

**Р.Ф. АБДРАХМАНОВ\*\***, **А.В. КОМИССАРОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, Российская Федерация

\*\*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук, г. Уфа, Российская Федерация

**В.Н. ДУРНАЕВА**, **А.О. ПОЛЕВА**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук, г. Уфа, Российская Федерация

### **МОНИТОРИНГ ГРУНТОВЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БЕЛОЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

*Задача исследования – использование мониторинговых наблюдений за режимом грунтовых вод для локального водоснабжения в пригородной зоне крупного промышленного центра – города Уфы. Наблюдения проводились в центральной части Прибельской равнины, в пределах левобережья нижнего течения р. Уза на абсолютных отметках 195-200 м и на правом берегу р. Сикияз на абсолютных отметках 173-175 м. Дан анализ изменения уровня и химического состава пригодных для питьевого водоснабжения пресных подземных вод. Подведены итоги многолетних гидрогеологических наблюдений за уровнем и химическим составом грунтовых вод неоген-четвертичных отложений. В период наблюдений с 2003 по 2017 г. средний уровень грунтовых вод режимной скважины 1 составлял  $6,77 \pm 1,29$  м, режимной скважины 2 (период наблюдений 2001-2017 г.г.) –  $8,19 \pm 1,61$  м. Результаты исследований свидетельствуют об общем снижении уровня грунтовых вод. Химический состав грунтовых вод характеризуется гидрокарбонатным кальциевым и магниевым-кальциевым составом. За период наблюдений было отмечено повышение pH от 7,19-7,60 до 8,14-8,44, увеличение минерализации до 0,68-0,77 г/л. Жесткость воды составляет 5,0-6,3 ммоль/л, что не превышает норму (7,0 ммоль/л). Концентрация  $\text{NO}_3^-$  в режимной скважине 1 в результате применения органоминеральных удобрений в 2016 г. достигла критического для питьевых вод содержания (41,2 мг/л). Повышенное количество осадков в 2017 г. снизило содержание нитратов в воде до 33,8 мг/л.*

*Пресные подземные воды, уровень грунтовых вод, химический состав грунтовых вод, геоинформационные системы*

**Введение.** Локальное водоснабжение качественной питьевой водой развивающихся коттеджных поселков, садоводческих товариществ, а также небольших населенных пунктов, расположенных в окрестностях г. Уфы, становится серьезной проблемой. Возникновение данной проблемы связано не с нехваткой водных ресурсов в регионе, а в основном из-за отсутствия пресных подземных вод, которые являются пригодными для питьевого водоснабжения. Она определяется геолого-гидрогеологическими условиями района г. Уфы (рис. 1) и антропогенным влиянием на состояние водных ресурсов, особенно грунтовых вод, основных источников

водоснабжения малых хозяйственных объектов [1]. В статье отражены многолетние гидрогеологические наблюдения авторов за химическим составом и уровнем грунтовых вод неоген-четвертичных отложений. Исследования проведены авторами на участке садового кооператива «Весна» (Уфимский район, в 20 км западнее г. Уфа) и на территории водно-балансовой станции (ВБС) Управления «Башмелиоводхоз» (18 км северо-западнее г. Уфа) (рис. 2). ВБС – научно-исследовательская база кафедры природообустройства Башкирского государственного аграрного университета и лаборатории почвоведения Уфимского института биологии УФИЦ РАН.

Назначение водно-балансовой станции – комплексные климатические, гидрологические, почвенно-экологические и гидромелиоративные исследования, целью которых является разработка эффективных систем землепользования в зонах распространения черноземов на территории РБ. В условиях водно-балансовой станции проводятся системные наблюдения за температурным режимом, влажностью воздуха и почвы, количеством осадков, испарением влаги из почвы и с водной поверхности, уровнем и химическим составом грунтовых вод.

Анализы были выполнены на базе аккредитованных аналитических лабораторий ОАО ПИИ «Башгипроводхоз» и Уфимского Управления по эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем ФГБУ Управление Башмелиоводхоз.

