

Геология

УДК 556.33.62; 556.36

В. П. ВАРДАНЯН, А. О. АГИНЯН

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

В статье рассматриваются вопросы оценки естественной защищенности водоносных горизонтов на примере Ширакской котловины. Качественная оценка защищенности грунтовых вод проводилась по уровню их залегания, мощности и фильтрационным свойствам слабопроницаемых пород зоны аэрации (по сумме баллов); количественная оценка – по времени (в сутках), за которое инфильтрующиеся бактерии могут достигнуть уровня грунтового горизонта. Количественная оценка условий защищенности первого напорного горизонта проводилась по мощности перекрывающих водоупорных пород и соотношению уровней напорного и грунтового горизонтов (по категориям). Грунтовые воды оценены как незащищенные и слабозащищенные, а напорные воды – условно защищенные и защищенные.

Введение. Геологическая среда является той частью литосферы, с которой непосредственно связаны все виды наземного и подземного строительства, хозяйственная деятельность человека и др. Эти факторы наряду с естественными экзогенными процессами имеют негативное влияние на гидрогеологические условия подземных вод, которое проявляется в их загрязнении и истощении [1].

Под загрязнением подземных вод понимается вызванное хозяйственной деятельностью человека изменение качества воды (по сравнению с естественным состоянием), которое приводит к ее частичной или полной непригодности для использования. В зависимости от количества загрязняющих веществ различают 2 степени загрязнения: 1) количество загрязняющих веществ больше естественного фона, продолжает возрастать, но остается ниже предельно допустимых значений (начало загрязнения); 2) количество загрязняющих веществ выше предельно допустимых концентраций (загрязненная) [2]. Для своевременного предотвращения дальнейших загрязнений подземных вод важно выявить тенденцию ухудшения на начальном этапе.

Загрязнение подземных вод обусловлено инфильтрацией промышленных и хозяйственных стоков, сельскохозяйственных ядохимикатов, а также природных минерализованных вод в водоносные горизонты. Инфильтрация

загрязняющих веществ происходит с мест накопления твердых и жидких отходов, кладбищ, с обрабатываемых ядохимикатами сельхозугодий, а также из-за полива сельхозугодий неочищенными сточными водами. Источниками загрязнения подземных вод могут являться также заброшенные, неликвидированные скважины и колодцы [3, 4].

Результаты исследования и обсуждение. На территории РА исследованы подземные воды с различной степенью загрязненности на примере Ширакской котловины. Она занимает бассейн среднего течения р. Ахурян с абс. отметками 1500–1600 м. С севера и востока она ограничена складчатоглыбовыми Ширакским и Памбакским хребтами соответственно, с юга – вулканическим массивом г. Шарайлер, а с запада – р. Ахурян (см. рисунок).

Климат здесь умеренно-горный со следующими среднегодовыми показателями: температура $+6,5^{\circ}\text{C}$, количество осадков 430–500 мм, испарение 350–400 мм. Основным речным бассейном является р. Ахурян с ее левобережным притоком р. Джаджур. Непосредственно в пределах г. Гюмри и прилегающих территорий за счет разгрузки грунтовых вод формируются ручейки Гюмри и Кехтотджур, а за счет разгрузки напорных вод – р. Черкезидзор.

В геологическом разрезе района исследований принимают участие нижнечетвертичные мощные озерные отложения, представленные чередующимися глинистыми и песчанистыми слоями, которые покрыты маломощными (3–8 м) среднечетвертичными туфами и верхнечетвертично-современными аллювиально-пролювиальными и делювиальными образованиями с мощностью до 30 м. В южной части котловины широкое распространение имеют нижнечетвертичные андезитобазальты и базальты, которые в языковой части чередуются с озерными глинами (см. рисунок, скв. № 11, 13, 15).

В различных интервалах геологического разреза выявлены горизонт грунтовых и два горизонта напорных вод. Горизонт грунтовых вод залегает на глубине 4–30 м и представлен песчано-гравелистыми отложениями или трещиноватыми базальтами с мощностью 10–15 м. Горизонты напорных вод в озерной толще залегают на глубине 40–80 м и 120–130 м с мощностью соответственно 2–23 м и 2–3 м. Водовмещающие породы представлены песчаными и песчано-гравелистыми отложениями, которые чередуются с мощными глинистыми слоями.

