



А.И. Гавришин
д-р геол.-мин. наук
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
профессор кафедры прикладной
геологии
agavrishin@rambler.ru



Е.С. Торопова
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
студентка
toropova_e.s@mail.ru



В.Е. Борисова
Южно-Российский государственный
политехнический университета
им. М.И. Платова¹
студентка
lokmail@mail.ru

Об ухудшении качества подземных вод в Восточном Донбассе

¹Россия, 346428, Ростовская обл., Новочеркасск, ул. Просвещения 132.

Восточный Донбасс является старейшим районом добычи угля, где долгое функционирование угледобывающей промышленности, а затем ликвидация шахт привели к загрязнению, как подземных вод, так и окружающей среды в целом

Ключевые слова: Восточный Донбасс; G-метод; химический состав; подземные воды

Восточный Донбасс является высоко индустриальным регионом. Здесь расположено множество разнообразных промышленных предприятий, которые оказывают интенсивное негативное влияние на состояние всех компонентов окружающей среды. В данной работе основное внимание уделено изменениям геологической среды, в первую очередь – ухудшению качества подземных вод от воздействия предприятий угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. Прежде всего, необходимо отметить действующие и недавно ликвидированные угольные шахты (более 60 единиц), давно закрытые и брошенные шахты (около 200 единиц), породные отвалы шахт (около 500

единиц), пруды-отстойники и др. Указанные факторы формируют мощные потоки загрязнения воздушной, водной и геологической сред, деформацию зданий, сооружений и коммуникаций и многие другие отрицательные последствия [1–9].

В статье описаны основные закономерности формирования химического состава грунтовых вод по результатам опробования 108 источников и колодцев за 20-летний период (1950–1960-е гг., далее в таблицах и в тексте – 1955 г.), когда угледобывающая промышленность интенсивно развивалась, и по результатам 240 анализов вод из скважин и колодцев, опробованных в 2015 г, когда большинство угольных шахт было ликвидировано.

Методика исследований

Выявление и количественное описание гидрогеохимических закономерностей выполнено с применением компьютерной технологии AGAT-2, реализующей G-метод классификации многомерных наблюдений (выделение одно-

родных совокупностей), который основан на оригинальном критерии Z^2 [2, 3].

G-метод был широко использован для построения классификаций и описания пространственно-временных закономерностей формирования объектов и систем на Земле, Луне, Мар-

Таблица 1.
Состав однородных гидрогеохимических видов подземных вод (1950–1960 гг.)

| Вариант | Вид | Компонент (мг/л и % - моль) | | | | | | M | pH |
|---------|------|-----------------------------|-----------------|------------|-----------|-----------|------------|------|-----|
| | | НСО ₃ | SO ₄ | Cl | Ca | Mg | Na | | |
| 1 | 1.12 | 242 59 | 86 27 | 33 14 | 75 55 | 18 21 | 39 24 | 398 | 7,2 |
| | 1.14 | 219 29 | 349 59 | 51 12 | 72 32 | 47 35 | 91 33 | 776 | 7,6 |
| | 1.10 | 232 41 | 217 48 | 37 11 | 83 42 | 24 20 | 89 38 | 613 | 7,0 |
| | 1.02 | 335 42 | 298 48 | 45 10 | 103 39 | 37 23 | 121 38 | 829 | 7,1 |
| | 1.04 | 359 45 | 270 43 | 54 12 | 150 55 | 51 32 | 42 13 | 865 | 7,5 |
| | 1.05 | 337 32 | 504 61 | 42 7 | 145 40 | 46 22 | 164 38 | 1080 | 8,0 |
| | 1.03 | 323 29 | 483 55 | 103 16 | 135 37 | 47 21 | 188 42 | 1180 | 7,0 |
| | 1.08 | 439 40 | 456 52 | 53 8 | 87 24 | 52 23 | 233 53 | 1210 | 7,1 |
| | 1.17 | 393 30 | 580 57 | 94 12 | 216 50 | 61 24 | 134 26 | 1390 | 7,3 |
| | 1.01 | 368 27 | 700 66 | 47 6 | 141 32 | 63 23 | 238 45 | 1470 | 7,3 |
| | 1.11 | 541 36 | 613 52 | 107 12 | 125 24 | 58 19 | 349 57 | 1550 | 7,0 |
| 2 | 1.13 | 236 17 | 819 74 | 78 9 | 283 56 | 76 25 | 116 19 | 1710 | 7,3 |
| | 1.16 | 370 23 | 820 65 | 107 12 | 160 30 | 70 21 | 317 49 | 1810 | 6,1 |
| | 1.06 | 378 20 | 1050 71 | 92 8 | 177 28 | 86 23 | 362 49 | 2070 | 7,2 |
| | 3.01 | 404 16 | 1460 74 | 140 10 | 303 37 | 115 23 | 391 40 | 2810 | 7,0 |
| | A.3 | 134 2 | 4200 95 | 70 2 | 445 25 | 122 11 | 1370 64 | 6520 | 6,0 |
| 3 | 1.15 | 392 47 | 187 28 | 123 25 | 100 35 | 26 25 | 169 50 | 855 | 7,1 |
| | 1.07 | 350 32 | 348 40 | 177 28 | 158 43 | 58 26 | 140 31 | 1100 | 7,0 |
| | 1.09 | 365 24 | 678 56 | 174 20 | 207 40 | 73 24 | 226 36 | 1720 | 7,1 |
| | 2.01 | 583 24 | 989 52 | 343 24 | 203 25 | 87 18 | 556 57 | 2590 | 7,1 |
| | A.1 | 457 16 | 1230 56 | 460 28 | 295 32 | 125 22 | 506 46 | 3082 | 7,2 |
| | A.2 | 744 16 | 1390 37 | 1300 47 | 206 13 | 231 25 | 1156 62 | 5588 | 7,0 |
| 4 | A.4 | 733 77 | 144 19 | 21 4 | 160 51 | 29 15 | 120 34 | 870 | 6,8 |

