

УДК 551.491 (234.86)

БАЛАНС ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО КРЫМА

В. Д. Приблуда, А. А. Коджаспиров, В. Н. Дублянский

Одна из основных задач гидрогеологической службы Украины в 10-й пятилетке — увеличение темпов прироста запасов подземных вод, их рациональное использование и охрана. В Горном Крыму единственным решением этой задачи является проведение воднобалансовых исследований.

Первые расчеты водного баланса юго-западной части Горного Крыма были выполнены И. Г. Глуховым [7] и М. В. Чуриновым [19]. В их распоряжении не было данных о величинах испарения с поверхности грунта и снега, конденсации, расходах крупнейших источников. В 50-е годы еще не сложились представления и об особенностях формирования, движения и разгрузки подземных вод карстовых районов Крыма. Поэтому эти расчеты можно рассматривать как предварительные.

В 1958—1975 гг. Институтом минеральных ресурсов Министерства геологии УССР (ИМР) были выполнены детальные карстолого-гидрогеологические исследования, на основании которых уточнены принципы гидрологического районирования Горного Крыма, особенности его гидродинамической зональности и закарстованности [6, 9, 11, 17, 20]. В результате балансовых исследований гидрогеологической станции ИМР (1958—1964 гг. [10]), стационара Крымской горно-лесной станции (1962—1967 гг. [4]) получены новые фактические данные для определения величины отдельных элементов водного баланса Ай-Петринского массива и уточнена методика воднобалансовых расчетов в специфических условиях среднегорного карста. Это позволило авторам в 1962 г. составить программу долгосрочных (1963—1976 гг.) производственных работ по изучению условий формирования и разгрузки подземных вод юго-западной части Горного Крыма и подсчету их баланса [15]. Работы проводила Ялтинская комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая партия (ЯКГП).

Обоснование избранной методики исследований и границ балансового бассейна

В горных карстовых областях из-за пестроты их физико-географических и геолого-гидрогеологических условий метод изучения величины инфильтрации метеорного стока не может дать надежную величину питания подземных вод. Несовпадение поверхностных и подземных водосборов [11] порождает неразрешимую неопределенность при расчленении гидрографа рек. Метод оценки эксплуатационных запасов по наблюдениям за родниковым стоком [7] не позволяет оценить величину глубокого подземного стока. Наиболее перспективен в таких условиях балансовый метод [1, 2].

Для замкнутых водосборов Б. И. Куделин [13] предложил следующее уравнение водного баланса:

$$x_0 = y_0 + z_0 + \omega_0,$$

где x_0 — норма осадков; y_0 — норма поверхностного стока; z_0 — норма испарения; ω_0 — норма инфильтрации в глубокие водоносные горизонты.

Продолжительность расчетного периода, обеспечивающая допустимые погрешности вычисления средних значений элементов водного баланса, составляет 13—15 лет [3]. Опыт предыдущих исследований по-

