

УДК 504.064

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-2-15-29

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО ЭКОМОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ТЮМЕНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Малюгин Д. В., Петров Ю. В.

*Тюменский государственный университет
625002, г. Тюмень, ул. Семакова, д. 10, Российская Федерация*

Аннотация

Цель. Выявить вероятностные источники загрязнения подземных вод в Тюменской агломерации на основе анализа данных многолетнего экологического мониторинга.

Процедура и методы. В работе представлены результаты авторского анализа многолетних данных по загрязнителям подземных вод в Тюменской агломерации (городской округ и близлежащие населённые пункты, которые рассматриваются в качестве спутников областного центра). Информационной базой для исследования послужила геоинформационная система оверлейных данных как результат сбора, обработки и систематизации данных за 12-летний период полевых изыскательских работ организации ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг». Материалы были предоставлены в рамках выполнения частного научного задания на обработку многолетнего массива данных и создание современного пространственного геоинформационного представления результатов выполненных корпоративных работ. В качестве исследуемых загрязнителей были выделены антропогенные маркеры – свинец и нефтепродукты. Методы исследования: геоинформационный, картографический, статистический, сравнительный. Выбрана холистическая методология ландшафтно-экологической информационной системы.

Результаты. Дана характеристика мест отбора проб и пространственно-временные изменения распределения загрязнителей. Представлены вероятностные причины превышений предельно допустимых концентраций. Выявлены возможные источники негативного воздействия на подземные воды тюменской агломерации.

Теоретическая и/или практическая значимость. Работа представляет интерес для исследователей в области загрязнения подземных вод в современных сибирских агломерациях, органов государственной исполнительной власти, органов местного самоуправления, подведомственных учреждений, специализирующихся на принятии управленческих решений по организации водопользования. Открывается возможность для формирования принятия управленческих решений на основании оценок долгосрочных наблюдений.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ПДК, поллютанты, свинец, нефтепродукты

RESULTS OF LONG-TERM GROUNDWATER ECO-MONITORING IN THE TYUMEN AGGLOMERATION

D. Malyugin, Y. Petrov

Tyumen State University

ul. Semakova 10, 625002 Tyumen, Russian Federation

Abstract

Aim. The purpose is to identify probabilistic sources of groundwater pollution in the Tyumen agglomeration on the basis of the presented data.

Methodology. The paper presents the results of the author's analysis of long-term data on groundwater pollutants in the Tyumen agglomeration. The information basis for the study is the geographic information system of overlay data, as a result of the collection, processing and systematization of data for a 12-year period of field research of "Tyumengeomonitoring". Anthropogenic markers – lead and petroleum products – are identified as the studied pollutants. Research relies on geoinformation, cartographic, statistical, and comparative methods. Use is made of holistic methodology of the landscape-ecological information system.

Results. The sampling sites and the spatio-temporal changes in the distribution of pollutants are described. The probabilistic reasons for exceeding the maximum permissible concentrations are presented. The sources of a negative impact on the underground waters of the Tyumen agglomeration are identified.

Research implications. The work is of interest for researchers of groundwater pollution in modern Siberian agglomerations.

Keywords: environmental monitoring, MPC, pollutants, lead, petroleum products

Введение

Становление Тюмени в качестве плацдарма [5, с. 258] по освоению углеводородных ресурсов севера Западной Сибири привело к стремительному росту численности города (с переписи 2010 г. население города увеличилось на 35%). С 1970-х гг. региональный центр постоянно увеличивается как с помощью масштабного поглощения близлежащих населённых пунктов [16, с. 90], так и посредством осушения Тарманского болотного массива [10, с. 89]. По мере увеличения маргиналь-

ности пригородного обслуживания, роста экономической, экологической и IoT-привлекательности [6, с. 122; 8, с. 1204] близлежащих поселений проявились черты современной агломерации [2, с. 172; 4, с. 46] моноцентрического типа [1, с. 70; 12, с. 263; 13]. Прогнозируемый переход города в статус миллионника в среднесрочной перспективе усиливает урбанизационные процессы [9, с. 126; 21, р. 30], а вместе с ними и антропогенный пресс на окружающую среду. И одной из существующих угроз сбалансированного развития крупнейшего города является ухудшение состояния подземных питьевых вод. И здесь Тюмень не является уникальной – «проблема качества под-

¹ Как изменилась страна тысячи городов покажет цифровая перепись // Росстат [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/66648> (дата обращения: 21.03.2021).

земных вод в крупных городах занимает одно из ведущих мест в общей системе экологических проблем» [11, с. 107; 20].

Значительные запасы подземных питьевых вод [7, с. 31; 17, с. 10; 19, с. 14] привели как к активному распространению данного источника водоснабжения в регионе, так и к привлечению сопутствующих предпринимательских производств. Это же сегодня выступает и одним из рисков для устойчивого развития тюменской агломерации: сформировавшееся за полвека водопользование осуществлялось на принципах поиска максимальной и оперативной экономической отдачи, с арьергардным положением охраны недр. Значительный вклад в антропогенный пресс на бассейны подземных вод оказал и частный селитебный сектор. В условиях высокого природного фонового содержания в природных водах соединений железа [15, с. 51] пригородные садовые некоммерческие товарищества стихийно перешли на бурение и перебуривание скважин, что обострило угрозы локального, площадного и полномасштабного регионального загрязнения.