В юго-западной и восточной частях котловины на глубине 64–83 м и глубже выявлены минеральные воды, богатые углекислым и сероводородным газами (св. Карибджанян, Ахурян). Их общая минерализация составляет 1,4–4,7 г/л, количество свободной углекислоты – 1–2,1 г/л, сероводорода – 126,1 мг/л.

В юго-западной части котловины для ирригации земельных угодий используются неочищенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, а в центральных и прилегающих предгорных частях при орошении широко используются химические удобрения и ядохимикаты. Из отмеченных возможных очагов загрязнения подземных вод загрязняющие вещества через зону аэрации поступают сначала в горизонт грунтовых вод, который в наибольшей степени подвержен опасности загрязнения. Поэтому в первую очередь необходимо оценить условия естественной защищенности именно этого горизонта.

Под естественной защищенностью водоносных горизонтов подразумевается совокупность геологических и гидрогеологических условий, которые обеспечивают неизменность естественного состояния водоносных горизонтов и защищают от поступления загрязняющих веществ. В настоящее время большое практическое значение имеют качественная и количественная оценки защищенности грунтовых горизонтов и составление соответствующих карт естественной защищенности водоносных горизонтов [2, 3].

Качественная оценка защищенности грунтовых вод нами проводилась по уровню залегания грунтовых вод, а также по литологическому составу и фильтрационным свойствам пород зоны аэрации [2]. В разрезе зоны аэрации выделяются следующие типы слабопроницаемых грунтов: а) супеси и слабо-трещиноватые коренные породы, $K_{\phi}=0,1-0,01$ м/сут; б) суглинки или относительно водоупорные коренные породы, $K_{\phi}=0,01-0,001$ м/сут; в) глины или водоупорные коренные породы, $K_{\phi}<0,001$ м/сут, где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации. Вследствие слабой изученности фильтрационных свойств пород зоны аэрации реальная качественная оценка защищенности должна проводиться по трем показателям: глубине уровня грунтовых вод, мощности слабопроницаемых пород в разрезе зоны аэрации и коэффициенту фильтрации этих пород, т.е. оценка получается по сумме баллов, определяемых по табл. [3].

Глубина уровня грунтовых вод, мощность и литология слабопроницаемых отложений зоны аэрации и соответствующие им баллы

Уровень грунтовых вод, м					Суммарная мощность (м) и литология слабопроницаемого слоя (а, б, в)														
<5	10–20	20–30	30–40	>40	0–2			2–4			4–6			6–8			8–10		
					а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)
1	2	3	4	5	1	1	2	2	3	4	3	4	6	4	6	8	5	7	10