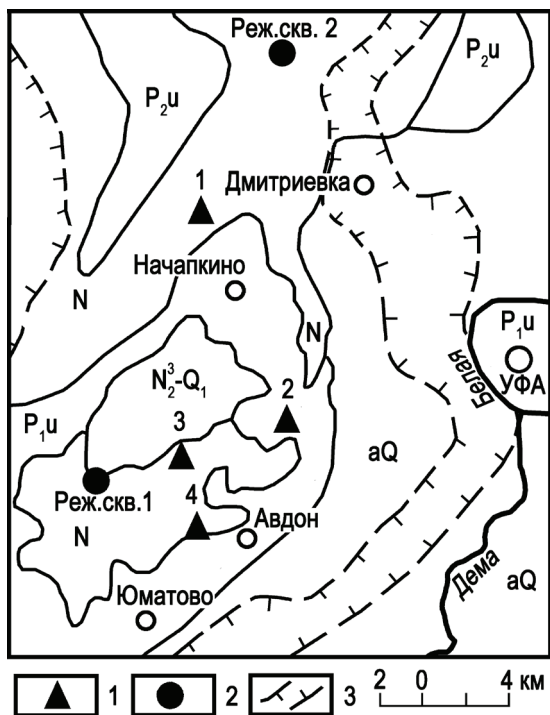


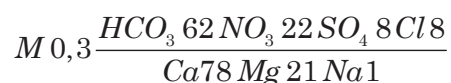
Рис. 1. Гидрогеологическая схема левобережья р. Белой в районе г. Уфы:  
1 – родник, 2 – скважина,  
3 – контуры палеодолины

**Геолого-гидрогеологические условия.** Наблюдения проводятся в центральной части Прибельской равнины в пределах левобережья нижнего течения р. Уза (реж. скв. 1, «Весна») на абсолютных отметках 195-200 м и на правом берегу р. Сикияз (реж. скв. 2, ВВС) на абсолютных отметках 173-175 м. Район исследований сложен карбонатными и сульфатно-терригенными породами уфимского яруса пермской системы (P<sub>1u</sub>):

песчаники, известняки и глины, которые часто являются загипсованными. На данных отложениях в пределах этой территории с глубоким размывом залегают неогеновые (N) отложения (глины, суглинки с прослоями песков и гравия), мощностью от первых до 40-60 м, в палеодолине р. Белой она достигает 80-100 м. Отложения общего сырта встречаются на междуречьях указанных малых рек (N<sup>3</sup>-Q<sub>1</sub>) – суглинки с прослоями песка, мощностью 10-15 м. Долины рек Белой и Демы слагаются четвертичными аллювиальными образованиями (aQ). Сверху они представлены глинами и суглинками (8-10 м), подстилаются гравийно-галечными осадками мощностью до 30-35 м [2].

Уфимские отложения характеризуются пестрой обводненностью. Песчаники и известняки наиболее водообильны. Дебиты родников в диапазоне 0,2-1,5 л/с, редко до 5-10 л/с. В зоне активного водообмена, выше уровня рек эти отложения обычно содержат пресные гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды с минерализацией (M) 0,4-0,6 г/л (рис. 1, родник 2, 4), жесткостью (содержание солей кальция и магния) 6-9 ммоль/л, pH 8,2-8,3, в целом хорошего питьевого качества [4]. Ниже уровня речных долин отсутствуют пресные воды в связи с загипсованностью пород (зона затрудненного водообмена). Минерализация достигает 2,5-3 г/л, а жесткость составляет 20-30 ммоль на литр (ПДК питьевых вод 7 ммоль/л).

Малой водообильностью в этом районе характеризуются неогеновые и четвертичные песчано-глинистые отложения: дебиты родников обычно 0,1-1,0 л/с, чаще 0,4-0,6 л/с. При максимальном понижении уровня (5-10 м) скважины имеют дебиты до 2-5 л/с (при вскрытии песчаных прослоев). В целом вода в них имеет хорошие химические показатели: состав гидрокарбонатный, иногда нитратно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый (рис. 1, родник 1), кальциево-магниевый, минерализация – 0,3-0,4 г/л. За пределами населенных пунктов (рис. 1, родник 3) отмечаются благоприятные значения у показателя загрязненности воды – наличие нитрат-ионов: содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> менее 2-3 мг/л (ПДК 45 мг/л). В пределах освоенных территорий (участки утилизации с.-х. стоков и др.) содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> достигает 15-50 мг/л (рис. 1, родник 1) и более. Химический состав родника 1 характеризует следующая формула:



