

## Геоэкологическая оценка подземных вод Ростовской области

*Т.И. Дрововозова, Д.В. Тесаловская, Г.С. Дрововозова*

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова  
«Донского государственного аграрного университета»*

**Аннотация:** В работе рассмотрены основные факторы, определяющие качество подземных вод месторождений в пределах РО, выполнена гидрохимическая и геоэкологическая оценка подземных вод РО. Рассчитана энтропия экосистемы подземных вод. Установлено, что большая часть месторождений имеет величину энтропии менее 30%, то есть воды достаточно чистые, не испытавшие внешнего воздействия. Однако качество вод имеет отклонения по отдельным показателям от требований СанПиН 2.1.4.1074-01, которые могут быть устранены обычными методами водоподготовки.

**Ключевые слова:** подземные воды, гидрогеохимическая неоднородность, классификация подземных вод, питьевая вода.

Подземные воды Ростовской области представлены пятью артезианскими бассейнами. Характеристику артезианских бассейнов области можно проводить, разбив их на две группы - северную и южную. В северную группу входят Приволжско-Хоперский, Донецко-Донской и Восточно-Донецкий бассейны, в южную – Азово-Кубанский и Ергенинский.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы – возможный суммарный отбор подземных вод, в пределах Ростовской области составляют 3,9 млн. м<sup>3</sup>/сут. Распределение по отдельным гидрогеологическим районами следующее.

В пределах Приволжско-Хоперского бассейна подземные воды хозяйственно-питьевого назначения приурочены главным образом к водоносным горизонтам палеогена, мела и карбона [1-4,10]. Общие прогнозные ресурсы по бассейну составили 180,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе с минерализацией до 1 г/л – 169,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, с минерализацией от 1 до 1,5 г/л – 7,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В Донецко-Донском бассейне основные ресурсы подземных вод приурочены к водоносному горизонту сарматского яруса верхнего миоцена. Общие ресурсы подземных вод по бассейну составили 791,7 тыс.м<sup>3</sup>/сут, в том

---

числе с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$  –  $659,8 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , с минерализацией от 1 до  $1,5 \text{ г/л}$  –  $73,2 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , с минерализацией до  $1,5 \text{ г/л}$  –  $12,7 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

В Восточно-Донецком бассейне подземные воды приурочены к трещинным пластово–блоковым водам верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений, палеоценов, нижнего и среднего эоцена. Общие эксплуатационные ресурсы составили  $60,5 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , в том числе с минерализацией до  $1 \text{ г/л}$  –  $10,5 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , с минерализацией от 1 до  $1,5 \text{ г/л}$  –  $12,0 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , средний модуль ресурсов подземных вод –  $0,08 \text{ л/сек*км}^2$ . Естественные ресурсы по данному бассейну составили  $518,0 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ .

В Азово-Кубанском бассейне подземные воды хозяйственно-питьевого назначения приурочены к отложениям четвертичного возраста, неогена и палеогена. Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод составили  $552,0 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , в том числе с минерализацией до  $1 \text{ г/л}$  –  $91,3 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , с минерализацией от 1 до  $1,5 \text{ г/л}$  –  $112,6 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , средний модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод –  $0,19 \text{ л/сек*км}^2$ . Естественные ресурсы по данному бассейну –  $581,1 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ .

В пределах Ергенинского бассейна подземных вод выделено два основных водоносных горизонта: Ергенинской свиты палеоцена и Яшкульской свиты среднего миоцена. Общие эксплуатационные ресурсы по бассейну составили  $205,9 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ , в том числе с минерализацией до  $1,5 \text{ г/л}$  –  $51,1 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ . Естественные ресурсы бассейна составили –  $215,3 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ .

Распределение подземных вод питьевого качества (с минерализацией до  $1,5 \text{ г/л}$ ) по Ростовской области крайне неравномерно: более половины ресурсов сосредоточено в северной части области – в Приволжско-Хоперском и Донецко-Донском артезианских бассейнах. Остальная часть территории (южные и юго-западные районы), где сконцентрированы наиболее крупные водопотребители, имеет ограниченные ресурсы

---

подземных питьевых вод, а потребности в питьевой воде многократно их превышают [1-4, 10].