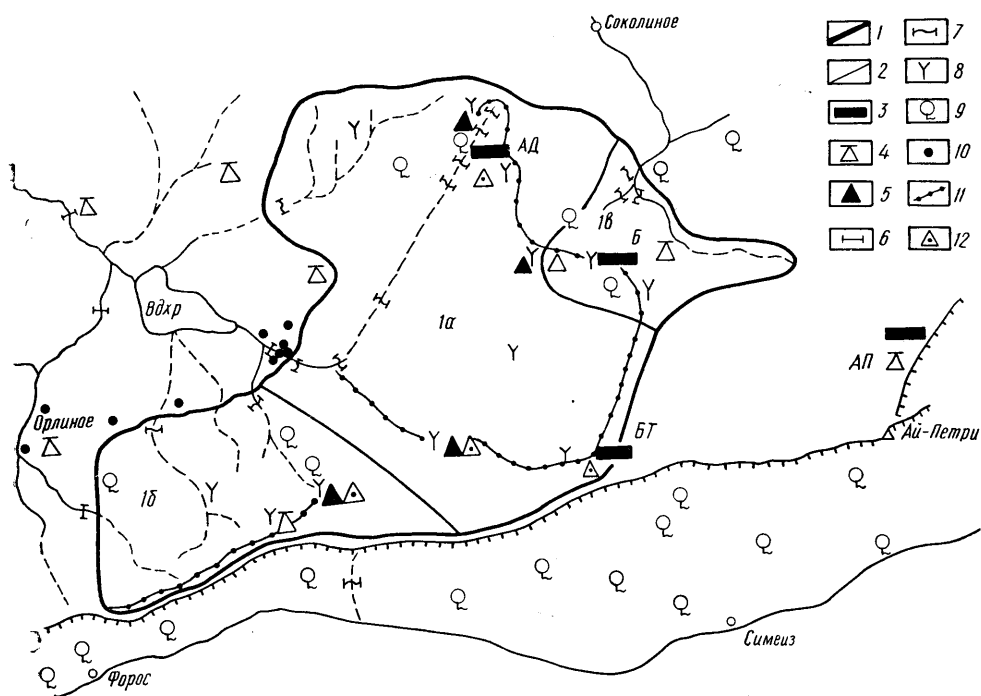


Рис. 1. Схема балансового бассейна и расположения наблюдательной сети.

Границы: 1 — балансового бассейна, 2 — гидрогеологических блоков (1а — Скельско-Байдарский, 1б — Бюзюско-Байдарский, 1в — Желтой реки); 3 — воднобалансовые станции: АП — Ай-Петри (ИМР, 1958—1964 гг.), Б — Большой Бабулган (ГЛОС, 1962—1967 гг.), БТ — Бештеке (ЯКГП, 1969—1976 гг.), АП — Ай-Дмитрий (ЯКГП, 1965—1976 гг.); метеостанции и посты: 4 — ГМО, 5 — ЯКГП; гидропосты: 6 — ГМО, 7 — ЯКГП; 8 — суммарные осадкомеры; 9 — источники, включенные в сеть единовременных замеров; 10 — наблюдательные и эксплуатационные скважины; 11 — снегомерные маршруты; 12 — снегомерные пункты.

казал, что в Горном Крыму необходимо раздельно определять составляющие ряда приходных и расходных элементов водного баланса. Вместо x_0 следует получить раздельно x_v (вертикальные осадки) и x_r (горизонтальные); в балансовое уравнение следует ввести K_0 — норму конденсации в почво-грунтах и трещинно-карстовых коллекторах; y_0 следует подразделить на поверхностный сток, формирующийся обычным путем или в результате слияния поверхностных и подземных вод верхних гидродинамических зон, и на поверхностный сток, формирующийся исключительно за счет карстовых источников.

Как и в других карстовых районах страны, одна из основных трудностей состоит в определении размеров расчетного балансового бассейна, включающего полностью или частично несколько орографических бассейнов. Балансовый бассейн площадью 150,5 км² оконтурен на основании геологической (Крымская КГРЭ) и карстологической съемок (ИМР), а также спелеологических исследований и опытов с окрашиванием поверхностных и подземных водотоков флюоресцеином (рис. 1)

[12]. Район работ сложен моноклинально погружающимися на север верхнеюрскими карбонатными отложениями [5]. Северная и южная границы балансового бассейна проведены по выходам на поверхность водоупорных аргиллитов и песчаников среднеюрского возраста. Восточная граница приурочена к поперечному поднятию водоупорного цоколя, начинающемуся близ горы Ат-Баш. Западная граница совпадает с выходами на поверхность верхнеюрских известняков, окаймляющих выполненную нижнемеловыми отложениями Байдарскую эрозионно-тектоническую депрессию.