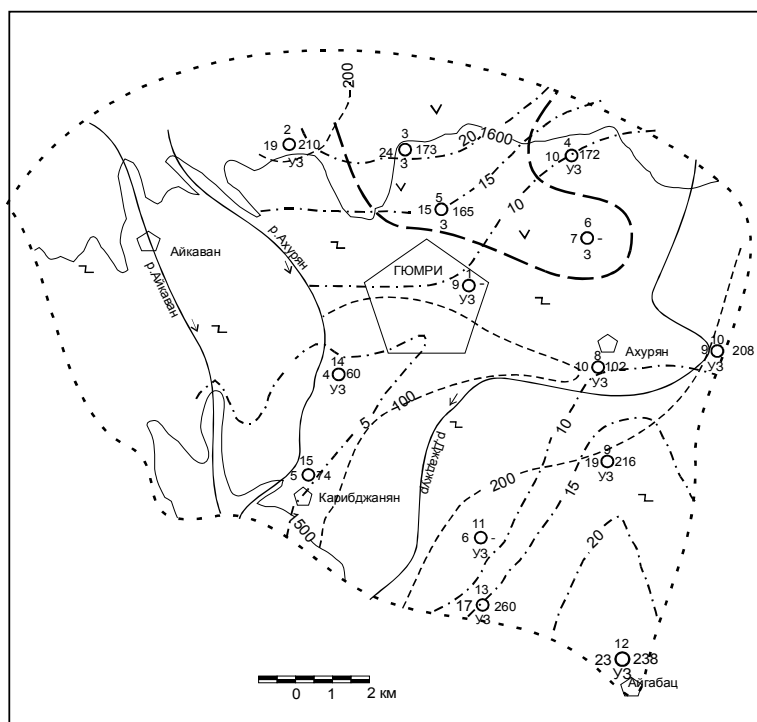
Продолжение таблицы

Суммарная мощность (м) и литология слабопроницаемого слоя (а, б, в)																	
10–12			12–14			14–16			16–18			18–20			более 20		
а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)	а)	б)	в)
6	9	12	7	10	14	8	12	16	9	13	18	10	15	20	12	18	21

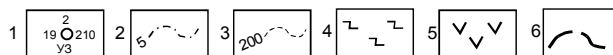
На карте защищенности изолинии сумм баллов проведены через каждые 5 баллов. Выделены 5 категорий по условиям защищенности грунтовых вод. Первые две категории – весьма незащищенные и незащищенные – нами объединены как незащищенные (1–10 баллов), третья категория – слабозащищенные (11–15 баллов), четвертая – защищенные (16–20 баллов), пятая – хорошо защищенные (>20 баллов) (см. рисунок).

Количественная оценка степени защищенности грунтовых вод проводится по времени, за которое инфильтрующиеся бактерии могут достигнуть уровня подземных вод. Время инфильтрации загрязненных вод или бактерий до уровня грунтовых вод определяется по формуле $t_0 = \frac{M_0 \Pi_0}{K_{\phi}}$, сут, где M_0 – мощность пород зоны аэрации, м; Π_0 – пористость пород зоны аэрации [2].

Время выживаемости бактерий при небольших загрязнениях принимается равным 200 сут, а при массовых захоронениях или постоянном очаге загрязнения – 400 сут. Принято выделять следующие категории защищенности от бактериального загрязнения: I – до 10 сут; II – 10–50 сут; III – 50–100 сут; IV – 100–200 сут; V – 200–400 сут; VI – более 400 сут [1].



Условные обозначения



Схематическая карта естественной защищенности водоносных горизонтов Ширакской котловины: 1. скважина: сверху – номер скважины, снизу – естеств. защищенность напорного горизонта (УЗ – условно защищенный, З – защищенный), слева – естеств. защищенность грунтового горизонта (в баллах), справа – естеств. защищенность грунтового горизонта от бактер. загрязнения (в сутках); 2. изолинии естественной защищенности грунтового горизонта (в баллах); 3. изолинии защищенности грунтового горизонта от бактериального загрязнения (в сутках); 4. условно защищенная территория напорного горизонта; 5. защищенная территория напорного горизонта; 6. граница между защищенными и незащищенными территориями напорного горизонта.

Изолинии защищенности грунтовых вод Ширакской котловины от бактериального загрязнения проведены с интервалом 100 сут. Они разделяют горизонт грунтовых вод территории исследований на незащищенные (до 100 сут), слабозащищенные (100–200 сут) и защищенные (>200 сут). Согласно этим изолиниям грунтовые воды на преобладающей части Ширакской котловины относятся к незащищенным и слабозащищенным.

Количественная оценка условий защищенности первого напорного горизонта проводилась на основании двух показателей: мощности перекрывающих водоупорных пород (m_0) и соотношения уровней первого напорного (H_2) и грунтового (H_1) водоносных горизонтов.

Выделены две группы защищенности напорных вод: защищенные ($m_0 > 10$ м, $H_2 > H_1$) и условно защищенные ($m_0 \approx 5-10$ м, $H_2 > H_1$ или $m_0 > 10$ м, $H_2 \leq H_1$). Незащищенные участки ($m_0 \leq 5$ м, $H_2 \leq H_1$) не выявлены.

В условиях Ширакской котловины оценка естественной защищенности напорных водоносных горизонтов пресных вод от смешивания с восходящими минерализованными водами является сложной задачей. Во избежание такого загрязнения водозаборы хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо заложить на тех участках, где в разрезах эксплуатационного водоносного комплекса отсутствуют горизонты или обводненные зоны минеральных вод.