Для страхования экологических рисков масштабной деградации особой природной среды целесообразно провести анализ многолетних результатов оценки содержания загрязнителей в отобранных пробах подземных вод, на основе которого возможна разработка превентивных мероприятий. Последние могут быть внедрены с позиций агломерационного управления, стратегического прогнозирования развития города-миллионника и обслуживающего его окружения.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1) систематизированы многолетние данные (за 12 лет) по содержанию элементов в отобранных пробах;

2) выявлены пространственно-временные изменения распространения анализируемых поллютантов в тюменской агломерации;

3) даны ретроспективные оценки изменения химического состава подземных вод в определённых геолокациях.

Информационная база исследования

Территория исследования – тюменская агломерация, включающая 3 аграрно-индустриальных спутника – рабочих посёлка на юго-восточном направлении [18, с. 89], аэропорт и спальный пригород д. Решетникова на северо-западном направлении (рис. 1).

Материалами исследования явились результаты количественного химического анализа проб в 7 скважинах подземных вод за период отбора 2008–2019 гг.¹ Привлечённые материалы: данные дистанционного зондирования Земли в публичном доступе, государственные информационные системы «Публичная кадастровая карта», «Сервисы федеральной налоговой службы РФ», «Геопортал Тюменской области», отчётная документация органов государственной исполнительной власти РФ и Тюменской области, органов местного самоуправления. Программное обеспечение: картографическое программное обеспечение «ArcGIS» компании «Esry», сеть Центров нормативной и технической

¹ Результаты отбора проб были предоставлены ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг» в рамках частного задания на развитие, верификацию и практическое применение корпоративной геоинформационной базы данных.

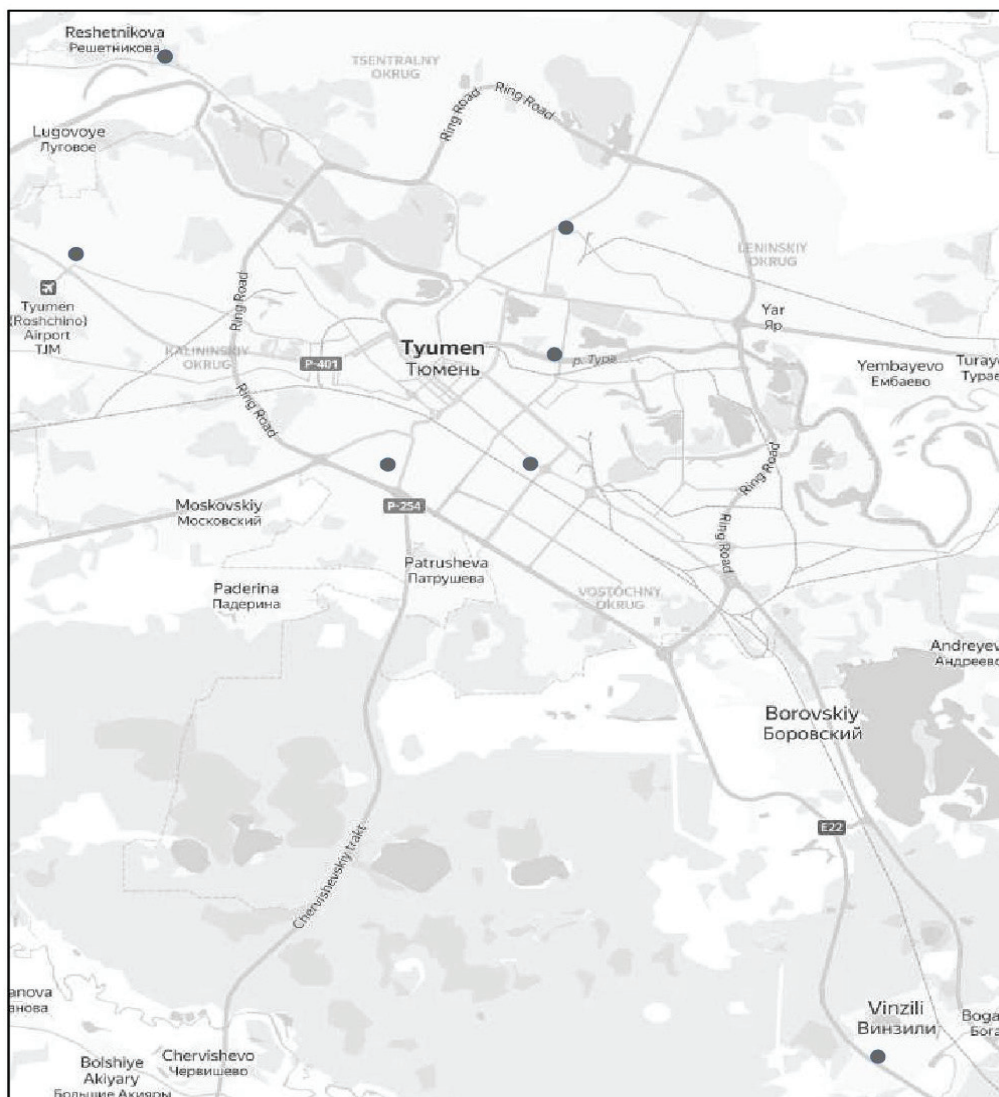


Рис. 1 / Fig. 1. Карта-схема расположения наблюдательных скважин (условные обозначения круглой формы) М. 1:150 000 / Map diagram of the location of observation wells (round legend) М. 1:150 000

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

документации «Техэксперт». Для сопоставления проводимых исследований с международными агломерационными влияниями на состояние подземных вод были учтены зарубежные исследования [22; 25; 26; 29; 30], проведённые, прежде всего, на примерах Европы [23], США [24; 28] и Африки [27].