В схеме гидрогеологического районирования Горного Крыма балансовый бассейн имеет ранг подрайона [6]. Крупные тектонические нарушения выкраивают в его пределах три гидрогеологических блока, отличающихся условиями формирования подземных вод, гидродинамической зональностью и направлениями движения подземных потоков. Наиболее крупный Скельско-Байдарский блок (см. рис. 1, 1а; 86,3 км²) включает Карадагский, Узунджинский и Ай-Дмитринский гидрогеологические участки. В его пределах располагаются поверхностные водосборы рек Узунджа, Черная, Нижняя Бага, а также незалесенные и слабозалесенные бессточные закарстованные площади, занимающие около 40% его территории. Ай-Дмитринский участок сложен слабокарстующимися верхнетитонскими и валанжинскими отложениями. Он несколько приподнят и отделен от опущенного Узунджинского участка субширотным нарушением. Узунджинский участок представлен хорошо карстующимися известняками верхнего титона. Серией субширотных тектонических нарушений он отделен от Карадагского участка, сложенного хорошо карстующимися известняками оксфорд—кимериджа, нижнего и верхнего титона.

На северо-востоке подрайона располагается гидрогеологический блок Желтой речки (см. рис. 1, 1в; 31,6 км²). Он сильно залесен (87,5%); здесь располагаются поверхностные водосборы рек Алмалых-Узень и Желтая.

На юго-западе района располагается Бюзюкско-Байдарский гидрогеологический блок (см. рис. 1, 1б; 32,6 км²). Его южная часть сложена хорошо карстующимися оксфорд-кимериджскими известняками, круто погружающимися на север и перекрытыми глинистой толщей нижнего титона. Северная часть блока представлена верхнетитонскими известняками. Бюзюкско-Байдарский блок также сильно залесен (81,3%); здесь располагаются поверхностные водосборы рек Байдарка, Арманка, Календа, Боса.

Таким образом, с севера, востока и юга балансовый бассейн ограничен поднятиями водоупора. Разгрузка подземных вод происходит в виде нисходящих источников, а отток на питание более глубоких водоносных горизонтов практически исключен. На западе, напротив, следует ожидать частичного перетока подземных вод первого подрайона в карстующиеся карбонатные отложения оксфорд—кимериджа и титона Байдарской депрессии (второй подрайон). Напорные воды вскрыты здесь рядом буровых скважин на глубине 65—339 м.

Гидрогеологические особенности первого подрайона достаточно сложны. На основании карстолого-гидрогеологических исследований и изучения крупных карстовых полостей, достигающих глубины более 300 м, установлено, что предполагавшееся предыдущими исследователями [7, 19] сплошное прокарстование верхнеюрских известняков до водоупора может быть допущено лишь для отдельных участков Главной гряды. Рельеф кровли водоупора не сказывается на направлениях стока карстовых вод. В разбитой на блоки карбонатной толще не существует ни сплошного обводнения, ни единого уровня карстовых вод. Характерной особенностью подрайона является несовпадение поверхностных и подземных водосборов. Обводненные зоны локализуются

вдоль крупных тектонических нарушений на расстоянии 10—100 м от их смесителей.

В зависимости от взаимного расположения, приподнятости над местными и региональными базисами карстования карбонатных и водоупорных блоков можно наметить типовую схему гидродинамической зональности юго-западной части Горного Крыма (рис. 2) [11, 20]. Зона аэрации имеет мощность 200—700 м. Здесь происходит формиро-

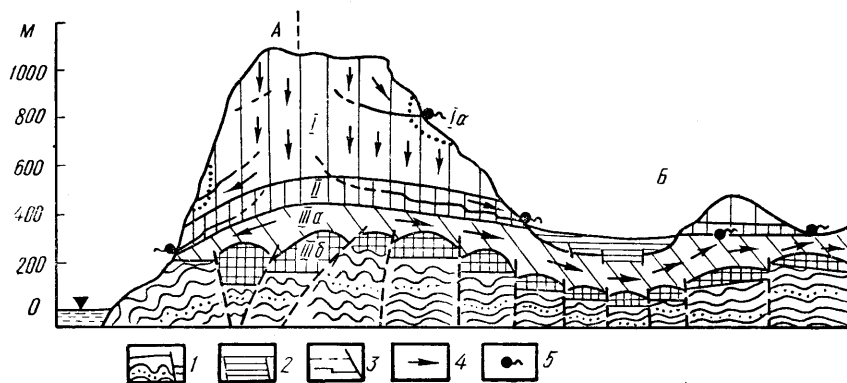


Рис. 2. Типовая схема гидродинамической зональности юго-западной части Горного Крыма (А — для цокольных водораздельных, Б — для склоновых карстовых бассейнов).