На основании химического состава подземных вод месторождений, залегающих в пределах Ростовской области, рассчитано содержание ионов, формирующих минеральный состав вод, в эквивалентной форме (табл. 1)

Таблица № 1

Содержание ионов в эквивалентной форме в пробах месторождений

Наименование Месторождений	Содержание ионов в эквивалентной форме, [мг-экв/л]					
	$rCa^{2+}$	$rMg^{2+}$	$R_{Na+K}$	$rCl^-$	$rSO_4^{2-}$	$rHCO_3^-$
Маньковское МПВ	11,25	3,5	18.35	8.49	7.23	5.76
Чирское МПВ	6,745	2,85	18.87	8.39	3.98	-
Грачинско-Митякинское МПВ	6,56	2,19	15.25	5.07	2.81	-
Вьянковское МПВ	19,425	4,86	11.23	28.17	14.92	4.17
Калитвенское МПВ	7,07	3,03	13.62	8.3	4.87	2.76
Тереховское МПВ	9,5	3,69	10.87	4.79	13.58	3.17
Еланчикское МПВ	6,675	2,22	27.68	12.64	5.97	-
Волгодонское МПВ	6,55	-	7.03	6.28	14.125	-
Джураксальское МПВ	7,05	-	20,35	6,41	13,41	-
Мартыновское МПВ	6,22	5,98	-	10.99	6.92	2.79
Сандатовское МПВ	6,89	2,81	12.04	10.79	8.64	3.11
Манычское МПВ	15,182	4,27	8.21	50.70	20.875	7.71
Раздорское МПВ	6,536	2,06	13.55	2.79	2.95	-
Багаевское МПВ	40,8	10,2	247.37	55.94	34.19	-

На основании полученных данных определили процент-эквивалентную форму. Процент-эквивалентная форма показывает относительную долю участия того или иного иона в формировании ионно-солевого состава воды. Процент-эквивалентная форма позволяет определить класс воды по преобладающему иону, а также тип воды в каждой группе [6]. Результаты определений представлены в табл. 2.

Таблица № 2

## Определение процент-эквивалентной формы катионов и анионов

Наименование месторождения	Процент-эквивалентная форма катионов и анионов, %						Тип подземных вод
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Маньковское МПВ	20,5	6,38	33,43	16,02	13,17	10,43	Сульфатно-хлоридные; Натриево-кальциевые 46 кл
Чирское МПВ	16,52	6,98	46,21	20,55	9,74	-	Хлоридные; Натриево-кальциевые; 32 кл
Грачинско-Митякинское МПВ	20,58	6,87	47,83	15,90	8,81	-	Хлоридные; Натриево-кальциевые; 32 кл
Вьяньковское МПВ	23,47	5,87	13,56	34,03	18,02	5,04	Хлоридно-сульфатные; Кальциево-натриевые; 46 кл
Калитвенское МПВ	17,71	7,59	34,12	20,79	12,2	6,91	Хлоридные; Натриево-кальциевые; 32 кл
Тереховское МПВ	20,83	8,09	23,84	10,5	29,78	6,95	Сульфатные; Натриево-кальциевые; 39 кл
Еланчикское МПВ	12,09	4,02	50,16	22,90	10,82	-	Хлоридные; Натриево-кальциевые; 32 кл
Волгодонское МПВ	19,27	-	20,69	18,48	41,57	-	Сульфатно-хлоридные; Натриево-кальциевые; 46 кл
Джураксальское МПВ	20,41	-	18,09	36,7	-	21,47	Хлоридно-сульфатные; Натриево-кальциевые; 44 кл
Мартыновское МПВ	18,90	18,17	8,48	33,40	21,03	-	Хлоридно-сульфатные; Кальциево-магниевые; 44 кл

Сандатовское МПВ	15,56	6,34	27,19	24,37	19,51	7,02	Хлоридно-сульфатные; Натриево-кальциевые; 46 кл
Маньчское МПВ	15,37	4,32	8,31	51,34	21,14	7,81	Хлоридно-сульфатные; Кальциевые; 45 кл
Раздорское МПВ	23,43	7,38	48,58	10,0	10,58	-	Сульфатные; Натриево-кальциевые; 36 кл
Багаевское МПВ	10,50	2,62	63,67	14,39	8,80	-	Хлоридные; Натриевые; 33 кл

Оценка геоэкологического состояния подземных вод проводилась путем анализирования их гидрохимических данных с последующим вычислением гидрогеохимической неоднородности состава подземных вод. Использованный способ оценки геоэкологического состояния подземных вод, позволяет количественно установить, какой фактор является доминирующим в изменении состава и качества воды в каждом месторождении.

