

К. В. Кудрявцева

*Белорусский государственный университет. Минск, Беларусь***ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОЗАБОРА «НОВИНКИ»**

По результатам мониторинговых наблюдений за состоянием качества подземных вод, ежегодно выполняемых Государственным предприятием «НПЦ по геологии», в настоящее время наиболее неблагоприятной геоэкологической обстановкой в пределах Минского региона характеризуется водозабор «Новинки».

Водозабор «Новинки» находится в северо-западной части г. Минска и эксплуатируется с 1932 г. Скважины в его пределах расположены в виде ломаной линии длиной около 15 км, протягивающейся с северо-запада на юго-восток вдоль Дроздовского водохранилища и долины р. Свислочь, рис. 1. Расстояние между скважинами изменяется от 150 до 850 м. Отбор подземных вод на территории водозабора осуществляется из двух водоносных комплексов: днепровского-сожского водно-ледникового (глубина скважин 33,0–106,0 м) и валдайского терригенного (глубина скважин 281,0–293,0 м) [Васнёва, 2014].

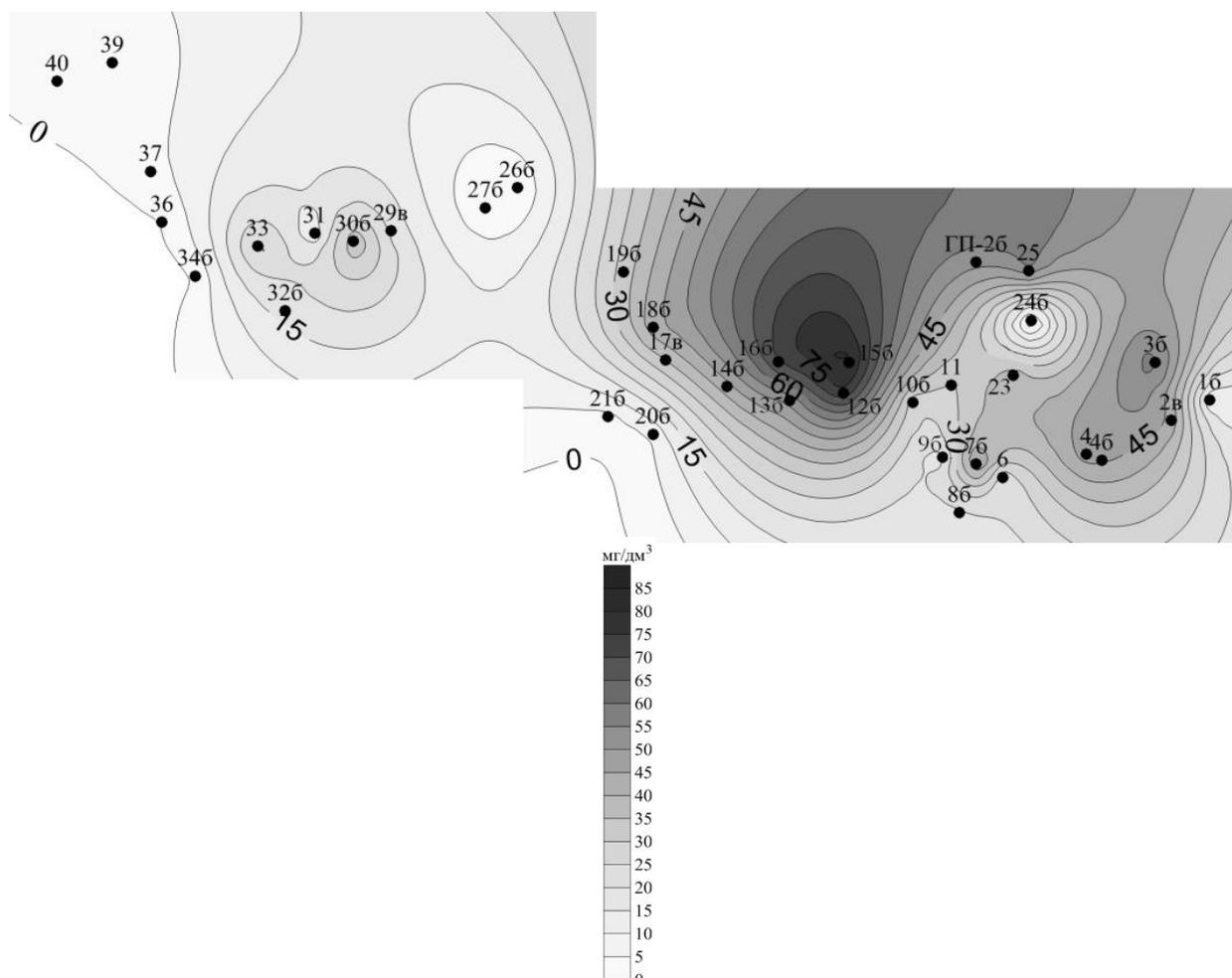


Рис. 1 Карта-схема распространения нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) в водах днепровского-сожского водно-ледникового горизонта на водозаборе «Новинки» (составлена автором по материалам Государственного предприятия «НПЦ по геологии»)