Полученные результаты и их анализ

Дифференциация поллютантов.

В отобранных пробах нами были выделены железо общее (сумма Fe^{2+} и Fe^{3+}), алюминий, никель, хром, свинец и нефтепродукты. Во всех отобранных пробах воды было обнаружено превышение общего железа (табл. 1).

Таблица 1/ Table 1

Значение общего железа (Fe^{2+} , Fe^{3+}) в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) / Amount of total iron (Fe^{2+} , Fe^{3+}) in the chemical composition of underground waters of Tyumen (mg/dm³)

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 1б, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,3	2008	18	60,00	4,6	15,33	75	250,00	13,69	45,63
	2009	11,12	37,07	5,35	17,83	66,92	223,07	64,81	216,03
	2010	11,71	39,03	9,75	32,50	1,2	4,00	10,51	35,03
	2011	7,8	26,00	3,11	10,37	60,58	201,93	7,23	24,10
	2012	4,4	14,67	4,33	14,43	8,77	29,23	-	-
	2013	8,11	27,03	3,99	13,30	7,11	23,70	8,16	27,20
	2014	11,4	38,00	4,8	16,00	56,9	189,67	9,5	31,67
	2015	11,62	38,73	14,25	47,50	48,5	161,67	8,94	29,80
	2016	12,69	42,30	38,85	129,50	76,54	255,13	7,12	23,73
	2017	0,58	1,93	1,5	5,00	21,7	72,33	1,9	6,33
	2018	2,2	7,33	2,8	9,33	94,1	313,67	10,2	34,00
	2019	20,2	67,33	8,6	28,67	72,4	241,33	10,4	34,67

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Из приведённой таблицы следует, что тенденция в превышении норматива ПДК по железу общему является постоянно. Такое превышение соответствует природному фону [15]. При этом отмечается максимальное превышение в скважине № 3 по ул. Мельникайте в 2008–2019 гг. Вероятностные источники загрязнения: передвижные источники загрязнения воздушного бассейна.

В отобранных пробах (табл. 2) по скважине № 3 превышений ПДК не наблюдалось. По скважинам № 1 и 4 обнаружено одноразовое превышение. В скважине № 2 с 2014 по 2019 г. присутствует регулярное 2-годовое превышение алюминия.

В скважинах № 1 и № 2 (табл. 3) превышения никеля не наблюдалось. По скважинам № 3 и № 4 было разовое превышение никеля в 2010 г. В целом

тенденция в превышении концентрации никеля в химическом составе подземных вод во временном интервале с 2008 по 2019 г. не наблюдалась.

В табл. 4 по скважине № 3 не выявлено превышений хрома. Максимальное трёхкратное превышение ПДК наблюдалось в скважине № 4 по ул. Ветеранов труда и составляло 3 ПДК. В остальных скважинах № 1 и № 2 замечено одноразовое превышение. За последние 7 лет превышений по 6-валентному хрому не выявлено.

Превышение предельной концентрации по свинцу (табл. 5) присутствует везде. В скважине № 4 было зафиксировано самое большое превышение 7,9 ПДК, что примерно в 8 раз больше нормы, установленной СанПиН¹. По

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.2001 №24 «О введении в действие санитарных правил».

Таблица 2 / Table 2

Значение алюминия в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) / Amount of aluminum in the chemical composition of underground water in Tyumen (mg/dm³)

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 16, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,5	2008	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	0,22	-	0,64	1,28	0,16	-	1,14	2,28
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011	0,05	-	0,11	-	0,09	-	0,09	-
	2012	0,35	-	0,48	-	0,24	-	-	-
	2013	0,121	-	0,39	-	0,21	-	0,116	-
	2014	0,56	1,12	1,1	2,2	0,11	-	0,05	-
	2015	0,04	-	0,06	-	0,08	-	0,08	-
	2016	0,065	-	1,72	3,44	0,03	-	0,03	-
	2017	0,18	-	0,5	-	0,027	-	0,02	-
	2018	0,48	-	0,54	1,08	0,087	-	0,015	-
2019	1,2	-	0,39	-	0,203	-	<0,01	-	

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 3 / Table 3

Значение никеля в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) / Amount of nickel in the chemical composition of underground water in Tyumen (mg/dm³)