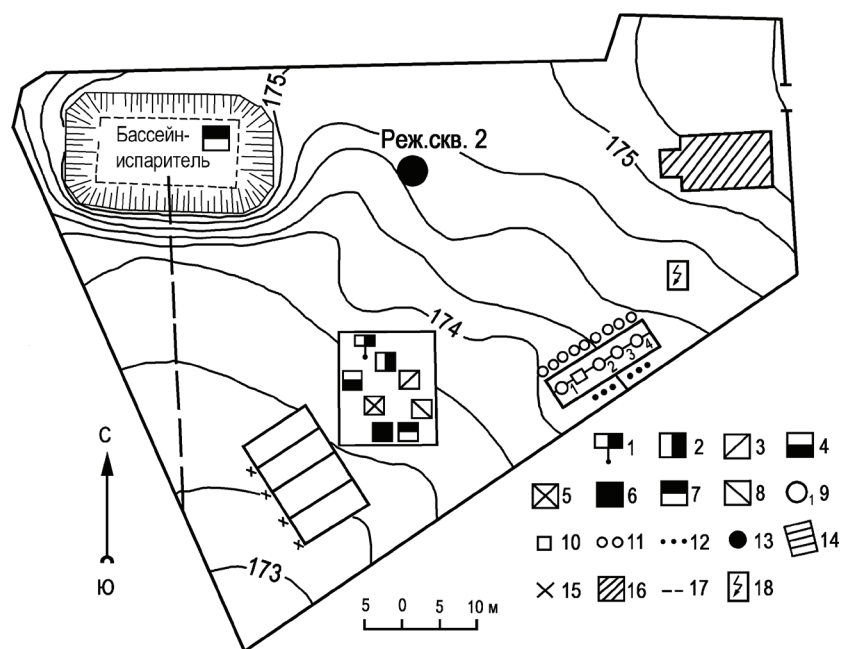


Рис. 2. План водно-балансовой станции [3]:

- Метеорологическая площадка:** 1 – ветромер; 2 – будка Селянинова; 3 – pluвиограф, 4 – осадкомер Третьякова; 5 – метеобудка с самописцами температуры и давления; 6 – дождемер ГГИ-3000; 7 – испаритель ГГИ-3000; 8 – гололедный станок.
- Лизиметрическая площадка:** 9 – лизиметр; 10 – весы; 11 – почвенные испарители ГГИ-500; 12 – тензиометры; 13 – режимная скважина; 14 – стоковая площадка; 15 – труба для сброса воды со стоковой площадки; 16 – лаборатория; 17 – труба для сброса воды из бассейна-испарителя; 18 – трансформаторная подстанция

**Объекты исследований.** Режимная скважина (РС) 1 имеет открытое дно, глубину 10 м, оборудована дырчатым фильтром в интервале 5-10 м. Диаметр бурения 0,8 м, отсажена специальной пластиковой трубой 300 мм. Затрубное пространство заполнено песчано-гравийной смесью до глубины 5,0 м, выше утрамбовано глиной. Сверху располагается защитная крышка. Подача воды осуществляется с глубины 5-9,5 м электропогружным насосом (дебит 0,5 л/с), что обеспечивает стабильное поступление воды.

РС 2 имеет глубину 15 метров, диаметр 0,3 м, осуществлена обсадка полиэтиленовой трубой диаметром 160 мм, нижний конец которой заглушен. В интервале 7-13 м устроен дырчатый фильтр. Осуществлено заполнение затрубного пространства в интервале 3-15 м. Устьевая часть скважины затампонирована глиной и забетонирована, что позволяет предотвратить затекание поверхностных вод.

**Изменения уровня подземных вод.**

В ходе многолетних наблюдений за колебанием уровня подземных вод на участке «Весна» с 2003 (136 измерений) и водно-балансовой станции с 2001 г. (609 измерений) были отмечены значительные колебания уровня, как в течение года, так и в ходе многолетних

ежегодных измерений (рис. 3). В течение года на режимной скважине 1 наблюдаются колебания уровня от 0,84 (9,09-8,25 м) в 2012 г. до 3,27 м (7,60-4,33 м) в 2007 г., при этом экстремально низкие уровни наблюдались в 2012 (9,09 м) – 2013 (9,45 м) годах, а высокие в 2003 (4,14 м), 2007 (4,33 м) годах. В многолетнем плане средний уровень грунтовых вод составляет  $6,77 \pm 1,29$  м, наблюдается его общее снижение (рис. 3, линия 1). Линия тренда, которая описывается на графике уравнением  $y = 0,0003x - 7$ , наглядно показывает неуклонное снижение уровня грунтовых вод за период наблюдений.