1 — зона аэрации; 1а — участки поглощения и подпитывания поверхностными и подземными водами; II — зона сезонных колебаний уровней; III — зона полного насыщения: IIIа — подзона интенсивной фильтрации; IIIб — подзона замедленной фильтрации. 1 — водоупорный цоколь; 2 — нижнемеловые водоупорные отложения; 3 — постоянно и периодически обводненные карстовые водоносные системы; 4 — направления движения подземных вод; 5 — карстовые источники.

вание карстовых вод за счет слияния инфильтрационных, инфлюационных и конденсационных вод. В средней части склонов наблюдаются участки поглощения поверхностного и подземного стока, где происходит усиленное инфлюационное питание (балки близ ст. Ай-Дмитрий, Ховалых, р. Узунджа и др.). Зона сезонных колебаний уровней имеет мощность 10—100 м. Питание вод этой зоны осуществляется за счет притока из зоны аэрации и конденсации. Разгрузка происходит в источниках нижнего пояса склонов. В пределах первой и второй зон формируется родниковый сток. Зона полного насыщения располагается ниже второй зоны. Ее верхняя граница имеет сложную линзовидную форму, а нижняя определяется рельефом водоупора. В ее пределах следует выделить две подзоны. Подзона интенсивной фильтрации имеет мощность 10—100 м. Трещинно-карстовые воды приобретают здесь значительный напор и движутся вдоль крупных тектонических нарушений к участкам перетекания в другие водоносные горизонты либо к зонам субмаринной разгрузки. Подзона замедленной фильтрации мощностью до 200 м охватывает центральную часть карбонатных блоков. Скорость движения воды к региональным базисам эрозии весьма замедлена. Поэтому здесь развиты минерализованные воды (1—8 г/л). Очевидно, генеральная задача воднобалансовых исследований — это оценка величины подземного стока зоны полного насыщения. Ее емкостные запасы могут быть использованы путем откачек на большие понижения в летне-осеннюю межень с восстановлением уровня в паводок (разновидность метода подземного магазинирования) либо путем перехвата подземных вод в местах перетока в другие водоносные горизонты или близ зон субмаринной разгрузки.

Изученность юго-западной части Крыма позволяет произвести балансовые расчеты по каждому из выделенных гидрогеологических участков. В настоящей работе мы приводим обобщенные данные для гидрогеологического подрайона в целом.

Приходные статьи уравнения водного баланса

Вертикальные атмосферные осадки (x_v). Для их определения организована осадкомерная сеть с плотностью один осадкомер на 10 км^2 (см. рис. 1). Четыре осадкомера Третьякова и 13 суммарных осадкомеров расположены таким образом, чтобы характеризовать все высотные зоны. В осадки, измеренные суточными осадкомерами, введена поправка на смачивание и испарение; месячные суммы осадков скорректированы на ветровой недоучет [18]. Норма осадков для каждого из 17 осадкомерных пунктов ЯКГП определена на ЭВМ «МИР-2» методом удлинения ряда. Станцией-аналогом выбрана метеостанция Ай-Петри (расчетный период с 1933 по 1975 г.). Для расчета средне-взвешенных по площади осадков использовано 18 осадкомерных пунктов. Расчетное количество осадков составляет 1056 мм, средняя квадратическая ошибка их определения $\pm 5,4\%$ или ± 57 мм. Необходимо отметить, что при изучении режима подземных вод Ай-Петринского массива следует учитывать не только годовое и сезонное количество выпавших осадков. В летний период большую роль играет их интенсивность, а в холодный — особенности ветрового перераспределения и испарения [10].