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 16, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,1	2008	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	0,001	-	0,001	-	0,004	-	0,002	-
	2010	0,021	-	0,087	-	0,119	1,19	0,14	1,4
	2011	0,077	-	-	-	0,021	-	0,007	-
	2012	0,018	-	0,018	-	0,022	-	-	-
	2013	0,019	-	0,012	-	0,019	-	0,096	-
	2014	0,0038	-	0,0093	-	0,0044	-	0,0013	-
	2015	<0,001	-	0,0104	-	0,0037	-	<0,001	-
	2016	0,0077	-	0,03	-	0,035	-	0,0068	-
	2017	0,0041	-	0,0076	-	0,014	-	0,0031	-
	2018	0,003	-	0,016	-	0,0162	-	<0,001	-
2019	0,0125	-	0,022	-	0,0209	-	0,0015	-	

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 4 / Table 4

Значение хрома (Cr6+) в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) / Amount of chromium (Cr6+) in the chemical composition of underground water in Tyumen (mg/dm³)

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 1б, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,05	2008	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	0,003	-	0,004	-	0,02	-	0,02	-
	2010	0,02	-	0,018	-	0,05	-	0,15	3
	2011	0,077	1,54	-	-	0,03	-	0	-
	2012	0,02	-	0,055	1,1	0,0075	-	-	-
	2013	0,024	-	0,048	-	0,0071	-	0,044	-
	2014	0,0013	-	0,0021	-	<0,001	-	<0,001	-
	2015	0,0053	-	0,0206	-	0,0218	-	0,0087	-
	2016	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	2017	<0,001	-	0,0012	-	<0,001	-	<0,001	-
	2018	0,0034	-	<0,001	-	0,0029	-	<0,001	-
2019	0,0019	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 5 / Table 5

Значение свинца (Pb) в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) / Amount of lead (Pb) in the chemical composition of underground water in Tyumen (mg/dm³)

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 1б, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,03	2008	0,013	-	0,015	-	0,014	-	0,006	-
	2009	0,006	-	0,005	-	0,015	-	0,009	-
	2010	0,017	-	0,054	1,8	0,077	2,57	0,237	7,9
	2011	0,044	1,47	0,02	-	0,023	-	0,016	-
	2012	0,014	-	0,09	3	0,07	2,33	-	-
	2013	0,012	-	0,032	1,07	0,063	2,10	0,028	-
	2014	0,0018	-	0,0018	-	0,0046	-	<0,001	-
	2015	<0,001	-	0,0039	-	0,0354	1,18	<0,001	-
	2016	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	2017	0,0002	-	0,0003	-	0,0006	-	<0,0002	-
	2018	<0,001	-	<0,001	-	0,004	-	<0,001	-
2019	0,0041	-	0,0024	-	0,0043	-	<0,001	-	

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 6 / Table 6

**Значение нефтепродуктов в химическом составе подземных вод г. Тюмени (мг/дм³) /
Significance of petroleum products in the chemical composition of underground waters
in Tyumen (mg/dm³)**

ПДК	Год	ул. Ставропольская, 16, скв. №1		ул. 50 лет ВЛКСМ, 104, скв. №2		ул. Мельникайте, скв. №3		ул. Ветеранов труда, скв. №4	
		Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.	Знач.	Превыш.
0,1	2008	0,04	-	0,04	-	-	-	0,2	2
	2009	0	-	0	-	-	-	0	-
	2010	0,04	-	0,2	2	0	-	0,04	-
	2011	0,046	-	0,016	-	0,15	1,5	0,04	-
	2012	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013	0,031	-	-	-	0,031	-	0,031	-
	2014	0,03	-	0,2	2	<0,005	-	0,008	-
	2015	<0,05	-	0,12	1,2	0,08	-	0,17	1,7
	2016	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-
	2017	0,49	4,9	0,21	2,1	0,015	-	0,012	-
	2018	0,034	-	0,68	6,8	0,013	-	0,016	-
2019	0,033	-	0,025	-	0,018	-	0,029	-	

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

скважине № 3 присутствовало периодическое превышение. Вероятными источниками являются выхлопные газы автомобилей и высокотемпературные производственные процессы.

По нефтепродуктам (табл. 6) в четырёх скважинах присутствуют превышения в допустимой концентрации. Самая большая концентрация нефтепродуктов в городе наблюдается в скважине № 3 по ул. 50 лет ВЛКСМ и составляет 6,8 ПДК за 2018 г. По скважинам №№ 1, 4 и 5 были разовые превышения, однако для первой они проявились почти в 5-кратном размере.

В д. Решетникова (табл. 7) были отобраны пробы на железо общее и свинец. Железо общее показывает постоянную динамику превышения уровня железа в подземных водах. Свинец в период 2008–2011 гг. выявляли почти каждый год, но за последние 8 лет не было превышений.

В рабочем посёлке Винзили пробы не отбирались в 2009–2011 г. (табл. 8). Железо общее имеет превышение во всех отобранных пробах. Наличие хрома наблюдалось в 2008 и 2012 гг., но он не превышал предельно допустимую концентрацию. Здесь же было замечено большое содержание нефтепродуктов 30,8 ПДК, что говорит о наличии антропогенного воздействия.

