

**УДК. 551.44.(477)**

**Б. А. Вахрушев**

## **ТРАССИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВЫСОКОГОРНЫХ КАРСТОВЫХ МАССИВОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА**

Одной из основных задач карстологических исследований, имеющих большой прикладной аспект, является определение направлений и скоростей движения подземных карстовых вод. Установление гидродинамической связи между различными звеньями карстовых массивов необходимо для изучения морфологической структуры крупных пещерных систем, выявления границ объектов при геоморфологическом, гидрогеологическом и водохозяйственном районировании карстовых регионов.

Для решения этих задач чаще всего используется индикаторный метод (трассирование карстовых вод). Наиболее распространенным индикатором является флюоросцеин или его натриевая соль – уранин [6]. О популярности данного метода говорит тот факт, что П. Миланович [9] для расчета скоростей движения подземных вод в югославском карсте использовал данные 280 индикаторных экспериментов. Ф. Тромб [10], а затем и Б. Жез [11] приводят данные 65 опытов с окрашиванием, осуществленных в Западной Европе. В Карпатско-Крымско-Кавказском регионе, начиная с 1958 года, проведено около 60 подобных опытов. На некоторых карстовых массивах Крыма и Западного Кавказа карстовые воды настолько насыщены красителем, что только сейчас (в 2000 году), спустя десять лет после последнего эксперимента советского времени, контрольные замеры дали «чистые» результаты.

В настоящей статье рассмотрен опыт трассирования подземных вод для изучения особенностей морфолого-гидрогеологической структуры подземных карстовых геосистем на Западном Кавказе – классической области развития высокогорного карста и крупнейших пещерных систем.

Карстовые воды подчиняются общим законам гидродинамической зональности [1]. В недрах массивов выделяются: зона вертикального движения, имеющая мощность от 50-100 (на склонах) до 1000 м (в центральной части массивов); зона сезонных колебаний уровней, имеющая мощность до 200 м; зона полного насыщения (развита в нижних частях опущенных блоков на северной и южной оконечностях массивов). Судя по химическому составу, минерализации и температуре подземных вод, вскрытых скважинами на глубине более 400 м от уровня эрозионных врезов, верхнюю часть зоны полного насыщения можно охарактеризовать как подзону активной фильтрации. На Бзыбском карстовом массиве возможен отток подземных вод на запад-северо-запад за его пределы. На севере можно предполагать переток в пределы смежного массива Арабика, а возможно, и в Сочинский Артезианский

бассейн [2]. На юге картина более сложная. При оттоке воды вдоль Калдахварского сброса возможно ее поступление в пределы массива Арабика с дальнейшей прямой субмаринной разгрузкой. Однако возможно существование еще одного, более близкого очага разгрузки. По данным А.Б. Островского и др. [5], долина Бзыби в предсуроужское время ( $Q_3^2$ ) была переуглублена на 130 м, а в предголоценовую эпоху ( $Q_3^4$ ) – на 120 м. Изобата 130 м сейчас находится в 5 км к юго-западу от устья Бзыби. Сместив на это расстояние ее современный продольный профиль, получим, что в районе Калдахвара-Джирхва каньон Бзыби должен быть переуглублен минимум на 50-60 м. Таким образом, возможна субмаринная разгрузка подземных вод Бзыбского массива в аллювий переуглубленной долины р. Бзыбь, а затем – в Черное море. Эта гипотеза может быть проверена только бурением.

Сведений о наличии подзоны замедленной фильтрации в пределах массива пока нет, но ее существование сомнений не вызывает. Она должна охватывать нижнюю часть опущенных карбонатных блоков на глубинах 200-2000 м. Здесь возможно обнаружение термальных карстовых вод и проявлений гидротермокарста.