Мерой гидрогеохимической неоднородности состава подземных вод согласно [5] является величина относительной энтропии системы ( $\Delta H$ ) (%). Низкие величины относительной энтропии, менее 30%, служат указанием на развитие участков с пресными подземными водами, не испытывавших сколько-нибудь заметного влияния со стороны природных или техногенных факторов, и здесь не может происходить формирование техногенных очагов загрязнения (табл. 3).

Таблица № 3

Критерии оценки качества подземных вод по величине гидрогеохимической неоднородности

Величина $\Delta H$ , %	Характеристика качества подземных вод
Меньше 30	Чистые, не испытывавшие внешнего воздействия
30-80	Условно чистые, испытывавшие природное воздействие

81-125	Загрязненные, испытавшие техногенное воздействие
Больше 125	Очень грязные

Величину относительной энтропии системы рассчитывали по четырем показателям: концентрации сульфатов, хлоридов, натрия и кальция (табл. 4).

Таблица № 4

Характеристика качества подземных вод по показателю геохимической неоднородности

Артезианский бассейн	Месторождения (МПВ)	$\Delta H_{\text{общ.}}$ %	$\Delta H_{\text{природ.}}$	$\Delta H_{\text{техн.}}$	Характеристика
Донецко-Донской	Маньковское	20,5	-	-	Чистые;
	Чирское	16,25	-	-	Чистые;
	Грачинско-Митякинское	11,84	-	-	Чистые;
	Вьянковское	37,14	20,48	28,17	Условно-чистые;
	Калитвенское	14,02			Чистые;
Восточно-Донецкий	Калитвенское	14,02	-	-	Чистые;
	Тереховское	16,68	-	-	Чистые;
	Раздорское	9,87	-	-	Чистые;
Азово-Кубанский	Раздорское	9,87	-	-	Чистые;
	Еланчикское	24,67	-	-	Чистые;
	Сандатовское	16,47	-	-	Чистые;
	Багаевское	264,2	219,2	236,8	Очень грязные, техногенное воздействие
	Скважины Ст.Егорлыкской	Сред. Знач. =98,07	16,6	24	Загрязненные, испытавшие техногенное воздействие
Ергеневский	Волгодонское	14,11	-	-	Чистые;

	Джураксальское	18,8	-	-	Чистые;
	Мартыновское	9,03	-	-	Чистые;
	Манычское	50,83	19,74	37,57	Условно-чистые

Для количественного определения роли природного или техногенного фактора рассчитывали относительную энтропию системы по трем показателям соответственно: сульфаты-кальций-натрий (природный фактор) и хлориды-кальций-натрий (техногенный фактор). После установления природного или техногенного факторов, оказывающих наибольшее воздействие на изменение гидрогеохимической неоднородности в подземных водоносных горизонтах, производили расчеты, которые позволили уточнить, какой из факторов или их совокупность оказывает максимальное воздействие. На основании всех проанализированных данных построена карта-районирования подземных вод по экологическому состоянию (рис. 1).

