

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Ф. А. МАКАРЕНКО

**О МОДУЛИРОВАНИИ И КАРТИРОВАНИИ РЕСУРСОВ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 12 VIII 1950)

Естественные ресурсы подземных вод, в отличие от их запасов (общих объемов в пласте или горизонте), удобно выражать в модулях подземного стока, под которыми подразумевается расход подземной воды с площади одного квадратного километра в литрах в секунду (^{1,2}). В этом выражении они могут быть показаны на карте в виде изолиний модулей подземного стока или, что то же самое, модулей ресурсов подземных вод. Следует заметить, что это единственный способ, позволяющий точно картировать подземные водные ресурсы больших и малых территорий; при этом в изолиниях модулей стока можно показать их режим и химический состав. Изображение же ресурсов подземных вод в виде дебитов буровых скважин, источников и колодцев, как это сейчас делается, является способом не точным, так как отдельные выходы или каптажи вод не отражают общей естественной производительности подземных водоемов (²). В силу последнего обстоятельства нельзя правильно картировать эти данные, тем более, если учесть, что и расход каждого каптажа или источника подземных вод индивидуален, т. е. в силу геолого-литологических, тектонических и других условий он обеспечивается самыми разнообразными площадями подземного питания и самыми различными величинами подтока воды к грифонам каптажей и источников.

Вместе с тем, задача регионального картирования ресурсов подземных вод приобретает чрезвычайно важное народнохозяйственное значение. Плановая практика сельскохозяйственного, городского и промышленного водоснабжения, практика осушения и орошения земель, горного дела (борьбы с водами) и лечебного использования подземных минеральных вод требуют составления карт подземных водных ресурсов, которые бы являлись основой для планирования гидротехнических мероприятий, в частности, мероприятий по урегулированию речного стока, определяющегося в наиболее важной и устойчивой части подземным питанием рек.

Определение суммарной величины ресурсов подземных вод с площади, для которой вычисляются модули их, весьма затруднительно, так как не все дренирующиеся подземные воды попадают в источники и обычно не все они на больших площадях захватываются каптажами; значительная часть расходуется на испарение и транспирацию еще до выхода в источники и у самих источников, а огромная часть дrenируется непосредственно в русле рек через грунтовую зону стока и аллювий. Почти идеально полная величина естественных ресурсов подземных вод могла бы быть вычислена по величине просачиваю-

щихся в горные породы атмосферных и других поверхностных вод, равной в средне-балансовом выражении полной величине их дренирования, но точных методов для этого не существует. Определение же величины просачивания по суммарному дебиту источников, как указывалось, всегда дает заниженные результаты, а нередко чрезвычайно заниженные. Трудно практически правильно учесть и расходы подземных вод на транспирацию и испарение, когда исследователь имеет дело с большим районом.

Но так как величины транспирации и испарения представляют заранее потери для других видов полезного использования, или использование их нежелательно в интересах сохранения естественного водного баланса почв и питания растительного покрова, непосредственный хозяйственный интерес для других видов использования представляет только та — остальная — часть вод, которая попадает в источники и реки. Этую их часть всегда практически можно определить замерами в источниках и путем выделения в общих расходах рек. Сопоставление этих величин во многих регионах показывает, что главная масса подземных вод, не захваченных прямым расходом в атмосферу, обычно дренируется непосредственно реками, в том числе на уровне воды в реке и ниже уровня (смоченным периметром русла).

Учитывая указанное, нами ранее ⁽¹⁾ был предложен метод определения ресурсов подземных вод в речном стоке. Так как в реки в конечном счете попадает, за вычетом испарения с источников и захвата их кважами, также та вода, которая ранее вышла в эти источники и кважи, в реках оказывается возможным замерить всю оставшуюся величину неиспользованных природой и человеком подземных дренирующих на поверхность вод. Легко отсюда представить, насколько упрощается работа по подсчету и региональному картированию и модулированию ресурсов подземных вод при пользовании только что указанным методом. В названной работе был одновременно предложен метод подсчета ресурсов подземных вод в реках с учетом режима этих ресурсов или, говоря иначе, с учетом режима подземного питания рек (использование данных по режиму источников, средняя кривая режима которых отвечает кривой режима подземного питания рек).

Точность результата всей работы — картирования и модулирования ресурсов подземных вод — будет, естественно, зависеть от детальности самой работы. Как показывает опыт, более точные результаты (точные и дифференцированные модули) получаются в случае выделения по нашему методу подземной составляющей речного стока в малых реках и когда замеры расходов вод производятся на всех малых реках изучаемой территории. В этом случае ресурсы подземных вод и их модули всегда хорошо отражают геологическую и всю остальную природу формирования подземных водных ресурсов (условия питания, фильтрации и режима вод, общей водообильности горных пород и т. д.). При пользовании этим методом достаточен замер расхода воды в реке на одном створе в межень, чтобы, пользуясь кривой режима источников водосбора этой же реки, подсчитать ресурсы подземных вод со всего ее водосбора в каждый отдельный момент времени, за сутки, за месяц и за год ⁽¹⁾; данные общего стока реки за год совершенно не требуются.