Горизонтальные атмосферные осадки (x_r). Систематические инструментальные наблюдения над осадками этого вида не проводились. Однако на балансовых станциях ИМР, ГЛОС и ЯКГП в 1958—1976 гг. накоплено достаточно данных для их региональной оценки. В теплый период горизонтальные осадки представлены росой (измерения по росографу М-30, взвешивание монолитов дернины). Для верхних высотных уровней (выше 900 м) один случай росы в среднем равен 0,6 [4], для нижних (ниже 900 м) — 0,2 мм [3]. В холодный период преобладают иней и изморозь (измерения осадкомерными ведрами под пологом леса, по модельным деревьям, методом снегосъемки до образования и после опадания изморози). Водность одного случая иней составляет 0,1—0,2 [3], изморози — 1,85 мм [4]. Учитывая площади водосборов, расположенные на выделенных высотных уровнях (38 и 62%), и среднюю повторяемость росы, иней и изморози, можно рассчитать величину горизонтальных осадков, формирующихся в течение года (69 мм; средняя квадратическая ошибка 10% или ± 7 мм).

Конденсация (K). В литературе нет четких представлений о гидрогеологической роли [6] и методах изучения конденсации [14]. Многие исследователи [1], отмечая сложность и трудоемкость специальных исследований для количественного определения конденсационного питания, считают, что при балансовых исследованиях учитывать этот фактор пока нецелесообразно. Поэтому во время балансовых работ 50-х годов конденсацию либо не учитывали в расчетах [19], либо определяли из уравнения водного баланса [7]. Позднее И. Г. Глухов [8] на основании ряда допущений увеличил величину конденсационного питания подземных вод юго-западной части Крыма до 9% годовой нормы осадков.

Исследования ЯКГП [16] и ИМР [11] показали, что конденсация играет существенную роль в водном балансе Горного Крыма. Следует различать два вида конденсации — в почво-грунтах и в трещинно-карстовых коллекторах. Конденсацию в почво-грунтах изучали на ст. Ай-Дмитрий в специальной конденсационной установке, состоящей из двух камер объемом по 22 м³, заполненных щебенкой и глыбами известняка и суглинисто-щебенистым материалом. Под камеры подведен поддон со сливом конденсата. Установка снабжена самописцами температуры и влажности воздуха, электротермометрами. Наблюдения производили три раза в сутки. Среднегодовая величина конденсации по обеим камерам составляет 3 мм в год. Конденсацию в трещинно-карстовых кол-

лекторах определяли на основании многолетнего изучения микроклимата карстовых полостей (более 65 тыс. замеров температуры и влажности воздуха на глубине от 20 до 300 м) из соотношения

$$Q = VT I (e_{\text{пов}} - e_{\text{под}}),$$

где Q — количество конденсата, г; V — общий объем трещинно-карстовой пустотности, м^3 ; T — продолжительность периода конденсации, сут; I — коэффициент воздухообмена, раз/сут; $(e_{\text{пов}} - e_{\text{под}})$ — разность влагосодержаний воздуха на поверхности и под землей, $\text{г}/\text{м}^3$ [11].

Средний слой конденсационной влаги, образованной в пределах балансового бассейна, составляет 41 мм. Расчетная величина обоих видов конденсации достигает 44 мм; средняя квадратическая ошибка $\pm 9\%$ или ± 4 мм.