Антропогенная нагрузка на территории водозабора распределена весьма неравномерно. Подземные воды днепровского-сожского водно-ледникового комплекса

испытывают наиболее сильное хозяйственное воздействие в пределах восточного крыла водозабора. Специфика характера загрязнения подземных вод обусловлена расположением скважин восточного крыла в непосредственной близости от жилой частной застройки и на сельскохозяйственных землях.

Анализ материалов по водозабору «Новинки» позволяет проследить взаимосвязь, в первую очередь, нитратного загрязнения подземных вод с экологической ситуацией на участках расположения скважин, оборудованных на водоносный днепровский-сожский водно-ледниковый комплекс. По результатам гидрогеохимического опробования скважин водозабора, выполненного в 2013 г., максимальное содержание нитратов достигло 81,2 мг/дм<sup>3</sup>, а превышение уровней ПДК (45 мг/дм<sup>3</sup>) выявлено в 10 скважинах восточного крыла водозабора.

При этом следует отметить, что на момент начала эксплуатации водозабора нитраты в подземных водах практически отсутствовали. В 70-х годах в ряде скважин содержание нитратов уже достигало 20–27 мг/дм<sup>3</sup>, а к середине 90-х годов возросло до 50–65 мг/дм<sup>3</sup>. В этот период превышение уровней ПДК по нитратам отмечалось в 7 скважинах [Васнёва, 2014]. Предварительный прогноз качества подземных вод Минской городской агломерации свидетельствует о том, что к 2020 г. содержание нитратов в водоносном днепровском-сожском водно-ледниковом комплексе водозабора «Новинки» может достичь 135 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует превышению ПДК в три раза [Васнёва, 2014].

Таким образом, в отношении водозабора «Новинки» может быть сделан однозначный вывод о неуклонном росте уровней нитратного загрязнения в водах водоносного днепровского-сожского водно-ледникового комплекса, который является здесь основным эксплуатируемым горизонтом.

Западное крыло водозабора, расположенное, главным образом, в зеленой зоне, характеризуется преимущественно отсутствием следов нитратного загрязнения. Исключение составляют лишь скважины №№ 29в, 30б, 31 и 33, находящиеся на сельскохозяйственных землях. Содержание нитратов в них изменяется от 11,2 до 35,4 мг/дм<sup>3</sup>. В остальных скважинах западного крыла водозабора содержание нитратов находится на уровне естественного геохимического фона и не превышает 3,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Помимо нитратов важным и, в значительной степени, универсальным показателем антропогенного загрязнения подземных вод является содержание хлоридов. Это обусловлено тем, что ион  $Cl^-$  является характерным компонентом не только сельскохозяйственного и коммунально-бытового, но также промышленного и транспортного загрязнения подземных вод. Кроме того,  $Cl^-$  в подземных водах не испытывает процессов биохимического преобразования, которое характерно для ионов  $NO_3^-$  и  $SO_4^{2-}$  (нитрат- и сульфатредукция), или процессов сорбции, характерных для ионов  $Na^+$  и  $K^+$ . Все это предопределяет более широкое распространение в подземных водах повышенных (выше уровня естественного геохимического фона) содержания хлоридов на участках, испытывающих различные виды антропогенного загрязнения [Васнёва, 2014].

По данным гидрогеохимического опробования артезианских скважин водозабора, проведенного в 2013 г., содержание иона  $Cl^-$  в водах днепровского-сожского водно-ледникового комплекса изменяется от 2,8 до 131,3 мг/дм<sup>3</sup>. Из 37 опробованных скважин превышение естественного геохимического фона по  $Cl^-$  (9,0 мг/дм<sup>3</sup>) отмечено в 33 скважинах. Однако в связи с высоким уровнем ПДК (350 мг/дм<sup>3</sup>), установленным для хлор-иона в питьевых водах, превышение допустимой концентрации в скважинах не наблюдается. В целом, повышенные содержания  $Cl^-$  в скважинах водозабора «Новинки» хорошо коррелируют с повышенными содержаниями нитратов. Так, на восточном крыле водозабора загрязнение хлоридами наблюдается практически во всех скважинах, за исключением скв. № 24б. Западное крыло водозабора характеризуется повышенными содержаниями  $Cl^-$  только в тех скважинах, которые расположены на сельскохозяйственных пашнях. В ряде скважин, находящихся в пределах зеленой зоны, уровень концентрации  $Cl^-$  практически не превышает естественный геохимический фон.