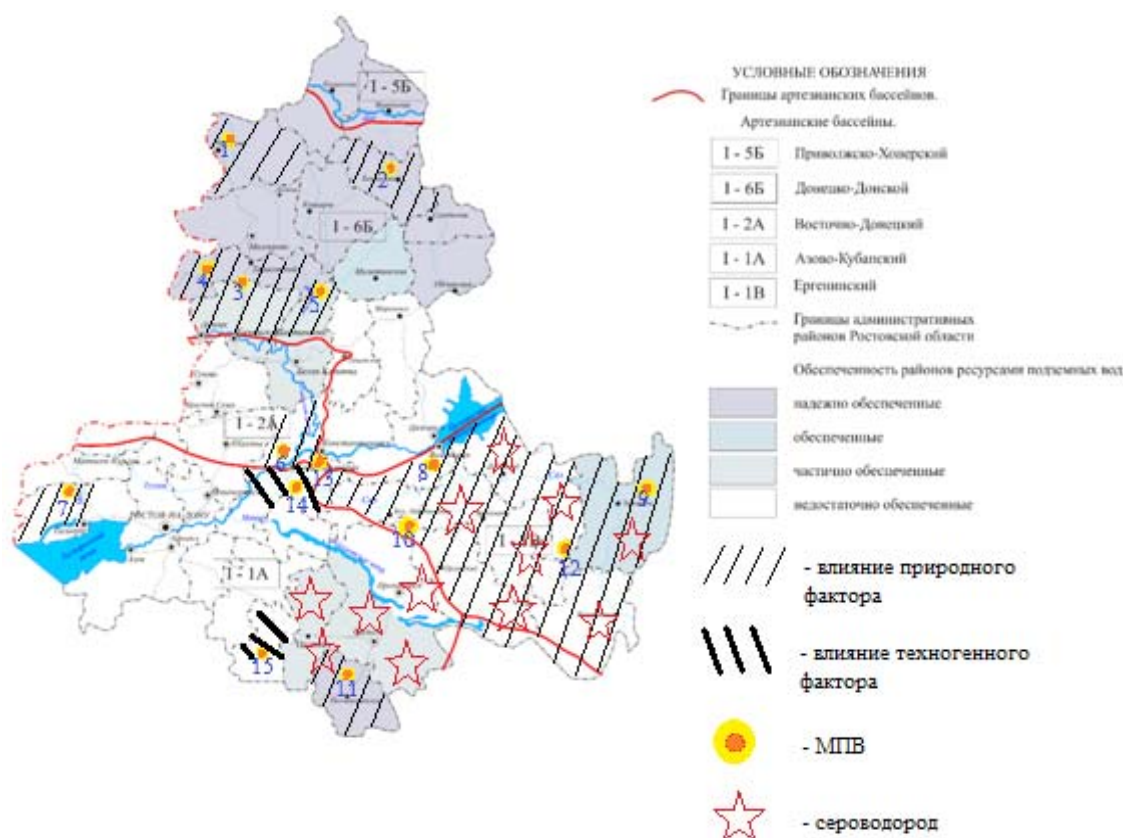


Рис. 1 - Карта состояния подземных вод Ростовской области



Качество подземных вод как источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на большинстве разведанных участков относится ко 2-му классу (ГОСТ 2761 -84), т.е. качество воды имеет отклонения по отдельным показателям от требований СанПиН 2.1.4.1074-01 которые могут быть устранены обычными методами водоподготовки (аэрированием, обессоливанием, профилактическим обеззараживанием, умягчением, обезжелезиванием) [7-9, 11,12].

Варианты использования подземных вод севера области для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения городов юга сопряжены с трудностью их транспортировки (водопровод длиной более 300 км). Подземные воды, не смотря на их более высокое качество, не являются альтернативой существующим поверхностным источникам хозяйственно-питьевых вод (р. Дон и др.), так как невозможно полностью удовлетворить потребности в питьевой воде за счет подземных источников. В настоящее время в области не решены вопросы резервного питьевого водоснабжения городов юга Ростовской области в случае возникновения чрезвычайных экологических, либо аварийных ситуаций подземных водозаборов, на водоводах.

*Выводы.* К северной группе относятся воды с содержанием минерализации соответствующей качеству питьевых вод, к южной группе воды – с высоким содержанием минерализации, сероводорода, железа. Для подземных вод РО рассчитано процент-эквивалентное содержание катионов и анионов, на основании которых установлен класс и тип воды по преобладающему иону: 46 кл. сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые- 28,6%, 32 кл. хлоридные натриево-кальциевые - 28,6 %, 39 кл. сульфатные натриево-кальциевые - 7,14%, 44 кл. хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые - 14,3%, 36 кл. сульфатные натриево-кальциевые - 7,14%, 45 кл.

---



хлоридно-сульфатные кальциевые - 7,17%, 33 кл. хлоридные натриевые - 7,14%.