Карстовые воды, движущиеся в пределах двух верхних гидродинамических зон, образуют изолированные водотоки, локализующиеся в приразрывных зонах и выходящие на поверхность в виде мощных карстовых источников. Представления о направлениях и скоростях движения подземных вод, развитых в зоне сочленения Бзыбского и Гагринского хребтов, дают индикаторные опыты, проведенные карстовой экспедицией, начиная с 1973 года (рис. 1).

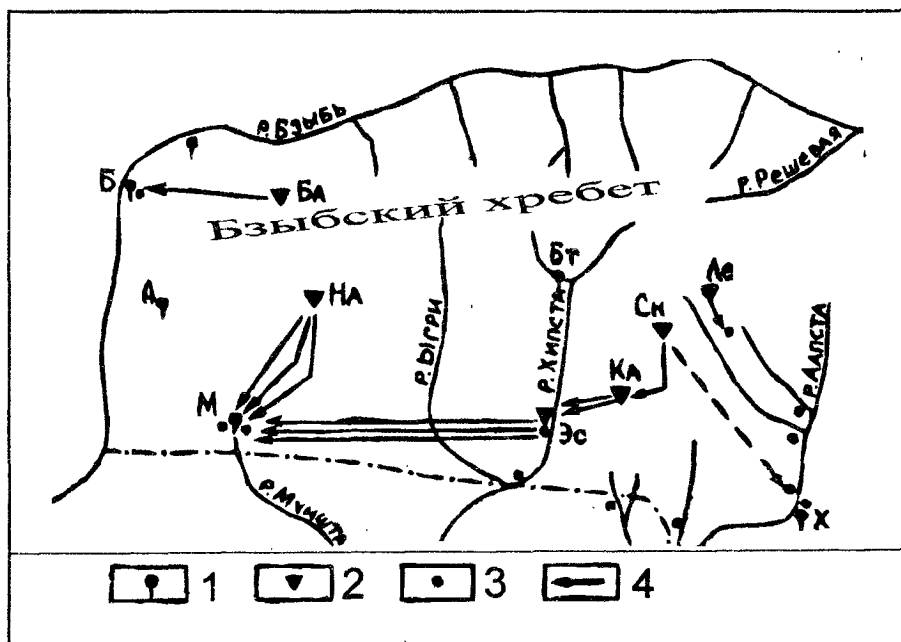


Рис.1. Схема проведения индикаторных опытов на Бзыбском массиве.

1 – основные источники (Б – Бзыбский, М – Мчишта, ЭС – эставета Снежной, Бт – Батский, Х – Хабю); 2 – места запуска красителя (Ба – Багьянская, На – Напра, Ка – Каньон-Самохват, Сн – Снежная, Ле – Ленинградская); 3 – места установки ловушек; 4 – направления движения красителя

Первый опыт был проведен в июле 1973 г. 3 кг флюоресцеина запущены московскими, томскими и свердловскими спелеологами в шахте Снежная. Ловушки установлены в 5 местах в бассейне р. Аапста. Выход красителя зафиксирован не был.

Второй опыт проведен ленинградскими спелеологами неделей позже. 2 кг флюоресцеина запущено в водоток пещеры Ленинградская. Краситель получен в источниках в 700 м ниже по долине р. Дзбажа (скорость 0,5 км/сут). Движение подземных вод имело строго юго-восточную направленность к долине реки Аапста.

Третий опыт проведен в июне 1974 г. совместно спелеологами Москвы (запуск) и карстологами Мингео УССР (установка ловушек). 18 кг флюоресцеина запущены в водоток шахты Снежная. Ловушки установлены в бассейне р. Аапста, на всех водотоках, берущих начало с Бзыбского массива между рр. Хипста и Аапста, и на р. Хипста. К сожалению, большинство ловушек было сорвано неожиданным паводком, а в сохранившихся наличие красителя было зафиксировано только на р. Аапста ниже впадения ее притока – р. Дзбажа. Этот результат оценивается как предварительный [1].