На водозаборе «Новинки» в водоносном днепровском-сожском водно-ледниковом комплексе следы антропогенного загрязнения проявились и по такому показателю, как содержание сульфатов. Уровень естественного геохимического фона этого компонента в водах водоносного днепровского-сожского водно-ледникового комплекса на территории Беларуси достигает 12,0 мг/дм<sup>3</sup> [Васнёва, 2014]. В скважинах водозабора «Новинки», эксплуатирующих данный водоносный комплекс, в 2013 г. содержание  $SO_4^{2-}$  варьировало

от 4,3 до 93,6 мг/дм<sup>3</sup> и в большинстве случаев превышало уровень естественного геохимического фона. Вместе с этим, концентрации сульфатов были значительно ниже ПДК, установленной для питьевых вод (500 мг/дм<sup>3</sup>). Следует отметить, что повышенные содержания сульфатов в водах днепровского-сожского комплекса хорошо коррелируют с повышенными содержаниями в водах нитратов и хлоридов, что свидетельствует о высокой степени нарушенности естественного геохимического фона подземных вод водоносного днепровского-сожского водно-ледникового комплекса на территории водозабора.

На участках антропогенного загрязнения в подземных водах практически всегда присутствуют повышенные содержания  $Na^+$  и  $K^+$ . Однако на накопление этих компонентов в подземных водах большое влияние оказывают ионообменные процессы в системе “вода-порода”. Избыточные содержания  $Na^+$  и  $K^+$  в подземных водах вступают в ионообменные реакции с поглощенным комплексом водовмещающих пород, вытесняя из него  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ . Рост содержания этих компонентов приводит к увеличению жесткости воды [Васнёва, 2014]. Вероятно, именно с этим связаны случаи превышения в подземных водах уровня ПДК по общей жесткости в скважинах №№ 4б, 7б и 12б. В них отмечаются и максимальные содержания  $Cl^-$  (до 131,3 мг/дм<sup>3</sup>),  $SO_4^{2-}$  (до 93,6 мг/дм<sup>3</sup>) и  $NO_3^-$  (до 74,4 мг/дм<sup>3</sup>), что непосредственно указывает на высокую степень антропогенного загрязнения подземных вод на данных участках.

В ряде скважин на водозаборе «Новинки» фиксируется превышение уровня ПДК  $Fe_{\text{общ}}$  до 2,0 мг/дм<sup>3</sup> при установленной ПДК 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. В связи с этим отмечается повышенная мутность воды (до 5,0 мг/дм<sup>3</sup> при установленной ПДК 1,5 мг/дм<sup>3</sup>). Как известно, высокие содержания в подземных водах железа, а нередко и марганца, являются характерной геохимической особенностью не только белорусского региона, но и всей гумидной зоны в целом. Поэтому повышенные содержания железа в отдельных скважинах на водозаборе «Новинки» обусловлены исключительно природными факторами и не связаны с имеющимися здесь место процессами антропогенного загрязнения подземных вод [Васнёва, 2014].

Вторым эксплуатируемым водоносным комплексом на водозаборе «Новинки» является валдайский терригенный комплекс. По условиям формирования химического состава подземных вод валдайский терригенный комплекс отличается от неглубокозалегающего водоносного днепровского-сожского водно-ледникового комплекса. Главным образом, это находит выражение в отсутствии следов антропогенного загрязнения в водах комплекса. По состоянию на 2013 г. концентрация нитратов здесь находилась на уровне 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, содержание хлоридов изменялось от 1,6 до 3,5 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатов – от 2,8 до 4,9 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает уровень естественного геохимического фона. Вместе с тем, сравнительно глубокое залегание данного комплекса и, как следствие, более низкая его гидрогеологическая промытость обуславливают повышенные содержания бора и бария. Так, максимальное содержание бора в подземных водах этого терригенного комплекса достигло 1,4 мг/дм<sup>3</sup> при уровне ПДК 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, максимальное содержание бария составило почти 0,5 мг/дм<sup>3</sup> при уровне ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Однако повышенные концентрации бора и бария в водах валдайского терригенного комплекса обусловлены исключительно природными факторами: составом водовмещающих пород и гидрогеологическими особенностями залегания.

Оценивая современное геоэкологическое состояние подземных вод на водозаборе «Новинки», можно утверждать, что интенсивное антропогенное воздействие, выражающееся в совместном проявлении коммунально-бытового и сельскохозяйственного загрязнения, отмечается здесь в относительно неглубокозалегающем водоносном днепровском-сожском водно-ледниковом комплексе и полностью отсутствует в валдайском терригенном комплексе.

#### Литература

Васнёва, О.В. Оценка влияния источников загрязнения на химический состав и качество подземных вод Минской городской агломерации: дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.01.07. – Минск, 2014. – 333 с.