Самый высокий уровень (2,97 м) на ВБС за последние 16 лет наблюдений был отмечен в 2001 г., минимальный (10,32 м) – в 2016 г, его среднее значение составляет  $8,19 \pm 1,61$  м. Максимальные колебания уровня грунтовых вод были выявлены в 2001-2007 гг. (1,43-2,59 м). В период с 2008 по 2015 гг. интенсивность колебаний меньше (0,25-0,99 м), а в 2016 г. наблюдается резкое возрастание уровня на 1,2 м. На обеих скважинах прослеживается тенденция к уменьшению уровня грунтовых вод, но линия тренда для режимной скважины 2, описываемая уравнением  $y = 0,0008x - 24,229$  здесь имеет более активное понижение.

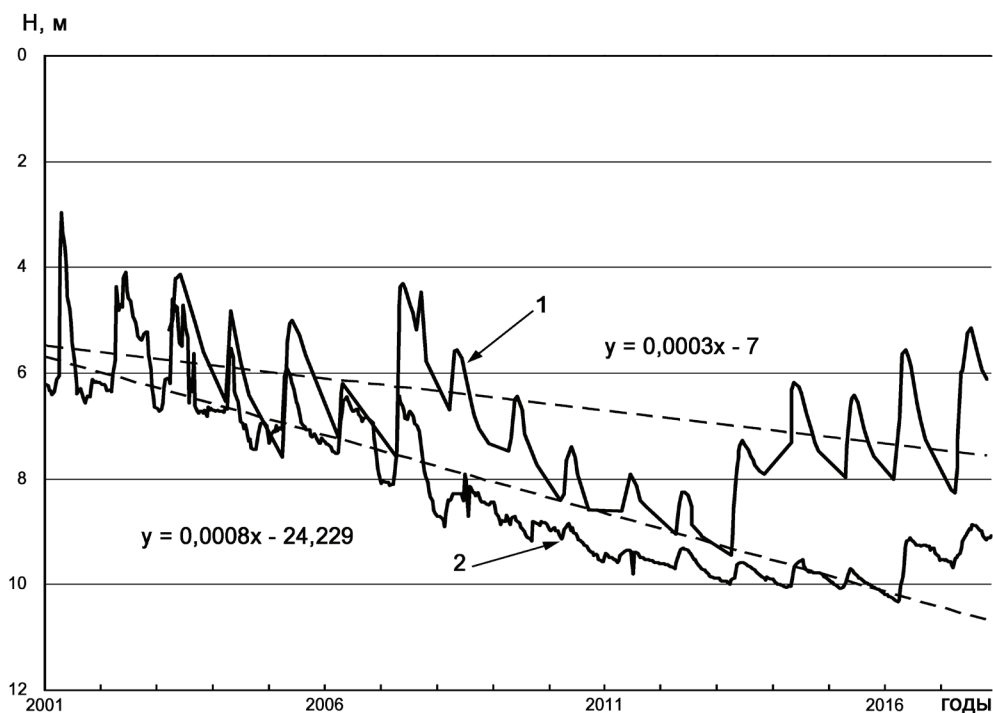


Рис. 3. График изменения уровня грунтовых вод:  
1 – режимная скважина 1, 2 – режимная скважина 2

Наблюдения показывают тесную корреляцию колебаний уровня грунтовых вод с количеством выпадающих атмосферных осадков. В меженно-летние периоды тенденция выражена особенно четко по причине резкого уменьшения количества осадков (до засухи 2010-2012 гг.). По данным измерений на ВБС, за январь-октябрь 2017 года на ВБС выпало 667 мм осадков, в том числе в июне 173 мм – 3 месячных нормы. Это несколько повысило уровень грунтовых вод в обеих режимных скважинах, однако общей тенденции процесса снижения уровня не изменило.

**Химический состав грунтовых вод** неоген-четвертичных образований на участках развития палеодолин рек Белой и Демы (рис. 1) характеризуется гидрокарбонатным кальциевым и магниевым-кальциевым составом (табл.). Некоторое изменение химического состава зафиксировано в анализах 2016 г., воды стали гидрокарбонатными натриево-кальциевыми из-за увеличения содержания иона натрия в катионном составе. Тип воды по [5] изменился со второго на первый в связи с повышением рН от 7,19-7,60 до 8,14-8,44, величина минерализации возросла до 0,68-0,77 г/л. Жесткость воды составляет 5,0-6,3 ммоль/л, что не превышает норму (7,0 ммоль/л). В последние годы в режимной скважине 1 в результате применения

органоминеральных удобрений возросла концентрация  $\text{NO}_3^-$  (рис. 4), так в 2016 г. она достигла критического для питьевых вод уровня 41,2 мг/л (табл.). Повышенное количество осадков в 2017 г. снизило содержание нитратов в воде до 33,8 мг/л.