Четвертый опыт был проведен в августе 1986 г. [8], после обнаружения в 1980-1981 гг. московскими спелеологами и карстологами Симферопольского госуниверситета (СГУ) мощных выходов воды в левом берегу долины р. Хипста. В его постановке и проведении участвовали Институт Географии им. Вахушти, Адлерская комплексная лаборатория Госстроя РСФСР, Институт Геологических наук АН УССР и СГУ. Запуск красителя в Снежной осуществили спелеологи Ленинграда и Усть-Каменогорска. Ловушки были установлены на источниках р. Хипста, на р. Аапста, в пещере Хабю и на источнике Мчишта. На Мчиште съем ловушек осуществлялся ежедневно (с 10.08 по 10.09.1986 г.), в остальных пунктах – однократно (через 2-15 дней). Обработка ловушек проводилась в ОП ИГН АН УССР на флюориметре ЛФМ-72. Особенностью проведения индикаторного опыта 1986 г. (таблица 1) явилась глубокая межень. Расход Мчишты уменьшился до 1,5 м<sup>3</sup>/с, источник на р. Хипста начал работать как поглотитель (то есть оказался эставеллой), а выходы в борту долины сместились ниже по течению. Исходя из этого, опыт был проведен в двух модификациях: 12.08.1986 г. 0,5 кг родамина были запущены в поглотитель на р. Хипста, а 20.08.1986 г. 8 кг уранина в поток шахты Снежной. Родамин зафиксирован на источнике Мчишта трижды: 18.08. (25 мг/м<sup>3</sup>), 22.08. (45 мг/м<sup>3</sup>) и 26.08. (35 мг/м<sup>3</sup>). Уранин обнаружен в источнике на р. Хипста 25 и 26.08 (визуально) и 25.08 (25 мг/м<sup>3</sup>), а также в источнике Мчишта 29.08.-1.09. (140, 300 и 35 мг/м<sup>3</sup>) и 6.09 (75 мг/м<sup>3</sup>). В остальных пунктах наблюдений краситель не обнаружен.

Проведенный эксперимент показал, что западная и восточная части Бзыбского массива представляют собой карстовую водоносную систему с зоной промежуточной разгрузки в долине р. Хипста. Величина денивеляции системы – 1930 м. Подтвердилось предположение З.К. Тинтилозова [8] о том, что область питания источника Мчишта не ограничивается прилежащими склонами массива. Прохождение уранина из шахты Снежная в источник Мчишта плотным «пакетом» (концентрация красителя 140-300 мг/м<sup>3</sup>) свидетельствует о существовании хорошо

проработанных подрусловых карстовых каналов под долинами рр. Хипста и Ыгри, а наличие трех «волн» окрашивания – о существовании нескольких зон циркуляции по субширотным нарушениям, параллельных южному подножию массива. Средняя скорость прохождения красителя (1,9 км/сут) примерно такая же, как в других карстовых районах мира [12]. Скорости в верхней части системы (1,8 км/сут при угле 0,093) меньше, чем в нижней (2,2 км/сут при угле 0,014), что, вероятно, объясняется задержкой при прохождении глыбовых навалов и мощной толщи водных механических отложений в Снежной.

Пятый опыт проведен в июле 1988 г. Краситель, запущенный в небольшой водоток в шахте-поноре Богуминская, пройдя через систему шахты В. Пантюхина, получен в вкложзе Бзыбский. В связи с поздним съемом ловушек (6.10.1988) определить скорость потока невозможно. Опытom доказано существование карстовой водоносной системы с денивеляцией 1900 м.

Шестой опыт провели харьковские спелеологи в августе 1988 г. Краситель, запущенный в шахте-поноре Каньон, обнаружен в источниках в долине р. Хипста.

Таблица 1. Результаты проведения индикаторного опыта 1986 г.