ЭКОЛОГИЯ

| Направление | pH | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Ca | Mg | Na | Fe | M |
|-------------|-----|------------------|-----------------|------|-----|-----|------|------|------|
| 1 | 6,0 | 360 | 2515 | 266 | 349 | 205 | 730 | 11,1 | 4450 |
| | | 9 | 80 | 11 | 26 | 26 | 48 | | |
| 2 | 7,6 | 516 | 1577 | 730 | 290 | 138 | 873 | 3,4 | 4235 |
| | | 14 | 53 | 33 | 23 | 18 | 59 | | |
| 3 | 7,8 | 487 | 1489 | 1396 | 179 | 124 | 1370 | 1,6 | 5055 |
| | | 10 | 40 | 50 | 11 | 13 | 76 | | |
| 4 | 7,6 | 1217 | 1105 | 885 | 107 | 84 | 1350 | 1,1 | 4566 |
| | | 29 | 34 | 37 | 8 | 10 | 82 | | |

Таблица 2.

Средний химический состав шахтных вод по главным гидрогеохимическим направлениям изменений состава (мг и %-моль)

се, Сатурне, астероидах и в дальнем космосе. G-метод характеризуется следующими наиболее важными свойствами: построение классификации многомерных наблюдений при отсутствии априорных сведений о таксономической структуре наблюдений (задача без учителя); использование зависимых признаков; выделение таксонов различного уровня детальности; оценка

сходства-различия между однородными таксонами; определение информативности признаков.

Кроме G-метода при интерпретации гидрогеохимических данных применены разнообразные математико-статистические процедуры, в том числе корреляционный и регрессионный анализы.

Таблица 3.

Состав однородных гидрогеохимических видов подземных вод в 2015 г.