В этот же период (2016 г.) на участке, не подверженном хозяйственной деятельности (реж. скв. 2), содержание нитрат-иона наблюдалось на фоновом уровне (1-2 мг/л), а в 2017 г. увеличилось до 14,2 мг/л.

Таким образом, сельскохозяйственная деятельность на участках развития грунтовых вод, где в основном расположены садовые участки, приводит к значительному изменению химического состава подземных вод и понижению их уровня.

На ВБС собраны данные многолетнего мониторинга за состоянием подземных вод, однако, пока еще эти данные не используются ни в одной геоинформационной системе. Между тем, использование ГИС для комплексного анализа и обработки данных о состоянии пресных подземных вод, пригодных для питьевого водоснабжения, позволит прогнозировать режим и качество грунтовых вод для локального водоснабжения пригородных территорий. Применение ГИС даст возможность проводить многофакторный анализ воздействия на грунтовые воды, что позволит повысить точность долгосрочных прогнозов.

Таблица

**Химический состав грунтовых вод неоген-четвертичных отложений**

Дата отбора	M, г/л	Ионы, мг/л, ммоль/л, %-моль								Жесткость, ммоль/л	pH	Индекс состава воды
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>			
Режимная скважина 1												
18.07.2004	0,51	317,2 5,20 77,6	33,7 0,70 10,5	20,8 0,59 8,8	13,3 0,21 3,1	72,0 3,59 53,6	24,3 2,00 29,9	25,5 1,11 16,6	0,16	5,60	7,60	$C_{II}^{MgCa}$
26.08.2008	0,52	317,2 5,20 76,1	33,3 0,69 10,1	28,1 0,79 11,6	9,1 0,15 2,2	100,0 4,99 73,1	8,5 0,70 10,3	26,2 1,14 16,7	0,02	5,70	7,39	$C_{II}^{Ca}$
08.11.2010	–	–	–	–	21,7	–	–	–	–	–	–	
24.04.2011	0,58	378,2 6,20 83,9	14,4 0,30 4,1	21,3 0,60 8,1	18,0 0,29 3,9	104,2 5,20 70,4	12,2 1,00 13,5	27,4 1,19 16,1	–	6,2	8,32	$C_{II}^{Ca}$
12.05.2013	0,54	341,6 5,60 80,1	32,5 0,68 9,7	11,4 0,32 4,6	24,2 0,39 5,6	96,0 4,79 68,5	18,2 1,50 21,5	16,1 0,70 10,0	0,06	6,3	7,19	$C_{II}^{MgCa}$
25.09.2016	0,68	414,2 6,79 78,1	28,8 0,60 6,9	22,7 0,64 7,4	41,2 0,66 7,6	76,1 3,80 43,7	14,6 1,20 13,8	84,9 3,69 42,5	–	5,0	8,44	$C_I^{NaCa}$
Режимная скважина 2												
16.11.2016	0,77	438,0 7,18 70,3	96,0 2,00 19,6	35,5 1,00 9,8	2,2 0,04 0,4	102,2 5,10 49,9	21,9 1,80 17,6	76,4 3,32 32,5	–	6,9	8,14	$C_I^{NaCa}$
01.12.2017	0,72	365,6 5,99 60,5	115,2 2,40 24,2	45,4 1,28 13	14,2 0,23 2,3	76,1 3,80 38,4	37,7 3,10 31,3	69,0 3,00 30,3	–	6,9	7,97	$C_{II}^{MgCa}$
ПДК	1,0	–	500	350	45	–	–	200	0,3	7,0	6,0-9,0	

