбилиси, 1959. – С. 391-396.
4. Гигенейшвили Н.М., Табидзе Д.Д. О подземных водосборах Бзыбского карстового массива // Сообщ. АН Груз. ССР, 1970. Т. 60, № 1. – С. 570-579.
5. Гуджабидзе Г.Е. Геологическая карта Грузии. 1:500000. (Под ред. И.П. Гамкрелидзе). – Тбилиси: АО Картография, 2004.
6. Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Гидрогеология карста альпийской складчатой области юга СССР. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
7. Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З., Коломиец А.Л. Вертикальная поясность конденсации в трещинно-карстовых коллекторах Западной Грузии // Сообщ. АН Груз. ССР, 1983. Т. 110, № 2. – С. 333-336.
8. Дьяконов А.И., Цагарели А.Л., Маловицкий Я.П. и др. Тектоническая карта западной части Кавказа и прилегающей акватории Черного моря (объяснительная записка). – М.: ВИМС, 1972. – 115 с.
9. Кикнадзе Т.З. Геология, гидрогеология и активность известнякового карста. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. – 230 с.
10. Кикнадзе Т.З. Геотектоническое районирование карста Грузии // Пещеры Грузии. – Тбилиси, 1981, № 9. – С. 67-85.



11. Киселев В.Э., Комаров В.А. Пещера Хабю (Абхазия) // Пещеры. – Пермь, 2004. Вып. 29-30. – С. 63-74.
12. Климчук А.Б., Самохин Г.В., Касьян Ю.М. Глубочайшая пещера Мира на массиве Арабика (Западный Кавказ) и ее гидрогеологическое и палеогеографическое значение // Спелеология и карстология. – Симферополь, 2008. № 1. – С. 100-104.
13. Когошвили Л.В. Схематическая карта молодой тектоники Грузинской ССР. – М.: Недра, 1971.
14. 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.
15. Людковский Г.В., Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И. и др. Об исследовании Снежной - глубочайшей карстовой пещеры СССР // ДАН СССР, 1981. Т. 259, № 2. – С. 437-442.
16. Мавлюдов Б.Р., Морозов А.И. Пропась Снежная // Пещеры. – Пермь, 1984. Вып. 19. – С. 15-25.
17. Тектоническая карта Кавказа. 1:1000000. (Под ред. П.Д. Гамкрелидзе). – М.: МТК, 1974.
18. Тинтилозов З.К., Резван В.Д., Дублянский В.Н., Климчук А.Б. Спелеологические и гидрологические особенности Бзыбского массива // Сообщ. АН Груз. ССР, 1987. Т. 127, № 3. – С. 569-572.

**PRELIMINARY RESULTS OF CHERIC-KEL LAKE COMPLEX INVESTIGATION  
 BY THE INTERNATIONAL EXPEDITION AT 2011-2012**

**U.V. Zhakova<sup>1</sup>, G. Badino<sup>2</sup>, V.T. Khmurchik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Science Natural Institute of PSSRU, Perm, ulzhakova@gmail.com

<sup>2</sup>Turin University, Turin, badino@to.infn.it

<sup>3</sup>Science Natural Institute of PSSRU, Perm, khmurchik@iegm.ru

In the world there are a lot different karstic lakes which was classifying by composition of bearing strata, by belonging to different hydrodynamic zones, by supply conditions, by thermal regime, mineralization, chemical composition of water. Cheric-Kel' lake is the unique by the some of these parameters. It is concurrently us the several unique native objects: karstic shaft (abyss), karstic spring and naturally, lake. Lake is the extended mouth of ascending spring. Discharge of the spring is quite big – giant, in the world classification.

There are more than 8 millions lakes in the World, more than 2 million in Russia. Total stock of fresh water in the carstic spring are 16 км<sup>3</sup>. Among Russian lakes Cheric-Kel' has the 7th position.

Table 1

**Deepest lakes of Russia**

№	Lake	Region	depth, m	area, km <sup>2</sup>
1	Baikal	Buryatiya, Irkutsky	1642	31 722
2	Caspian Sea	Dagestan, Kalmykia, Astrakhan	1025	371 000
3	Khantayskoye	Krasnoyarski Kray	420	822
4	Teletskoye	Altai	325	223
5	Kuril'skoe	Kamchatka	316	77
6	Lama	Krasnoyarski Kray	300	318
7	<b>Cheric-Kel'</b>	Kabardino-Balkaria	258	0,0216
8	Ladoga	Karelia	233	18 135
9	Noion-Khol'	Tuva republic	225	52
10	Manyi-Khol'	Tuva republic	180	30,7