Место запуска или фиксации красителя	Абсолютная отметка, м	Расстояние между пунктом запуска и фиксации, км		Время прохождения красителя, сут		Средняя скорость движения воды, км/сут	
		по прямой	с учетом к-та извилистости (1,8)	родамин	уранин	родамин	уранин
Шахта Снежная	1250	-	-	-	-	-	-
Этавелла на р. Хипста	320	5,6	10,0	-	5-6	-	2,0 1,7
Источник Мчишта	70	14,0	18,2	6 10 14	9 10 14	3,0 1,8 1,3	3,1 2,8 1,3

Седьмой опыт был проведен в августе 1988 г. [7]. 2 кг родамина, запущенные 17.08. в шахте-поноре Напра на глубине 970 м от поверхности, обнаружены ловушками в источнике Мчишта 24-25.08., 26-27.08. и 4-5.09. (скорость прохождения 0,2-0,08 км/сут). Прохождение тремя «волнами» подтверждает представление о блоковом строении южного склона массива. Окрашиванием доказано существование водоносной системы с денивеляцией около 2300 м.

Таким образом, индикаторные опыты, проведенные на Бзыбском массиве, позволили усовершенствовать методику трассирования карстовых вод. Установлено значительно более сложное взаимоотношение поверхностных и подземных водосборов, чем представлялось ранее. Выявлено существование не менее четырёх крупнейших на Западном Кавказе пещерных водоносных систем протяжённостью от 6 до 18 километров.

Характер движения, скорости добегаания подземных вод к областям разгрузки и режим карстовых источников позволяет предполагать наличие в отдельных элементах пещерных систем гигантских залов и галерей. Общее движение

подземных вод, за исключением шахты Ленинградской, имеет общее западное направление. Это связано с плиоцен-раннечетвертичной историей развития карстовой морфоструктуры. Подобные направления свойственны и другим карстовым массивам Западного Кавказа. Проведённые исследования не исчерпывают возможности использования данного метода в геоморфологии и гидрогеологии карста.

**Список литературы**

1. Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Гидрогеология карста альпийской складчатой области юга СССР.– М.: Наука, 1984.– 125 с.
2. Дублянский В.Н., Клименко В.И., Вахрушев Б.А., Илюхин В.В. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа.– Л.: Наука, 1985.– 150 с.
3. Дублянский В.Н., Милочихин А.В., Резван В.Д. и др. Некоторые особенности режима вкклоза Мчишта // X Международный спелеологический конгресс.– Будапешт, 1989.– Т.2.– С. 588-592.
4. Максимович Г.А. Основы карстоведения.– Пермь, 1963.– Т. 1.– 444 с.
5. Островский А.Б., Измайлов Я.А., Щеглов А.Д. и др. Новые данные о стратиграфии и геохронологии плейстоценовых морских террас черноморского побережья Кавказа // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР.– М.: Наука, 1977.– С. 61-68.
6. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР.– Ташкент: ФАН, 1983.– 148 с.
7. Тинтилозов З.К., Резван В.Д., Брусничкина И.А. и др. Некоторые новые результаты исследования Мчиштинской пещерной и карстовой гидрогеологической системы // Сообщ. АН ГССР.– 1989.– 135, № 3.– С. 569-571.
8. Тинтилозов З.К., Резван В.Д., Дублянский В.Н., Климчук А.Б. Спелеологические и гидрологические особенности Бзыбского массива // Сообщ. АН ГССР.– 1987.– 127, № 3.– С. 569-572.
9. Milanovic P.T. Hidrogeologia karsta i metode istrazivanja.– Trebinje, 1979.– 276 p.
10. Trombe F. Traite de speleologie.– Paris, 1952.– 242 p.
11. Gese B. La speleologie scientisique.– Paris, 1965.– 192 p.
12. Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers / Ed. A. Klemchauk, D. Fort, A. Palmer, W. Dreybrodt.– Huntsville, 2000.– 527 p.

*Поступила в редакцию 27.01.02.*