В отобранных пробах скважины № 7 с. Лугового определялись свинец и железо общее (табл. 9). Отбор проб проходил в 2008–2013 гг. Железо общее

Утратило силу с 1 марта 2021 г. на основании постановлений от 28.01.2021 №2 и 28.01.2021 №3. Авторами расчёты были произведены до отмены СанПиН 2.1.4.1074-01. При этом они солидарны с произведённым ужесточением в 2021 г. Главным санитарным врачом требований по нормативам.

Таблица 7 / Table 7

Значение химических элементов в составе подземных вод скважины № 5 д. Решетникова (мг/дм³) / Amount of chemical elements in the composition of underground waters of well No. 5 in the village of Reshetnikovo (mg/dm³)

ПДК	Год	Свинец (Pb)		ПДК	Год	Железо общее	
		Знач.	Превыш.			Знач.	Превыш.
0,03	2008	0,041	1,37	0,3	2008	30,87	102,90
	2009	0,084	2,80		2009	23,47	78,23
	2010	0,012	-		2010	13,2	44,00
	2011	0,043	1,43		2011	28,6	95,33
	2012	0,017	-		2012	0,98	3,27
	2013	0,015	-		2013	1,06	3,53
	2014	0,016	-		2014	24,6	82,00
	2015	0,0107	-		2015	34	113,33
	2016	<0,0002	-		2016	24,23	80,77
	2017	0,0038	-		2017	3	10,00
	2018	<0,001	-		2018	34	113,33
2019	0,0031	-	2019	25,1	83,67		

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 8 / Table 8

Значение химических элементов в составе подземных вод скважины № 6 р. п. Винзили (мг/дм³) / Amount of chemical elements in the composition of underground waters of well No. 6 in the village of Vinzili (mg/dm³)

ПДК	Год	Нефтепродукты		ПДК	Хром		ПДК	Железо общее	
		Знач.	Превыш.		Знач.	Превыш.		Знач.	Превыш.
0,1	2008	0,02	-	0,05	0,067	1,34	0,3	29,4	98
	2009	-	-		-	-		-	-
	2010	-	-		-	-		-	-
	2011	-	-		-	-		-	-
	2012	-	-		0,0016	-		0,47	1,57
	2013	0,068	-		0,0013	-		0,39	1,30
	2014	0,03	-		<0,001	-		17,9	59,67
	2015	3,08	30,8		0,0012	-		17,38	57,93
	2016	<0,05	-		<0,001	-		3,37	11,23
	2017	0,02	-		<0,001	-		18,3	61,00
	2018	0,01	-		<0,001	-		14,5	48,33
2019	0,041	-	<0,001	-	14,2	47,33			

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

Таблица 9 / Table 9

Значение химических элементов в составе подземных вод скважины № 7 с. Луговое (мг/дм³) / Significance of chemical elements in the composition of underground waters of well No. 7 in the village of Lugovoe (mg/dm³)

ПДК	Год	Свинец (Pb)		ПДК	Год	Железо общее	
		Знач.	Превыш.			Знач.	Превыш.
0,03	2008	0,009	-	0,3	2008	0,3	-
	2009	0	-		2009	0,6	2,00
	2010	0,018	-		2010	0,62	2,07
	2011	0,004	-		2011	1,34	4,47
	2012	0,0018	-		2012	0,39	1,30
	2013	0,0051	-		2013	1,29	4,30
	2014	-	-		2014	-	-
	2015	-	-		2015	-	-
	2016	-	-		2016	-	-
	2017	-	-		2017	-	-
	2018	-	-		2018	-	-
	2019	-	-		2019	-	-

Источник: составлено автором по данным ГУПТО ТЦ «Тюменьгеомониторинг».

имело небольшое превышение, превышения свинца не наблюдалось.

Вероятностные источники загрязнения

Таким образом, можно дать анализ многолетним данным в разрезе каждой скважины. Считаем данную дифференциацию целесообразной с позиций адресной привязки выявленных проблем.

Скважина № 1 (ул. Ставропольская) имеет единичные превышения содержания хрома, алюминия, свинца и нефтепродуктов, ежегодные по общему железу. Вероятные источники – жилые здания и станции технического обслуживания автотранспорта.

В скважине № 2 (ул. 50 лет ВЛКСМ, 104) присутствовало постоянное превышение по железу общему и периодичное по алюминию, свинцу и нефтепродуктам. Высокий уровень со-

держания нефтепродуктов может быть обусловлен присутствием в непосредственной близости АЗС.

Скважина №3 (ул. Мельникайте) имеет превышения по общему железу, никелю, свинцу и нефтепродуктам. Вероятные источники – автодороги, АЗС, автосалоны и жилые дома.

По скважине № 4 (ул. Ветеранов труда) имеются превышения по всем рассматриваемым элементам. Вероятные источники: автозаправочная станция, крупная автодорога.

В скважине № 5 (д. Решетникова) можно выделить большое содержание железа общего и превышение свинцом.

В скважине № 6 (р. п. Винзили) присутствует ежегодное превышение по общему железу и разовые превышения по содержанию хрома и свинца. Вероятный источник – близкое расположение промышленных объектов.