| Вариант | Вид | Компонент (мг/л и % - моль) | | | | | | M | pH |
|---------|------|-----------------------------|-----------------|------|------|-------|--------|------|------|
| | | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Ca | Mg | Na | | |
| 1 | 1.04 | 289 | 267 | 288 | 102 | 39,9 | 229,72 | 1215 | 7,63 |
| | | 26 | 30 | 44 | 28 | 18 | 54 | | |
| 2 | 1.05 | 384 | 785 | 170 | 188 | 85,8 | 250,4 | 1863 | 7,45 |
| | | 23 | 60 | 17 | 34 | 26 | 40 | | |
| | 1.01 | 504 | 1560 | 199 | 302 | 146 | 439,3 | 3150 | 7,26 |
| | | 18 | 70 | 12 | 33 | 26 | 41 | | |
| | 1.12 | 596 | 1760 | 218 | 376 | 163 | 464 | 3577 | 7,81 |
| | | 19 | 70 | 11 | 36 | 26 | 38 | | |
| | 1.08 | 577 | 2100 | 147 | 494 | 209 | 350 | 3877 | 7,13 |
| | | 17 | 76 | 7 | 43 | 30 | 27 | | |
| 2.01 | 656 | 2360 | 133 | 504 | 298 | 314 | 4265 | 6,63 | |
| | 17 | 77 | 6 | 40 | 31 | 21 | | | |
| 5.01 | 634 | 2660 | 270 | 363 | 188 | 911 | 5026 | 7,10 | |
| | 14 | 76 | 10 | 25 | 21 | 54 | | | |
| 3.01 | 669 | 3480 | 367 | 371 | 174 | 1397 | 6458 | 7,06 | |
| | 12 | 77 | 11 | 20 | 15 | 65 | | | |
| 3 | 1.14 | 260 | 488 | 825 | 152 | 61,8 | 573 | 2360 | 7,47 |
| | | 11 | 27 | 62 | 20 | 14 | 66 | | |
| | 6.01 | 203 | 838 | 593 | 324 | 83,1 | 330,4 | 2371 | 6,40 |
| | | 9 | 47 | 44 | 43 | 18 | 39 | | |
| | 1.10 | 423 | 1160 | 481 | 407 | 199 | 177,5 | 2847 | 7,28 |
| | | 16 | 54 | 30 | 46 | 37 | 17 | | |
| 1.07 | 368 | 1250 | 583 | 367 | 136 | 433 | 3137 | 7,25 | |
| | 12 | 54 | 34 | 38 | 23 | 39 | | | |
| 1.15 | 508 | 1990 | 557 | 335 | 211 | 716,3 | 4317 | 7,41 | |
| | 13 | 63 | 24 | 26 | 27 | 47 | | | |
| 4.01 | 238 | 1740 | 935 | 321 | 162 | 849,6 | 4246 | 6,98 | |
| | 6 | 54 | 40 | 24 | 20 | 56 | | | |
| 4 | 1.13 | 496 | 233 | 24,3 | 60,4 | 32,2 | 183,2 | 1029 | 7,55 |
| | | 59 | 36 | 5 | 22 | 20 | 58 | | |

| Вариант | Компонент (мг/л и % - моль) | | | | | | M |
|---------|-----------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Ca | Mg | Na | |
| 1 | 289 26 | 267 30 | 288 44 | 102 28 | 40 18 | 230 54 | 1215 |
| 2 | 574 17 | 2101 72 | 215 11 | 371 33 | 181 25 | 589 41 | 4031 |
| 3 | 333 11 | 1244 50 | 662 39 | 318 33 | 142 23 | 513 44 | 3213 |
| 4 | 496 59 | 233 36 | 24 5 | 60 22 | 32 20 | 183 58 | 1029 |

Таблица 4.

Средние значения компонентов по вариантам изменений состава грунтовых вод Восточного Донбасса в 2015 г.

В название вод ионы включаются при содержании более 25 %-молей и компоненты располагаются в порядке возрастания содержаний.

Результаты исследований

Многие шахты Восточного Донбасса имеют глубину до 400–500 м, и только отдельные шахты вели отработку глубоких угольных горизонтов на глубине более 600 м. В геологическом отношении район приурочен преимущественно к Невсетаевской синклиналиной структуре.

Наиболее детальные и практически интересные результаты по данным опробования в 1950–1960-е гг. получены после выделения и анализа однородных гидрогеохимических видов с помощью многомерного классификационного G-метода по компьютерной программе AGAT-2 (табл. 1, 2).

Расположение гидрогеохимических видов по мере возрастания минерализации и анализ графиков в координатах: «минерализация – содержание компонентов» позволило выделить четыре основных варианта закономерных из-

менений содержаний ионов, которые довольно существенно отличаются по своим параметрам и происхождению (табл. 1).

По первому гидрогеохимическому варианту (66% проб) под влиянием природных факторов наиболее существенный вклад в минерализацию вод вносят сульфат-ион, натрий и магний. На фоне общей природной закономерности формирования среднеминерализованных вод за счет нарастания содержаний SO₄ в зоне аридного климата определенную роль начинает играть влияние сульфатных шахтных вод на состав подземных вод.

Во второй гидрогеохимический вариант (17% проб) выделены виды 1.13, 1.16, 1.06, 3.01 и А.3 (табл. 1), которые представляют собой по составу практически шахтные воды с пониженным значением pH и очень высокими концентрациями SO₄ до 4,2 г/л (минерализация до 6,0 г/л).

В третьем гидрогеохимическом варианте (16% проб) оказывают влияние не только сульфатные шахтные воды, но и приток подземных вод с повышенным содержанием хлор-иона. Гидрогеохимические виды 1.09, 2.01, А.1, А.2 по составу приближаются к шахтным водам второго и третьего направлений изменений состава.