Таким образом, приходная часть уравнения водного баланса имеет вид:

| Элемент балан- са | x_B | x_T | K_0 | Всего |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| мм | 1056 | 69 | 44 | 1169 |
| % | 90,3 | 5,9 | 3,8 | 100 |

Расходные статьи уравнения водного баланса

Испарение (z). До последнего времени фактических данных для определения испарения в Горном Крыму не было. М. В. Чуринов оценивал величину суммарного испарения в 20, И. Г. Глухов — в 45,5, Л. П. Серякова — в 62—67, А. А. Борисов — даже в 73% годовой нормы осадков. Наблюдения на балансовой станции ИМР с использованием испарителей ГГИ-500-50, ГГИ-3000 и специальных испарителей со снега показали, что величина испарения с грунта мощностью 50 см и более составляет 41, со снега — 9,1, с воды — 57,7% нормы осадков по метеостанции Ай-Петри. При мощности почво-грунта 30 см величина испарения снижается до 38, а 10 см — до 29%. Таким образом, для расчета средней величины испарения с площади балансового бассейна необходимо составление карты мощности почво-грунта. Одновременно была произведена проверка пригодности для условий Горного Крыма эмпирических формул П. С. Кузина, Б. В. Полякова, А. С. Контрощикова, И. Г. Глухова, А. Р. Константинова, М. И. Будыко, Н. А. Багрова, Н. Э. Зейберлиха, Б. Д. Зайкова, С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля, М. С. Каганера. Для определения испарения с воды наиболее пригодна формула М. С. Каганера, с грунта — Б. В. Полякова и А. С. Контрощикова, со снега — П. С. Кузина [10].

На воднобалансовых станциях ЯКГП (Бештекне и Ай-Дмитрий) были проведены многолетние наблюдения за фактической величиной испарения весовым методом (пять пар испарителей ГГИ-500-50, загруженных наиболее распространенными разновидностями почво-грунтов; сопутствующие наблюдения — определение влажности грунта прибором НИВ-1 и весовым методом, температуры и объемного веса грунта). В 1967—1970 гг. на ст. Ай-Дмитрий изучали испарение с водной поверхности (ГГИ-3000). Здесь же работали две опытные площадки: стоковая (16×8 м) и воднобалансовая (2000 м^2).

Для оценки величины испарения со снега использовали эмпирическую зависимость П. С. Кузина.

Изучение многолетних данных по воднобалансовой площадке показало, что данные измерения суммарного испарения весовым методом можно уверенно распространять на залесенные территории, не определяя непосредственно транспирацию древесной растительностью, что весьма сложно в производственных условиях [4]. Годовые значения

суммарного испарения в многолетнем разрезе обуславливаются главным образом влагоемкостью испаряющей толщи. Поэтому первостепенное значение приобретает определение ее мощности и гранулометрического состава. Для этого было выполнено комплексное обследование балансового участка (1195 точек наблюдений, 130 шурфов), проведено дешифрирование аэрофотоснимков, а также использованы материалы харьковской экспедиции «Союзгипролес». На карте выделены участки с мощностью почво-грунта до 0,1 м (15,2%), 0,1—0,3 м (41,0%), 0,4—0,7 м (38,1%) и более 0,7 м (5,7%). При этом выяснилось, что для юго-западной части Крыма типичны условия не голого, как это предполагалось ранее [6], а задернованного карста (84,8%).

По содержанию обломочного материала диаметром более 2 мм выделено четыре группы грунтов: глинистые и суглинистые пылеватые, с дресвой и щебнем (18%); щебенисто-древесные глины и суглинки (59,7%); щебенисто-древяно-глинистые породы (22%); щебень и дресва с глиной и суглинком (0,3%).

Годовая величина испарения с грунта и снега, рассчитанная как средневзвешенная, составляет 384 мм; средняя квадратическая ошибка $\pm 5\%$ или ± 19 мм.

Поверхностный сток (y_0). Район работ не обеспечен гидрологическими данными [17]. Поэтому оборудовано 13 гидрометрических створов, организованы наблюдения над расходами 11 источников и за уровнями воды в 5 скважинах. Семь постов оборудовано самописцами «Валдай».