Заключение

По результатам проведённого анализа можно констатировать ухудшение состояние подземных вод в тюменской агломерации во времени. Основными факторами загрязнения выступают объекты предпринимательской деятельности, ориентированные на локальные рынки охвата. С точки зрения регулирования и возможностей современного геоинформационного мониторинга могут быть приняты региональные управленческие решения, существенно снижающие геоэкологические риски в контексте современных трендов экологического надзора [14, с. 15]. На наш взгляд, целесообразно внедрить в долгосрочную стратегию развития г. Тюмени прогноз развития питьевого и хозяйственного водоснабжения агломерации с учётом необходимости проведения оценочных мероприятий по химическому составу.

Рациональными также представляются решения по информационному

сопровождению сведений по подземному водопользованию, что вписывается в канву рассматриваемого федерального закона об экологической информации [3, с. 38]. Тут видны 2 направления:

1) локальное геоинформационное оценочное представление на официальных сайтах администрации города и пригородного района сведений по площадным характеристикам локальных территорий;

2) добровольная публикация предприятиями данных о результатах локального экологического мониторинга подземного водоснабжения.

Предлагаемые источники информирования востребованы среди горожан, для которых проживание в пригороде становится залогом комфортного времяпровождения, что особо усилилось во время локдауна и последующего коронавирусного закрытия границ.

Статья поступила в редакцию 06.04.2021

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветлугин Р. А. Модели территориальной организации городских агломераций // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. 2020. № 2. С. 70–72.
2. Воробьёв Н. В. Миграция населения Сибири: постсоветские тенденции // География и природные ресурсы. 2019. № 55 (159) С. 172–177.
3. Восканян Е. Владимир Бурматов: «Эколог – это не профессия, а состояние души» // Эковестник. 2019. № 2. С. 35–41.
4. Ворошилов Н. В. Подходы к оценке развитости агломераций на территории России // Проблемы развития территории. 2019. № 4. С. 40–54.
5. Гаврилова Н. Ю. Роль человеческого фактора в индустриальном освоении севера Западной Сибири // Сибирские строители: события и судьбы. Сургут, 2017. С. 256–263.
6. Гулин К. А., Усков В. С. О роли интернета вещей в условиях перехода к четвёртой промышленной революции // Проблемы развития территории. 2017. № 4. С. 112–131.
7. Елохина С. Н., Киндлер А. А., Кислякова А. А., Сергеева А. С. Состояние и основные проблемы питьевого водоснабжения на базе подземных источников в Уральском федеральном округе // Разведка и охрана недр. 2018. № 11. С. 30–36.
8. Ермакова Ж. А., Корабейников И. Н. Формирование производственных отношений в условиях становления цифровой экономики в Российской Федерации // Экономика региона. 2019. № 4. С. 1199–1211.

9. Заборова Е. Н. Будущее городов в информационно-цифровую эпоху // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2020. № 2. С. 124–133.
10. Иваненко А. С., Иваненко В. Е. Из истории освоения целинных и залежных земель в Тюменской области // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2014. №2. С. 87–92.
11. Карпенко Н. П., Ломакин И. М., Дроздов В. С. Вопросы управления геоэкологическими рисками при оценке качества подземных вод на урбанизированных территориях // Природообустройство. 2019. № 5. С. 106–111.
12. Колодин А. В. Формирование городских агломераций как фактор экономического развития региона // Terra economicus. 2009. № 3-3. С. 262–264.
13. Лаппо Г. М. Урбанизация в России // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 1. С. 6–12.
14. Малюгин Д. В., Петров Ю. В. Государственный экологический надзор: организация и тренды развития (на примере Тюменской области) // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». СПб.: Нацразвитие, 2020. С. 14–16.
15. Перспективы совершенствования технологии экологического мониторинга поверхностных вод Обь-Иртышского бассейна / Д. М. Безматерных, А. В. Пузанов, Т. С. Папина, В. В. Кириллов, И. Д. Рыбкина, О. В. Ловцкая, Я. Э. Кузьяк // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2020. № 2. С. 49–58.
16. Петров Ю. В. Процессы упразднения населённых пунктов на Юге Тюменской области в период 1989–2018 годов // Горные ведомости. 2019. № 1. С. 88–95.
17. Пугач С. Л., Боровский Б. В., Палкин С. В., Язвин А. Л. Ресурсный потенциал питьевых подземных вод Уральского федерального округа // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 6. С. 8–13.
18. Райсих А. Э. Определение границ городских агломераций России: создание модели и результаты // Демографическое обозрение. 2020. № 2. С. 54–96.
19. Шпуров И. В., Файбусович Я. Э., Рыльков В. А. Задачи и перспективы развития минерально-сырьевой базы, основы экономического развития Юга Тюменской области // Наука и ТЭК. 2011. № 1. С. 10–16.
20. Analysis of the content of nitrate and ammonium ions at bioremediation of ground water polluted by oil products / I. V. Trusey, Yu. L. Gurevich, V. P. Ladygin, Yu. P. Lankin, S. V. Fadeev // Chemistry for Sustainable Development, 2017. Vol. 25. № 2. P. 199–205.
21. Kurochkina A. A., Semenova Yu. E., Lukina O. V. Regional economic development and urbanization in Russia // Components of scientific and technological progress. 2020. Vol. 2. P. 30–33.
22. Large scale treatment of total petroleum-hydrocarbon contaminated groundwater using bio augmentation / G. Poi, E. Shahsavari, A. Aburto Medina, P. C. Mok, A. S. Ball // Journal of Environmental Management. 2018. Vol. 214. P. 157–163.
23. Mass balance of emerging contaminants in the water cycle of a highly urbanized and industrialized area of Italy / S. Castiglioni, E. Davoli, F. Riva, M. Palmiotto, P. Camporini, A. Manenti, E. Zuccato // Water Research. 2018. Vol. 131. P. 287–298.
24. Pore scale hydrodynamics in a progressively bio clogged three dimensional porous medium: 3D particle tracking experiments and stochastic transport modeling / M. Cerrel, V. L. Morales, M. Dents, N. Derlon, E. Morgenroth, M. Holzner // Water J. Resources Research. 2018. Vol. 54. P. 83–98.
25. Qiu Z., Kennen J. G., Giri S. Reassessing the relationship between landscape alteration and aquatic ecosystem degradation from a hydrologic ally sensitive area perspective // Science of the total environment. 2019. Vol. 650. P. 2850–2862.