Заключение. Проведена оценка естественной защищенности водоносных горизонтов на примере Ширакской котловины. Качественная оценка защищенности грунтовых вод проводилась по уровню залегания грунтовых вод, мощности и фильтрационным свойствам слабопроницаемых пород зоны аэрации, а количественная оценка – по времени, за которое инфильтрующиеся бактерии могут достигнуть уровня грунтового горизонта. Количественная оценка условий защищенности первого от поверхности напорного горизонта проводилась по мощности перекрывающих водоупорных пород и соотношению уровней напорного и грунтового горизонтов. Грунтовые воды оценены как незащищенные и слабозащищенные, а напорные воды – условно защищенные и защищенные.

Рассмотренные в настоящей статье принципы и методы картографирования условий защищенности пресных подземных вод не исчерпывают возможные подходы оценки уязвимости подземных вод по отношению к техногенному загрязнению. Несомненно, в зависимости от особенностей геолого-гидрогеологических условий могут применяться и другие методы исследований.

*Кафедра геофизики,
кафедра гидрогеологии и инженерной геологии*

Поступила 06.05.2008

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бочевер Ф.М.** и др. Защита подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1979, с. 156–174.
2. **Гольдберг В.М.** и др. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. М.: ВСЕГИНГЕО, 1988, 76 с.
3. **Гроздова О.И.** Картографирование и региональные прогнозы техногенных изменений подземной гидросферы. Гидрогеология и инженерная геология. М.: ВИЭМС, 1987, 56 с.
4. **Агинян О.А.** Изучение основных очагов загрязнения подземных вод на территории Республики Армения. Ер.: Армгеолфонд, 1991, 90 с.

Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ա. Հ. ԱԳԻՆՅԱՆ

ՋՐԱՏԱՐ ՀՈՐԻԶՈՆՆԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ՊԱՇՏՊԱՆՎԱԾՈՒԹՅԱՆ
ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ամփոփում

Հոդվածում նկարագրվում են ջրատար հորիզոնների բնական պաշտպանվածության գնահատման առանձնահատկությունները Շիրակի գոգավորության օրինակով: Գրունտային ջրերի հորիզոնի պաշտպանվածության որակական գնահատումը կատարվել է ըստ գրունտային ջրերի հայելու մակարդակի, աէրացիայի գոտու թույլ թափանցելի ապարների հզորության և ֆիլտրացիայի գործակցի բալերի գումարով: Նույն հորիզոնի բնական պաշտպանվածության քանակական գնահատումը կատարվել է ըստ ժամանակի (օրերով), որի ընթացքում ներծծվող մանրէները կարող են հասնել գրունտային ջրերի մակարդակին: Երկրի մակերևույթից առաջին ճնշումնային հորիզոնի բնական պաշտպանվածության քանակական գնահատումը կատարվել է ըստ նրանց ծածկող ջրամերժ ապարների հզորության, գրունտային և ճնշումնային ջրերի մակարդակների փոխհարաբերությամբ՝ կատեգորիաներով: Գրունտային ջրերը գնահատվել են որպես չպաշտպանված և թույլ պաշտպանված, իսկ ճնշումնային ջրերը՝ պայմանականորեն պաշտպանված և պաշտպանված:

V. P. VARDANYAN, A. H. AGHINIAN

PECULIARITIES OF ASSESSMENT OF INTRINSIC PROTECTABILITY
OF WATERBEARING HORIZONS

Summary

Problems of assessment of intrinsic protectability of water-bearing horizons on the pattern of Shirak basin are discussed in the paper. Qualitative assessment of water-table horizon protectability is made on the basis of depth to water table, thickness and permeability of impermeable soil in aeration zone. Quantitative assessment of water-table horizon intrinsic protectability is carried out on tracking time of pollutants to water-table (days). Intrinsic protectability of the first from land surface confined aquifer was made on the basis of overlaid impermeable soil's thickness and relationship between water table and potentiometric levels. Water-table horizon is evaluated as not protected and poorly protected, confined horizon is assessed as tentatively protected and protected.