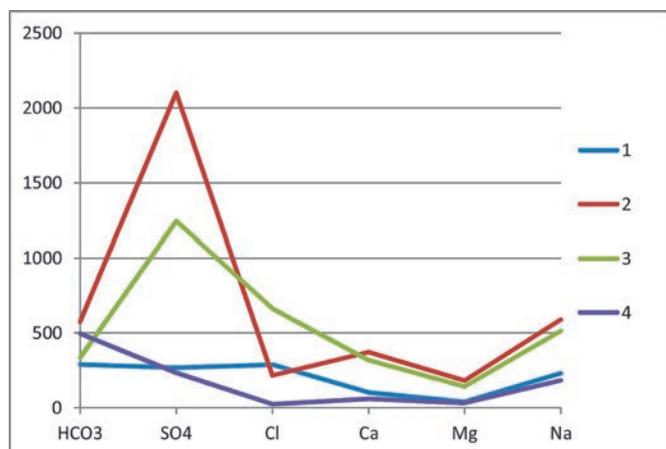
Среди подземных вод района обнаружена одна проба содового состава, которая классифицирована, как аномальное наблюдение А.4 (табл. 1) и выделена в четвертый вариант.

Для Восточного Донбасса четко фиксируется важная роль сульфатных и частично хлоридных шахтных вод в формировании химического состава грунтовых вод и в распространении потоков загрязнения на обширные территории. Поэтому необходимо дать краткую характеристику основным направлениям изменения состава шахтных вод (табл. 2).

По первому направлению изменения состава образуются кислые сульфатные шахтные

Рис. 1.

Средние значения компонентов по вариантам изменений в 2015 г. (в мг/л)



| Дата | HCO ₃ | SO ₄ | Cl | Ca | Mg | Na | pH | M |
|------|------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1955 | 375 | 559 | 122 | 154 | 58 | 200 | 7,3 | 1368 |
| | 29 | 55 | 16 | 36 | 23 | 41 | | |
| 1999 | 562 | 672 | 76 | 157 | 91 | 230 | 7,2 | 1510 |
| | 36 | 55 | 9 | 31 | 30 | 39 | | |
| 2006 | 728 | 1362 | 108 | 282 | 110 | 461 | 7,1 | 2690 |
| | 28 | 65 | 7 | 33 | 21 | 46 | | |
| 2010 | 542 | 1387 | 298 | 280 | 131 | 485 | 7,2 | 3029 |
| | 19 | 63 | 18 | 30 | 24 | 46 | | |
| 2015 | 472 | 1567 | 333 | 325 | 152 | 480 | 7,2 | 3329 |
| | 16 | 65 | 19 | 33 | 25 | 42 | | |

Таблица 5.

Изменение среднего состава грунтовых вод (мг/л и %-моль)

воды с высокими содержаниями Fe, Al, Mn, Cu и других микроэлементов, которые формируются за счет процессов окисления сульфидов и серы. По второму направлению образуются хлоридно-сульфатные воды; процессы окисления переходят на второй план. Третье направление связано с притоком в глубокие угольные шахты хлоридных подземных вод; по составу они сульфатно-хлоридные. Четвертое направление – это оригинальные содовые воды, происхождение которых, видимо, связано с испарительно-конденсационными процессами и может свидетельствовать о наличии нефтегазовых месторождений в Восточном Донбассе [1–3, 8].

По результатам опробования подземных вод в 2015 г. также произведено выделение однородных гидрогеохимических видов подземных

вод с помощью классификационной технологии АГАТ-2. Результаты классификации приведены в **табл. 3 и 4.**