26. Sapen M., Angel Ruiz L. Analysis of land use land cover spatiotemporal metrics and population dynamics for urban growth characterization // *Computers environment and urban systems*. 2019. Vol. 73. P. 27–39.
27. Van der Waal B., Rowntree K. Landscape connectivity in the upper Mzimvubu river catchment: an assessment of anthropogenic influences on sediment connectivity // *Land degradation & development*. 2018. Vol. 29. P. 713–723.
28. Wilson D. C. Potential urban runoff impacts and contaminant distributions in shoreline and reservoir environments of Lake Havasu, southwestern United States // *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 621. P. 95–107.
29. Wyman D. A., Koretsky C. M. Effects of road salt deicers on an urban groundwater – fed kettle lake // *Applied Geochemistry*. 2018. Vol. 89. P. 265–272.
30. Yousefzadeh M., Battiato I. Physics-based hybrid method for multiscale transport in porous media // *Journal of Computational Physics*. 2017. Vol. 344. P. 320–338.

REFERENCES

1. Vetlugin R. A. [Models of the territorial organization of urban agglomerations]. In: *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pravo* [Bulletin of South Ural State University. Series: Law], 2020, no. 2, pp. 70–72.
2. Vorobev N. V. [Migration of the population of Siberia: post-Soviet trends]. In: *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 2019, no. 55 (159), pp. 172–177.
3. Voskanyan E. [Vladimir Burmatov: “An ecologist is not a profession, but a state of mind”]. In: *Ekovestnik* [Ecomessenger], 2019, no. 2, pp. 35–41.
4. Voroshilov N. V. [Approaches to assessing the development of agglomerations in Russia]. In: *Problemy razvitiya territorii* [Development problems of the Territory], 2019, no. 4, pp. 40–54.
5. GavriloVA N. Yu. [The role of the human factor in the industrial development of the north of Western Siberia]. In: *Sibirskie stroiteli: sobytiya i sud'by* [Siberian builders: events and destinies]. Surgut, 2017. P. 256–263.
6. Gulin K. A., Uskov V. S. [On the role of the Internet of things in the transition to the fourth industrial revolution]. In: *Problemy razvitiya territorii* [Development problems of the territory], 2017, no. 4, pp. 112–131.
7. Elokhina S. N., Kindler A. A., Kislyakova A. A., Sergeeva A. S. [State and main problems of drinking water supply based on underground sources in the Ural Federal District]. In: *Razvedka i okhrana nedr* [Exploration and protection of the Earth's interior], 2018, no. 11, pp. 30–36.
8. Ermakova Zh. A., Korabeinikov I. N. [Formation of industrial relations in the context of the formation of the digital economy in the Russian Federation]. In: *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 2019, no. 4, pp. 1199–1211.
9. Zaborova E. N. [The future of cities in the digital age]. In: *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsialno-ekonomicheskie nauki* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences], 2020, no. 2, pp. 124–133.
10. Ivanenko A. S., Ivanenko V. E. [From the history of the development of virgin and fallow lands in the Tyumen region]. In: *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralya* [Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals], 2014, no. 2, pp. 87–92.
11. Karpenko N. P., Lomakin I. M., Drozdov V. S. [Issues of geocological risk management in assessing the quality of groundwater in urbanized areas]. In: *Prirodobustroistvo* [Environmental engineering], 2019, no. 5, pp. 106–111.