Данные наблюдений на постах ЯКГП приведены к расчетной продолжительности методом удлинения ряда. В качестве аналогов использованы гидрологические посты ГМО на реках Черная, Байдарка, Коккозка с продолжительностью наблюдений 20—60 лет. Поверхностный сток района складывается из двух составляющих; $y_{\text{п}}$ — это сток, формирующийся в результате слияния вод поверхностных водотоков и подземных вод верхних гидродинамических зон, разгружающихся на склонах в виде карстовых источников; 77% общего объема поверхностного стока балансового бассейна дает р. Черная, в свою очередь на 93% формирующаяся за счет трещинно-карстовых вод второй гидродинамической зоны (Скельский источник) и на 7% — за счет поверхностного стока р. Узунджа; 13,1% дает р. Алмалых, более чем на 60% формирующаяся за счет трещинно-карстовых вод (источник Желтой пещеры); 2,2% приходится на долю р. Бага, по 1,3% — на реки Арманка, Боса и Байдарка, по 0,8% — на реки Календа и Биюк-Синор, 0,2% — на р. Мердвен, также имеющие значительные карстовые составляющие; $y_{\text{н}}$ — это сток поверхностных водотоков, формирующихся целиком за счет малобитных карстовых источников. На участке Южного берега Крыма от Оползневого до Фороса суммарный многолетний расход таких источников составляет 31 л/сек, что соответствует слою стока 8 мм. Таким образом, общая величина поверхностного стока различного происхождения на замыкающих створах балансового бассейна составляет 390 мм; средняя квадратическая ошибка $\pm 9,7$ или 38 мм.

Решая уравнение водного баланса относительно неизвестной величины — подземного стока зоны полного насыщения, получаем:

| Элемент балан- са | z_0 | y_0 | ω | Всего |
|----------------------|-------|-------|----------|-------|
| мм | 384 | 390 | 395 | 1169 |
| % | 32,8 | 33,4 | 33,8 | 100 |

Величина инфильтрации в глубокие водоносные горизонты, определенная балансовым методом, составляет 395 мм или 162,7 тыс. м³/сут. Относительная погрешность результата, согласно формуле

$$\Sigma_w = \pm \frac{|\Delta x_b| + |\Delta x_r| + |\Delta K_0| + |\Delta z_0| + |\Delta y_0|}{x_b + x_r + K_0 - y_0 - z_0} \quad [3], \text{ составляет } \pm 0,27.$$

Отсюда $\omega_0 = (1 \pm \Sigma_w) \omega$, т. е. ω_0 лежит в пределах 288—502 мм. При оценке относительной погрешности результата мы учитывали случайные ошибки средних многолетних значений отдельных элементов водного баланса, зависящие от коэффициента вариации и количества точек наблюдений. К сожалению, в гидрогеологической литературе до сих пор не разработаны надежные методы оценки систематических ошибок различных расчетных методов определения осадков, испарения, конденсации [10]. Поэтому в качестве расчетной нормы подземного стока зоны полного насыщения принимают наименее благоприятное значение — 288 мм, что соответствует стоку 110 тыс. м³/сут. Из-за сезонных изменений уровней и расходов в карстовых районах эксплуатационные запасы всегда ниже средних многолетних расходов. В качестве эксплуатационных запасов можно принять меженный сток 95%-ной обеспеченности, при расчете которого учитывают только те элементы водного баланса, по которым имеется достаточно продолжительный ряд наблюдений (вертикальные осадки, поверхностный сток, испарение). Он составляет 77,4 тыс. м³/сут, что примерно в шесть раз больше существующего водоотбора.

Балансовые исследования, выполненные в юго-западной части Крыма, являются первым достаточно надежным обоснованием для постановки дальнейших поисков обводненных приразломных зон в пределах Варнаутской депрессии и Чернореченского желоба, а также для оценки вероятной субмаринной разгрузки в акватории Черного моря. Они имеют также большое методическое значение как первые исследования такой детальности и комплексности в карстовых районах альпийской складчатой области юга СССР.