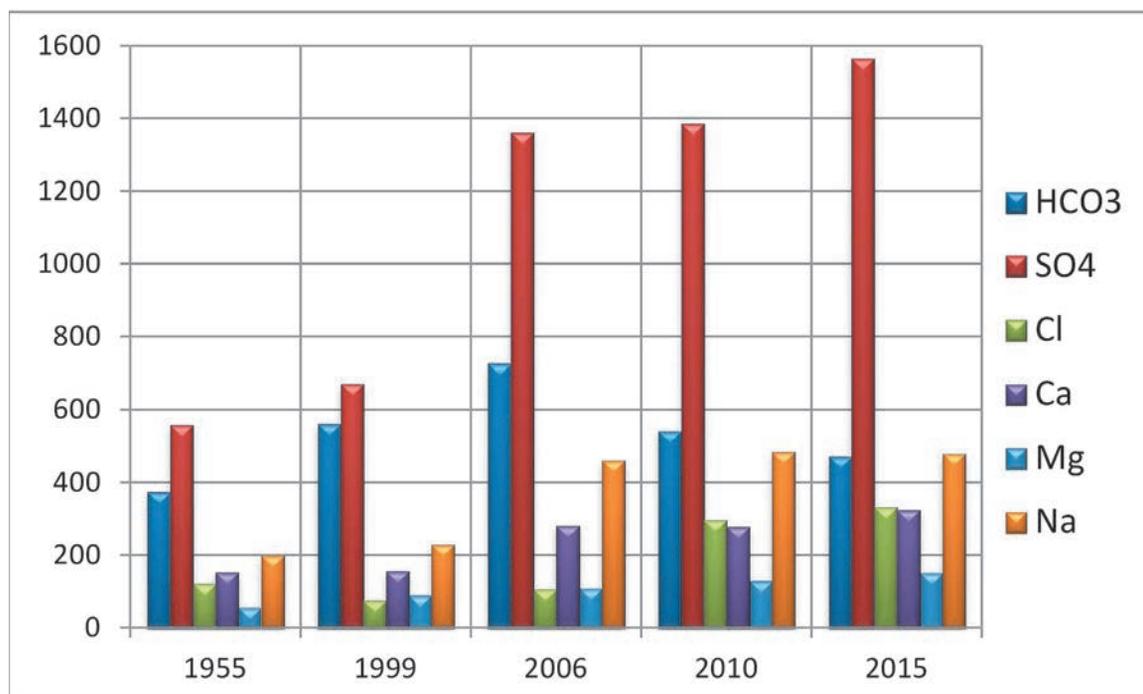
По первому гидрогеохимическому варианту (16% проб) формируются гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые воды, которые можно рассматривать как исходные природные воды.

По второму гидрогеохимическому варианту (67% проб) отмечается влияние сульфат – иона, то есть на формирование второго варианта подземных вод, оказывает влияние шахтные воды первого направления изменения состава. Наибольшее содержание сульфатов составляет 3,48 г/л, а минерализация 6,4 г/л.

В третьем гидрогеохимическом варианте (15% проб) отмечается влияние шахтных вод 2–3

Рис. 2.

Средний состав подземных вод по годам в мг/л



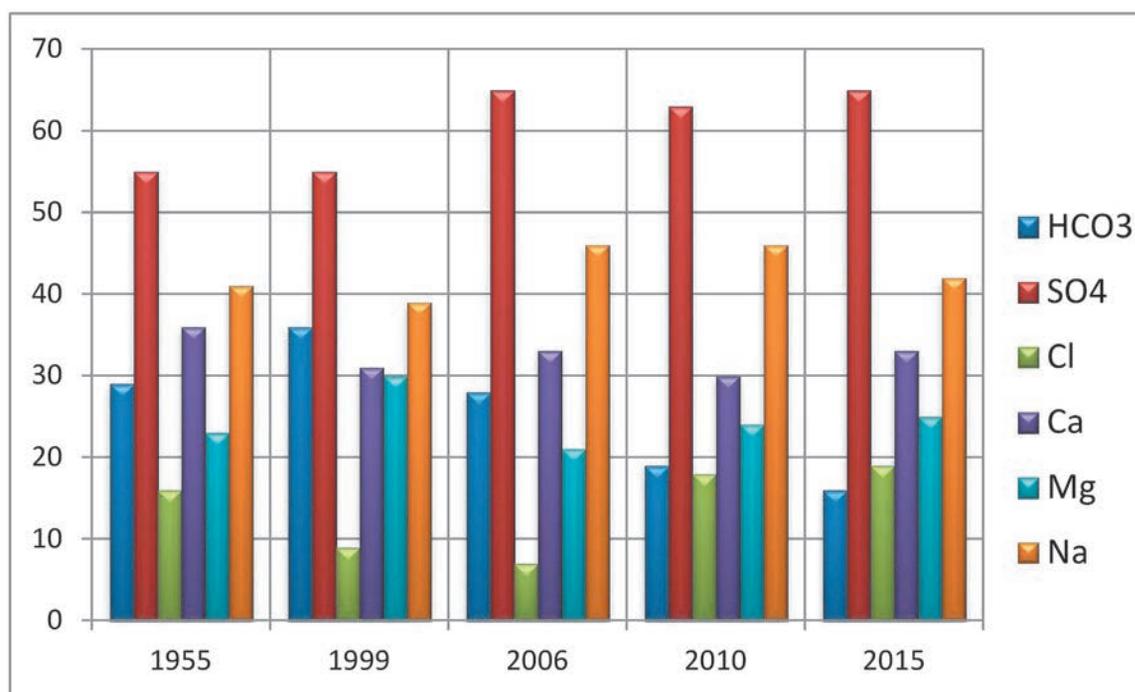


Рис. 3.
Средний состав подземных вод по годам (%-моль)

направлений изменения состава. Для изученного района четко фиксируется роль сульфатных и частично хлоридных шахтных вод в формировании химического состава грунтовых вод и распространении потоков загрязнения на обширные территории. Наибольшее содержание сульфатов составляет 1,99 с минерализацией 4,3 г/л.