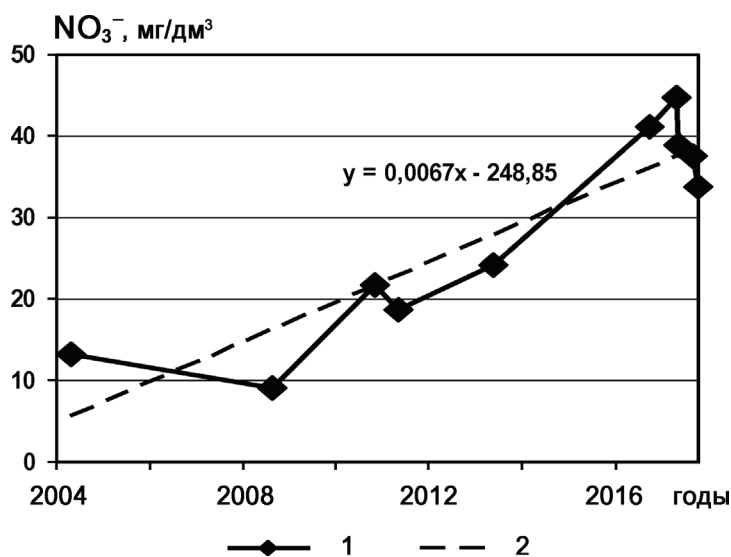


Рис. 4. Изменение содержания иона NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(PC1)

**Выводы**

Проведение режимных наблюдений за уровнем подземных вод неоген-четвертичных отложений демонстрируют тесную взаимосвязь между количеством атмосферных осадков и уровнем грунтовых вод.

Грунтовые воды имеют слабую защищенность от загрязнений сверху. Многолетние наблюдения авторов за химическим составом воды на рассмотренных участках показывают значительное увеличение содержания NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (нитрат-иона) в воде. На садовых участках с активным

применением органоминеральных удобрений, в том числе птичьего органического вещества, приводит к значительному поступлению в воду биогенных элементов, в частности соединений азота ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}^+$ ).

#### Библиографический список

1. Гидрогеология СССР. Т. 15. / Под. ред. Б.А. Зубровой. – М.: Недра, 1972. – 344 с.
2. **Абдрахманов Р.Ф.** Гидрогеоэкология Башкортостана. – Уфа: Информреклама, 2005. – 344 с.
3. **Абдрахманов Р.Ф., Батанов Б.Н., Комиссаров А.В.** и др. Водно-балансовая станция. – Уфа: БГАУ, 2002. – 81 с.
4. **Абдрахманов Р.Ф.** Пресные подземные и минеральные лечебные воды Башкортостана. – Уфа: Гилем, 2014. – 416 с.
5. **Алекин О.А.** Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.

Материал поступил в редакцию 29.10.2018 г.

#### Сведения об авторах

**Абдрахманов Рафил Фазылович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры природообустройства, строительства и гидравлики, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, главный научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ИГ УНЦ РАН, 450077, Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, +7(905)1817805, e-mail: hydro@ufaras.ru

**Комиссаров Александр Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кадастра и недвижимости, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ; 450077, Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, e-mail: alek-komissaro@yandex.ru

**Дурнаева Вера Николаевна**, младший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ИГ УНЦ РАН, e-mail: hydro@ufaras.ru

**Полева Александра Олеговна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ИГ УНЦ РАН, e-mail: hydro@ufaras.ru

**R.F. ABDRAKHMANOV, A.V. COMISSAROV**

Federal state budgetary educational institution of higher education «Bashkir state agrarian university», Ufa, Russian Federation

**V.N. DURNAEVA, A.O. POLEVA**

Federal state budgetary scientific institution Institute of geology of Ufa research center of the Russian academy of sciences, Ufa, Russian Federation

## MONITORING OF GROUNDWATER IN THE BASIN OF THE MIDDLE COURSE OF THE RIVER BELAYA USED FOR LOCAL WATER SUPPLY

*The objective of the study is our own long-term monitoring observations of the groundwater regime used for local water supply in the suburban zone of a large industrial center in Ufa. Observations were fulfilled in the central part of the Pribeljskaya plain within the left bank area of the downstream r. Uza on the absolute marks 173-175 m. There is given an analysis of the changes in the level and chemical composition of fresh sub-terrestrial water suitable for drinking water supply, long-term hydro-geological observations of the level and chemical composition of ground waters of Neogene-Quaternary sediments. During the observation period from 2003 to 2017 the average groundwater level of the regime well 1 was  $6.77 \pm 1.29$  m, regime well 2 (observation period 2001-2017)  $8.19 \pm 1.61$  m. The results of the studies indicate to the general lowering of the groundwater level. The chemical composition of groundwater is characterized by hydro carbonate calcium and magnesium-calcium composition. During the observation period pH increased from 7.19-7.60 to 8.14-8.44, mineralization increased to 0.68-0.77 g/l. Water hardness is 5.0-6.3 mmol/l which does not exceed the norm (7.0 mmol/l). Concentration of  $\text{NO}_3^-$  in the regime well 1 as a result of the application of organo-mineral fertilizers in 2016 reached a critical content for drinking water (41.2 mg/l). The increased amount of precipitation in 2017 reduced the content of nitrates in water to 33.8 mg/l.*