SUMMARY

The paper deals with the results of long-term studies (1963-1976) on the water balance of the Ai-Petri mountain massif. The methods of the studies, the reasons for determination of the calculated balance basin boundaries under conditions of midmountain karst are presented. The role of the vertical and horizontal precipitations, condensation, evaporation, surface and underground flow in formation of capacity supply of underground water in the Baidarian erosion-tectonic depression is shown.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин В. Д., Лебедянская З. П., Леви С. З. Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах.— М.: Недра, 1972.— 196 с.
2. Боревский Б. В., Хордикийнен М. А., Язвин Л. С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах.— М.: Недра, 1976.— 245 с.
3. Булавко А. Г. Водный баланс речных водосборов.— Л.: Гидрометеиздат, 1971.— 303 с.
4. Ведь И. П. Особенности водно-теплового режима и микроклимата Крымских нагорий в связи с задачей их облесения: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук.— Харьков, 1970.— 20 с.
5. Геология СССР.— М.: Недра, 1969.— Т. 8. 575 с.
6. Гидрогеология СССР.— М.: Недра, 1970.— Т. 8. 364 с.
7. Глухов И. Г. О водном балансе и гидрогеологическом районировании юго-западной части Главной гряды Крымских гор.— Вестн. МГУ, 1957, № 4, с. 30—35.
8. Глухов И. Г. Роль конденсации в балансе карстовых вод горных сооружений.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1965, № 3, с. 21—28.
9. Головцын В. Н., Смольников Б. М., Дублянский В. Н., Иванов Б. Н. Применение геоэлектрических исследований к решению основных проблем карста Горного Крыма.— Киев: Наук. думка.— 152 с.

10. Д у б л я н с к и й В. Н. Гидролого-гидрогеологическая изученность Горного Крыма и некоторые аспекты водно-балансовых расчетов в карстовых областях.— В кн.: Тр. совещ. по вопр. комплекс. изуч. режима поверхност. и подзем. вод в карстовых районах. Л.: Гидрометеоздат, 1969, с. 16—28.
11. Д у б л я н с к и й В. Н. Генезис и гидрогеологическое значение крупных карстовых полостей Украины: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук.— Пермь, 1971.— 43 с.
12. Д у б л я н с к и й В. Н., Ш у т о в Ю. И., П р и б л у д а В. Д. Индикаторные опыты в некоторых карстовых областях Альпийской складчатой зоны юга СССР.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1975, № 7, с. 74—81.
13. К у д е л и н Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод.— М.: Изд-во МГУ, 1960.— 261 с.
14. М е т о д и ч е с к и е рекомендации по изучению режима поверхностных и подземных вод в карстовых районах.— Л.: Гидрометеоздат, 1969.— 150 с.
15. П р и б л у д а В. Д. О программе и методике изучения элементов водного баланса карстовых вод юго-западной части Горного Крыма.— В кн.: Тр. совещ. по вопр. комплекс. изуч. режима поверхност. и подземных вод в карстовых районах. Л.: Гидрометеоздат, 1969, с. 37—43.
16. П р о т а с о в В. А. Изучение процесса естественной конденсации в условиях Южного берега Крыма.— В кн.: Оползни и борьба с ними. Ставрополь, 1964, с. 46—54.
17. Р е с у р с ы поверхностных вод СССР. Вып. 6. Крым.— Л.: Гидрометеоздат, 1969.— 884 с.
18. С т р у з е р Л. Р., Ф е д о р о в а Е. А., Н е ч а е в И. Н. Опыт корректировки норм осадков.— Тр. ГГО, 1968, вып. 215, с. 121—129.
19. Ч у р и н о в М. В. Формирование подземных вод юго-западной части Главной гряды Крымских гор.— В кн.: Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1959, № 16, с. 96—101.
20. Ш у т о в Ю. И. Условия формирования, гидродинамическая и гидрохимическая зональности трещинно-карстовых вод Главной гряды Горного Крыма: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук.— Киев, 1971.— 22 с.

Ялтинская комплексная гидрогеологическая
и инженерно-геологическая партия,
объединение «Крымморгеология»,
Симферопольский госуниверситет

Статья поступила
22.II 1977 г.