В четвертый вариант вошли наблюдения вида 1,13 (2% проб) содового состава.

Средние значения компонентов по вариантам изменений в 2015 г. представлены в **табл. 4**. Первый вариант – это фоновые грунтовые воды в среднем по составу гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, с минерализацией 1,2 г/л. Второй вариант – это загрязненные сульфатные кальциево-натриевые воды, с минерализацией 4,0 г/л. В третий вариант вошли хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые загрязненные воды с минерализацией 3,2 г/л. Четвертый вариант по составу сульфатно-гидрокарбонатный натриевый, с минерализацией 1,0 г/л (содовые воды).

Наиболее наглядно изменения средних содержаний компонентов по вариантам прослеживается на **рис. 1**. Максимальные различия содержаний зафиксированы для сульфат-иона и хлор-иона, Минимальные содержания катионов характерны для первого и четвертого вариантов, а максимальные – для второго и третьего.

Таким образом, выделение и детальный сравнительный анализ однородных гидрогеохимических видов грунтовых вод Восточного

Донбасса позволил обнаружить существенные различия в закономерностях их формирования. За 50 лет доля загрязненных сульфатных вод увеличилась с 17 до 67%, доля хлоридных практически не изменилась (15–16%), содовые воды составили 1–2%. Теперь появилась возможность детально интерпретировать причины и источники загрязнения грунтовых вод региона за истекший период (**табл. 5**).

Изменение среднего состав грунтовых вод Восточного Донбасса приведены в **табл. 5**, в которой видны существенные изменения за обследованный период с 1950–1960 г. (1955 г.) до 2015 г. В 1950–1960-е гг. функционирование угольных шахт слабо сказывалось на составе подземных вод, и они имели невысокую минерализацию (1,4 г/л).

В 1999 г., когда шла массовая ликвидация угольных шахт региона и водный баланс складывался из притока в шахты атмосферных, поверхностных и частично грунтовых вод минерализация шахтных вод увеличилась всего в 1,2 раза. Повысились содержания SO_4 , HCO_3 , Mg и Na (**табл. 5, рис. 2**).

К 2006 г. практически закончилась ликвидация угольных шахт преимущественно путем затопления, водный поток теперь направлен из шахт в грунтовые воды, состав которых интенсивно изменился. Минерализация вод повысилась в 2 раза, увеличились содержания всех компонентов особенно сульфат-иона. Наиболее наглядно изменения массовых и относительных концентраций компонентов видны на **рис. 2 и 3**.

В 2010 и 2015 гг. происходит дальнейшее ухудшение качества грунтовых вод, минерали-