*Fresh groundwater, groundwater level, chemical composition of groundwater, geographic information system.*

#### References

1. Hidrogeologiya SSSR. T. 15. / Pod red. B.A. Zubrovj. – M.: Nedra, 1972. – 344 s.
2. **Abdrahmanov R.F.** Hidrogeocologiya Bashkortostana. – Ufa: Informreklama, 2005. – 344 s.

3. **Abdrahmanov R.F., Batanov B.N., Komissarov A.V.** i dr. Vodno- balansovaya stantsiya. – Ufa: BGAU, 2002. – 81 s.

4. **Abdrahmanov R.F.** Presnye podzemnye i mineralnye lechebnye vody Bashkortostana. – Ufa: Gilem, 2014. – 416 s.

5. **Alekin O.A.** Osnovy gidrohimii. – L.: Gidrometeoizdat, 1970. – 442 s.

The material was received at the editorial office  
29.06.2018

#### Information about the authors

**Abdrahmanov Rafil Fazylovich**, doctor of geological-mineralogical sciences, professor of the chair of environmental engineering, construction and hydraulics, FSBEI HE

Bashkir SAU, chief researcher of the laboratory of hydrogeology and geo ecology IG UNTS RAN, 450077, Ufa, ul. K. Marksa, 16/2, +7(905)1817805, e-mail: hydro@ufaras.ru

**Komissarov Alexandr Vladimirovich**, doctor of agricultural sciences, professor of the chair of cadastre and real estate, FSBEI HE Bashkir SAU, 450077, Ufa, ul. K. Marksa, 16/2, e-mail: alek-komissaro@yandex.ru

**Durnaeva Vera Nikolaevna**, junior researcher of the laboratory of hydrogeology and geo ecology IG UNTS RAN, e-mail: hydro@ufaras.ru

**Poleva Alexandra Olegovna**, candidate of biological sciences, senior chief researcher of the laboratory of hydrogeology and geo ecology IG UNTS RAN, e-mail: hydro@ufaras.ru

УДК 502/504:556:626.8

DOI 10.26897/1997-6011/2018-5-13-21

#### Н.П. КАРПЕНКО

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва

#### Ж.С. МУСТАФАЕВ, А.Т. КОЗЫКЕЕВА, К.Ж. МУСТАФАЕВ

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НИЗОВЬЯ РЕКИ СЫРДАРЬИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЦЫ ЦЕЛЕВЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*В работе в рамках реализации системного подхода была разработана и формализована матрица целевых показателей качества воды и проведена оптимизация набора отдельных показателей в водных объектах. На основании многолетних наблюдений с использованием матрицы целевых гидрохимических, гидробиологических и интегральных показателей проведена оценка геоэкологического состояния водных объектов нижнего течения реки Сырдарьи для выявления факторов, негативно влияющих на экологическое состояние. Оценка состояния проводилась по таким целевым показателям, как биохимическое потребление кислорода, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, хлориды, сульфаты, медь, цинк, натрий и нефтепродукты. По интегральным показателям выполнялась комплексная оценка качества воды, которая позволила определить интенсивность и направленность трансформации загрязняющих веществ в условиях антропогенной деятельности. Геоэкологическая оценка качества воды и экологическое состояние водных объектов в низовьях реки Сырдарьи проводилась с использованием коэффициента предельной загрязненности и индекса Шеннона, анализ которых позволил оценить интенсивность и характер загрязнения водных объектов в пространственно-временном масштабе и получить модель зависимости коэффициента предельной загрязненности и индекса Шеннона с различной обеспеченностью. Применение матрицы показателей целевых показателей и оценка геоэкологической ситуации рассматриваемых водных объектов явилось обоснованием для разработки природоохранных мероприятий и решений по управлению водными ресурсами и качеством воды в водных объектах низовий Сырдарьи в условиях высоких антропогенных нагрузок.*

*Геоэкологическая оценка, водные объекты, загрязняющие вещества, экологическое состояние, целевые показатели, интегральные показатели, антропогенная нагрузка*