12. Kolodin A. V. [Formation of urban agglomerations as a factor in the economic development of the region]. In: *Terra economicus*, 2009, no. 3-3, pp. 262–264.
13. Lappo G. M. [Urbanization in Russia]. In: *Ekologiya urbanizirovannykh territorii* [Ecology of urbanized areas], 2006, no. 1, pp. 6–12.
14. Malyugin D. V., Petrov Yu. V. [State environmental supervision: organization and development trends (on the example of the Tyumen region)]. In: *Sbornik izbrannykh statei po materialam nauchnykh konferentsii GNII "Natsrazvitie"* [Collection of selected papers on the materials of scientific conferences of the State Research Institute "National Development"]. S.Petersburg, Natsrazvitie Publ., 2020. P. 14–16.
15. Bezmaternykh D. M., Puzanov A. V., Papina T. S., Kirillov V. V., Rybkina I. D., Lovtskaya O. V., Kuznyak Ya. E. [Prospects for improving the technology of environmental monitoring of surface waters of the Ob-Irtysh basin]. In: *Izvestiya Altaiskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [News of the Altai branch of the Russian Geographical Society.], 2020, no. 2, pp. 49–58.
16. Petrov Yu. V. [The processes of the abolition of settlements in the South of the Tyumen region in the period 1989–2018]. In: *Gornye vedomosti* [Mining lists], 2019, no. 1, pp. 88–95.
17. Pugach S. L., Borevsky B. V., Palkin S. V., Yazvin A. L. [Resource potential of drinking groundwater in the Ural Federal District]. In: *Mineralnye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral resources of Russia. Economics and management], 2010, no. 6, pp. 8–13.
18. Raisikh A. E. [Determining the boundaries of urban agglomerations in Russia: creating a model and results]. In: *Demograficheskoe obozrenie* [Demographic review], 2020, no. 2, pp. 54–96.
19. Shpurov I. V., Faibusovich Ya. E., Rylkov V. A. [Tasks and prospects for the development of the mineral resource base, the foundations of the economic development of the South of the Tyumen region]. In: *Nauka i TEK* [Science and Fuel and Energy Complex], 2011, no. 1, pp. 10–16.
20. Trusey I. V., Gurevich Yu. L., Ladygin V. P., Lankin Yu. P., Fadeev S. V. Analysis of the content of nitrate and ammonium ions at bioremediation of ground water polluted by oil products / In: *Chemistry for Sustainable Development*, 2017, vol. 25, no. 2, pp. 199–205.
21. Kurochkina A. A., Semenova Yu. E., Lukina O. V. Regional economic development and urbanization in Russia. In: *Components of scientific and technological progress*, 2020, vol. 2, pp. 30–33.
22. Poi G., Shahsavari E., Aburto Medina A., Mok P. C., Ball A. S. Large scale treatment of total petroleum-hydrocarbon contaminated groundwater using bio augmentation. In: *Journal of Environmental Management*, 2018, vol. 214, pp. 157–163.
23. Castiglioni S., Davoli E., Riva F., Palmiotto M., Camporini P., Manenti A., Zuccato E. Mass balance of emerging contaminants in the water cycle of a highly urbanized and industrialized area of Italy. In: *Water Research*, 2018, vol. 131, pp. 287–298.
24. Cerrel M., Morales V. L., Dents M., Derlon N., Morgenroth E., Holzner M. Pore scale hydrodynamics in a progressively bio clogged three dimensional porous medium: 3D particle tracking experiments and stochastic transport modeling. In: *J. Water Resources Research*, 2018, vol. 54, pp. 83–98.
25. Qiu Z., Kennen J. G., Giri S. Reassessing the relationship between landscape alteration and aquatic ecosystem degradation from a hydrologic ally sensitive area perspective. In: *Science of the total environment*, 2019, vol. 650, pp. 2850–2862.
26. Sapen M., Angel Ruiz L. Analysis of land use land cover spatiotemporal metrics and population dynamics for urban growth characterization. In: *Computers environment and urban systems*, 2019, vol. 73, pp. 27–39.

27. Van der Waal B., Rowntree K. Landscape connectivity in the upper Mzimvubu river catchment: an assessment of anthropogenic influences on sediment connectivity. In: *Land degradation & development*, 2018, vol. 29, pp. 713–723.
 28. Wilson D. C. Potential urban runoff impacts and contaminant distributions in shoreline and reservoir environments of Lake Havasu, southwestern United States. In: *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 621, pp. 95–107.
 29. Wyman D. A., Koretsky C. M. Effects of road salt deicers on an urban groundwater – fed kettle lake. In: *Applied Geochemistry*, 2018, vol. 89, P. 265–272.
 30. Yousefzadeh M., Battiato I. Physics-based hybrid method for multiscale transport in porous media. In: *Journal of Computational Physics*, 2017, vol. 344, pp. 320–338.
-

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Малюгин Даниил Васильевич – студент кафедры геоэкологии и природопользования Института наук о Земле Тюменского государственного университета,
e-mail: stud0000208568@study.utmn.ru

Петров Юрий Владимирович – кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и природопользования Института наук о Земле Тюменского государственного университета;
e-mail: y.v.petrov@utmn.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Daniil V. Malyugin – student, Department of Geoecology and Environmental Management, Institute of Earth Sciences, Tyumen State University;
e-mail: stud0000208568@study.utmn.ru

Yuriy V. Petrov – Cand. Sci (Geography), Assoc. Prof., Department of Geoecology and Environmental Management, Institute of Earth Sciences, Tyumen State University;
e-mail: y.v.petrov@utmn.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Малюгин Д. В., Петров Ю. В. Результаты многолетнего экомониторинга подземных вод на территории Тюменской агломерации // Географическая среда и живые системы. 2021. № 2. С. 15–29.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-2-15-29

FOR CITATION

Malyugin D. V., Petrov Yu. V. Results of long-term groundwater eco-monitoring in the Tyumen agglomeration. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 2, pp. 15–29.

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-2-15-29