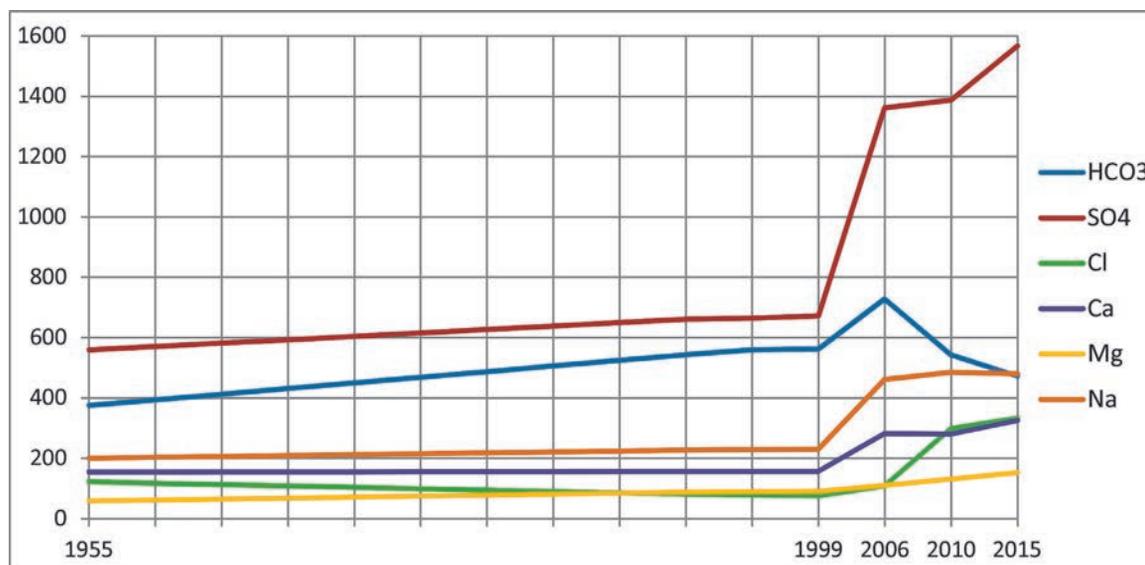


Рис. 4. Изменение состава подземных вод во времени (мг/л) зация увеличивается в 2,2 и в 2,4 раза. Основной причиной такой ситуации является интенсивное развитие процессов окисления серы и сульфидов, содержащихся в углях и вмещающих горных породах, т.е. проявление первого направления изменения состава шахтных вод. При этом увеличиваются содержания не только макрокомпонентов, но и концентрации Fe, Al, MN, Cu и других микроэлементов. В среднем по составу воды сульфатные магниевое-кальциево-натриевые.

На **рис. 3** четко отмечаются закономерности изменений относительных содержаний макрокомпонентов грунтовых вод. Для гидрокарбонат-иона кальция и магния характерны волнообразные изменения, доля сульфат-иона растет. Доля хлор-иона сначала уменьшается (до 2006 г.), а потом увеличивается; это объясняется тем, что в период затопления шахт приток минерализованных хлоридных подземных вод в затопленные шахты резко уменьшился, но за тем снова восстановился.

На **рис. 4** в масштабе реального времени наиболее наглядно прослеживается зависимость изменений состава подземных вод на протяжении изученного периода. До начала ликвидации и в первый период ликвидации шахт до 1999 г. происходило постепенное повышение минерализации и большинства компонентов. С завершением ликвидации шахт к 2006 г. происходит резкое увеличение содержания большинства компонентов и минерализации грунтовых вод (**табл. 5, рис. 4**). Наибольшее увеличение содержания зафиксировано для сульфат-иона, хлор-иона и натрия. В отдельных пунктах опробования отмечается очень высокий уровень загрязнения грунтовых вод. Например, в районе шахты Комиссаров-

ская минерализация вод в колодцах и скважинах достигает 8–10 г/л, содержания SO₄ – 5–7, Fe и Al – 0,5, Mn – 0,02 г/л.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что в Восточном Донбассе в районах ликвидированных угольных шахт формируются мощные потоки загрязнения грунтовых вод. Доля загрязненных вод за 60–70 лет увеличилась с 33 до 83%, следовательно, необходимо проведение реабилитационных мероприятий по предотвращению негативного влияния угледобывающих предприятий на окружающую среду региона.

Выводы

С помощью G-метода классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей) установлены пространственно-временные закономерности формирования химического состава грунтовых вод в Восточном Донбассе.

В первый этап изученного периода (1955–1999 гг.) происходило постепенное увеличение минерализации грунтовых вод (в 1,2 раза). Далее (1999–2006 гг.) в процессе и после завершения массовой ликвидации угольных шахт региона происходит ухудшение качества грунтовых вод, за счет резкого повышения содержания SO₄, HCO₃, Ca, Mg, Na и ряда тяжелых металлов, минерализация увеличилась в 2 раза. К 2015 г. продолжалось увеличение содержания всех компонентов вод, и минерализация увеличилась в 2,4 раза. С 1950 г. до 2015 г. доля загрязненных вод повысилась с 33 до 83%. Таким образом, в Восточном Донбассе ликвидированные шахты являются мощным источником загрязнения грунтовых вод и необходимо принятие срочных реабилитационных мероприятий по предотвращению негативного воздействия на все компоненты окружающей среды. ❊