При расчетах следует, естественно, пользоваться также данными по режиму источников соседних водосборов (по аналогии), а при отсутствии и этих данных величину дренирования подземных вод в реку можно подсчитать только по меженным расходам ее. Но этот результат всегда оказывается заниженным, поскольку в межень и подземное питание рек неизменно резко уменьшается ⁽¹⁾. Наш опыт свидетельствует, что без учета режима подземных вод расчет величины подземного стока в реку получается заниженным против действительной

величины в полтора-два раза, а иногда и более. Как правило, кривая режима подземного питания рек повторяет на гидрографе кривую уровня грунтовых вод, лишь несколько обычно сдвигаясь вправо (3).

После опубликования метода автора определения величин подземного питания в реки с площадей, в литературе появились замечания о преимущественной пригодности этого метода только для горных стран и для тех случаев, где подземное питание рек осуществляется, главным образом, нисходящими источниками, выходящими выше уреза реки, т. е. гидравлически с ней не связанными (3, 4). В статьях, в которых описан этот метод (1, 5), было доказано, что он одинаково применим для всех территорий и речных бассейнов, где уровень грунтовых вод в междуречьях стоит выше среднего уреза воды в руслах рек. Легко понять отсюда, что расчет по этому методу учитывает и те подземные воды, которые гидравлически связаны с рекой; временное повышение уровня реки в подобных бассейнах, которые на земле существенно преобладают, лишь временно может задержать либо ослабить подземный сток в реку, а также вызвать потери речных вод в грунтовую зону стока, но за спадом уровня в реках эти задержки компенсируются усиленным подземным питанием рек. Только для рек, текущих в аллювиальных дамбах, т. е. там, где уровень их непрерывно находится выше уровня грунтовых вод, метод определения ресурсов подземных вод при помощи выделения их в реках, конечно, неприменим; здесь питание и ресурсы подземных вод могут, наоборот, рассчитываться по потерям речных вод в грунтовую зону стока.

Так как речной сток количественно и в режиме изучен для большинства территорий гораздо лучше, чем подземный, открываются широкие возможности регионального количественного изучения ресурсов подземных вод, пользуясь лишь кадастровыми опубликованными и рукописными материалами по речному стоку. Именно этот облегченный способ работы нами применялся ранее на Кавказе, в горных и равнинных районах Средней Азии, для ряда территорий Русской платформы, а в последнее время для изучения грунтового стока бассейна Дона в связи с мероприятиями по полезащитному лесоразведению (6). Работа при этом ускорялась в десятки раз.

Само собою разумеется, что при изучении и модулировании ресурсов подземных вод данным или любым другим способом подсчеты ресурсов этих вод должны производиться по отдельным вертикальным зонам их в отдельности (6), поскольку в каждой вертикальной зоне темпы питания, движения и дренирования вод, различные режимы формирования и геологической деятельности вод, а следовательно, и состав и ресурсы вод, как и режимы дренирования их в реки, совершенно различны (7). Границы вертикальных зон подземных вод, если учитывать весь комплекс водных различий этих зон, а тем более динамические различия вод и различия их ресурсов, здесь нас ближе интересующие, определяются естественными базисами дренирования подземных вод (8, 6), что до сих пор далеко не всеми исследователями, занимавшимися вопросами зональности вод, учитывается в необходимой мере (9).

Необходимо подчеркнуть, что ресурсы подземных вод по отдельным вертикальным зонам различаются в сотни и тысячи раз (1, 2, 6). Ресурсы подземных вод по различным вертикальным зонам должны модулироваться, следовательно, отдельно. Также более удобно показывать их на отдельных картах, если стремиться выразить на картах одновременно химический состав ресурсов вод, режим их, а также другие гидрогеологические характеристики и показатели.

Лаборатория гидрогеологических проблем
им. Ф. П. Саваренского
Академии наук СССР

Поступило
12 VIII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Ф. А. Макаренко, ДАН, 57, № 5 (1947). ² Ф. А. Макаренко. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, 3 (1948). ³ Б. И. Куделин, там же, 5, 49 (1949).
⁴ М. А. Великанов, Гидрология суши, 1948. ⁵ Ф. А. Макаренко, Тр. Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, 1 (1948). ⁶ Ф. А. Макаренко, ДАН, 74, № 3 (1950).
⁷ Ф. А. Макаренко, Тр. Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, 1 (1948).
⁸ Б. Л. Личков, Основные черты классификации подземных вод СССР, в. 2, 1933.
⁹ Н. К. Игнатович, Сборн. Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии, ВСЕГИНГЕО, 13, 1950.