Проведена оценка гидрогеохимической неоднородности состава подземных вод РО, по которой установлено, что большая часть месторождений имеет величину энтропии менее 30%, что свидетельствует о том, что воды чистые, не испытавшие внешнего воздействия; только для Багаевского МПВ величина энтропии равна 264,2%, обусловленная техногенным фактором, воды характеризуются как очень загрязненные.

Построена карта состояния подземных вод РО, характеризующая изменение состава вод под воздействием природных или техногенных факторов.

### Литература

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2016 году». – Ростов н/Д, 2017. – 299 с.
2. Темников, В.И. Состояние окружающей среды в Южном федеральном округе// Безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 3. – с. 6-10
3. Способ опознания источника загрязнения окружающей среды: пат. 2102743 Рос. Федерация: МПК G01N30/86 / авторы и заявители В.И. Чендарев [и др.]; патентообладатель научно-производственное предприятие "Мониторинг".
4. Гольдберг В.М., Газда С, Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
5. Способ оценки экологического состояния подземных вод: пат. 2253883 Рос. Федерация: МПК G01V9/00 / авторы и заявители Р.Л. Ибрагимов, В.М. Федотов, Г.И. Петрова; патентообладатель Открытое акционерное общество "Татнефть" им. В.Д. Шашина.



6. Алексеев, А.И. Химия воды: учеб. пособие / А.И. Алексеев, А.А. Алексеев. – СПб.: Химиздат, 2007. – Кн. 1. – 424 с.

7. Ганичева Л.З. Современное состояние подземных вод в районе промышленных городов Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1703.

8. Дрововозова Т.И., Дядюра В.В., Марьяш С.А., Кулакова Е.С., Картузова Т.Д. Экологическая оценка качества подземных вод Куйбышевского района Ростовской области и способов ее очистки // Инженерный вестник Дона, 2016, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3583.

9. Guidelines for drinking-water quality. V 1/ Recommendations. World Health Organization, Geneva, 1983. – 271 p.

10. Гольдберг В. М. Оценка условий защищенности подземных вод и построение карт защищенности // Гидрогеологические основы охраны подземных вод. - М., 1984. С. 171—177.

11. Абалаков, А. Д. Экологическая геология. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 267 с.

12. Witkowski A.J., Vrba J., Kowalczyk A. Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping. AN-Selected Papers. London: Taylor and Francis, 2007. V. 11. 2601 p.

### References

1. Ekologicheskiy vestnik Dona «O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov Rostovskoy oblasti v 2016 godu» [Ecological Bulletin of the don "On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2016"]. Rostov n/D, 2017. 299 p.

2. Temnikov, V.I. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2005. № 3. pp. 6-10.



3. Sposob opoznaniya istochnika zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Method for identifying the source of environmental pollution]. Patent RF № 2102743 MPK G01V9/00. Chendarev V.I. i dr.
4. Gol'dberg V.M., Gazda S. M. Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod ot zagryazneniya [Hydrogeological bases of protection of underground waters from pollution. Nedra. 1984. 262. p.
5. Sposob ocenki ehkologicheskogo sostoyaniya podzemnykh vod [Method of assessing the ecological state of groundwater]. Patent RF № 2253883 MPK G01V9/00. Ibragimov R.L., Fedotov V.M., Petrova G.I.
6. Alekseev A.I. Himiya vody [Water chemistry]. Sankt-Peterburg: Himizdat, 2007. 424 p.
7. Ganicheva L.Z. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1703](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1703)
8. T.I. Drovovozova, V.V. Dyadyura, S.A. Mar'yash, E.S. Kulakova, T.D. Kartuzova Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3583](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3583).
9. Guidelines for drinking-water quality. V 1. Recommendations. World Health Organization, Geneva, 1983. 271 p.
10. Gol'dberg V. M. Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod. - M., 1984. pp. 171-177.
11. A. D. Abalakov. Ekologicheskaya geologiya [Environmental Geology]. Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos.un-ta, 2007. 267 p.
12. Witkowski A.J., Vrba J., Kowalczyk A. Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping. AH-Selected Papers. London: Taylor and Francis, 2007. V. 11. 2601 p.