Литература

1. Бобух В.А., Чихирин А.А., Тюльдин В.Н. Региональное надвигообразование северных окраин Восточного Донбасса в связи с формированием залежей УВ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. № 7. С. 22–28.
2. Гавришин А.И., Борисова В.Е., Торопова Е.С. О формировании химического состава грунтовых вод в Шахтинском угленосном районе Восточного Донбасса // Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 111–115.
3. Гавришин А.И., Корadini А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных и шахтных вод в Восточном Донбассе // Водные ресурсы. 2009. Т. 36. № 5. С. 564–574.
4. Дуров С.А. Шахтные воды Донбасса как чистая генетическая линия сульфатного типа природных вод // Труды Новочеркасского политехнического института. 1952. Т. 38. 54 с.
5. Заяц Г.Н., Фесенко Н.Г. Шахтные воды Ростовской области // Гидрохимические материалы. 1963. Т. 35. С. 131–134.
6. Мохов А.В. Гидродинамическая эволюция пустотного пространства каменноугольных шахт под влиянием затопления // Вестник Южного научного центра РАН. 2012. Т. 8. № 3. С. 42–49.
7. Назарова Л.Н. Шахтные воды восточной части Донецкого бассейна и некоторые вопросы происхождения их химического состава // Гидрохимические материалы. 1968. Т. 47. С. 99–109.
8. Никаноров А.М. Методы нефтепромысловых гидрогеологических исследований. М.: Недра. 1977. 328 с.
9. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. SGEM 15th. 2015. P. 927-932.

UDC 574:550. 42:662.511

A.I. Gavrishin, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Applied Geology. South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, agavrishin@rambler.ru

E.S. Toropova, student of South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, toropova_e.s@mail.ru

V.E. Borisova, student of South-Russian State Polytechnic University. M.I. Platov¹, lokmail@mail.ru

¹132 Prosvetshenie street, Novocherkassk, Rostov region, 346428, Russia.

About the Deterioration of the Quality of Goundwaters in the Eastern Donbass

Abstract. The Eastern Donbass is the oldest coal mining region where the long operation of the coal mining industry, and then the liquidation of the mines, led to pollution of both groundwater and the environment as a whole.

Keywords: Eastern Donbass; G–method; chemical composition; groundwater.

References

1. Bobukh V.A., Chikhirin A.A., Tiul'din V.N. *Regional'noe nadvigoobrazovanie severnykh okrain Vostochnogo Donbassa v svyazi s formirovaniem zalezhei UV* [Regional thrust formation of the northern margins of the Eastern Donbass in connection with the formation of hydrocarbon deposits]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftiannykh i gazovykh mestorozhdenii* [Geology, geophysics and development of oil and gas fields], 2004, no. 7, pp. 22–28.
2. Gavrishin A.I., Borisova V.E., Toropova E.S. *O formirovanii khimicheskogo sostava gruntovykh vod v Shakhtinskom uglenosnom raione Vostochnogo Donbassa* [On the formation of the chemical composition of groundwater in the Shakhty coal-bearing region of the Eastern Donbass]. *Uspеkhi sovremennogo estestvoznaniia* [The successes of modern natural science], 2016, no. 5, pp. 111–115.
3. Gavrishin A.I., Koradini A. *Proiskhozhdenie i zakonomernosti formirovaniia khimicheskogo sostava podzemnykh i shakhtnykh vod v Vostochnom Donbasse* [Origin and regularities in the formation of the chemical composition of underground and mine waters in the Eastern Donbass]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2009, vol. 36, no. 5, pp. 564–574.
4. Durov S.A. *Shakhtnye vody Donbassa kak chistaia geneticheskaiia liniia sulfatnogo tipa prirodnykh vod* [Shaft waters of Donbass as a pure genetic line of sulfate type of natural waters]. *Trudy Novocherkasskogo politekhnicheskogo instituta* [Proceedings of the Novocherkassk Polytechnic Institute], 1952, vol. 38, 54 p.
5. Zaiats G.N., Fesenko N.G. *Shakhtnye vody Rostovskoi oblasti* [Mine waters of the Rostov region]. *Gidrokhimicheskie materialy* [Hydrochemical materials], 1963, vol. 35, pp. 131–134.
6. Mokhov A.V. *Gidrodinamicheskaiia evoliutsiia pustotnogo prostranstva kamennougol'nykh shakht pod vliianiem zatopeniia* [Hydrodynamic evolution of the void space of coal mines under the influence of flooding]. *Vestnik Iuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, vol. 8, no. 3, pp. 42–49.
7. Nazarova L.N. *Shakhtnye vody vostochnoi chasti Donetskogo basseina i nekotorye voprosy proiskhozhdeniia ikh khimicheskogo sostava* [Mine waters of the eastern part of the Donetsk basin and some questions of the origin of their chemical composition]. *Gidrokhimicheskie materialy* [Hydrochemical materials], 1968, vol. 47, pp. 99–109.
8. Nikanorov A.M. *Metody neftepromyslovykh gidrogeologicheskikh issledovani* [Methods of oilfield hydrogeological research]. Moscow, Nedra Publ., 1977, 328 p.
9. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. SGEM 15th. 2015. P. 927-932.